Министерство энергетики Российской Федерации
Департамент угольной и торфяной промышленности Минэнерго России
Администрация Кемеровской области
Сибирское отделение РАН
Кемеровский научный центр СО РАН
Институт угля СО РАН
Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
Институт проблем комплексного освоения недр РАН
ННЦ ГП – ИГД им. А.А. Скочинского
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»
Сибирский научно-исследовательский институт углеобогащения
Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР»
Кузбасская торгово-промышленная палата
Кузбасская выставочная компания «Экспо-Сибирь»

СБОРНИК ТРУДОВ XVI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности»

КЕМЕРОВО
7-10 октября 2014 г.

УДК 622
Э65

Редакционная коллегия:

В.И. Клишин – член-кор. РАН, директор Института угля СО РАН
З.Р. Исмагилов – член-кор. РАН, директор Института углехимии и химического материаловедения СО РАН
С.И. Протасов – канд. техн. наук, директор ООО «Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР»
Г.П. Дубинин – первый заместитель генерального директора ООО «Кузбасская выставочная компания «Экспо-Сибирь»

Э65 **Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности /** Кузбасский Международный угольный форум - 2014 [Электронный ресурс]**:** сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции 7-10 октября 2014 г. – Электронные текстовые дан. – Кемерово: Институт угля СО РАН [и др.], 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD–ROM). – Загл. с этикетки диска. – ISBN 978-5-902305-42-2.

Представлены материалы пленарных заседаний, секций, семинаров, стендовых докладов о стратегии энергетической безопасности России и роли угля в ней; новых технологиях и оборудовании для угледобычи, углеобогащения, углепереработки; проблемах создания конкурентного угольного рынка России.

Сборник представляет интерес для научной общественности, руководителей и специалистов, преподавателей и студентов, занимающихся проблемами угольной отрасли и энергетики.

ISBN 978-5-902305-42-2
УДК 622

© Сибирское отделение Российской академии наук
© Кемеровский научный центр СО РАН
© Институт угля СО РАН
© Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН СО РАН
© Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
© Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР»
© Кузбасская выставочная компания «Экспо-Сибирь»

Научное электронное издание

Сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции
**«ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ.
НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗВИТИЮ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

Технический редактор А.С. Яшина

Лицензия на полиграфическую деятельность
ПЛД 4477 от 14.07.99 г.

Институт угля РАН
650065, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10

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

Кузбасский государственный технический университет
650025, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР»
650054, г. Кемерово, Пионерский б-р, 4-А

ООО «Кузбасская выставочная компания «Экспо-Сибирь»
650000, г. Кемерово, пр. Советский, 63-а

Подписано к печати 17.09.2014 г.
Тираж 300 экз.

Изготовлено в типографии ООО «Кузбасская выставочная компания
«Экспо-Сибирь»
650000, г. Кемерово, пр. Советский, 63-а

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

От имени Министерства энергетики Российской Федерации приветствую участников и гостей Кузбасского международного угольного форума – 2014! Это мероприятие, проводимое каждый год, является важнейшим для угольной отрасли.

В 2013 году постановлением Правительства Российской Федерации утверждена разработанная Минэнерго России госпрограмма «Энергоэффективность и развитие энергетики», целью которой является надежное обеспечение страны топливно-энергетическими ресурсами, повышение эффективности их использования и снижение антропогенного воздействия ТЭК на окружающую среду.

В части угольной промышленности программой предусмотрено увеличение мощностей с использованием прогрессивных технологий, снижение величины удельного выброса загрязняющих веществ в атмосферу и энергоёмкости угольной отрасли, а также завершение реструктуризации угольной промышленности России.

Кузбасский международный угольный форум – одна из эффективных площадок, обеспечивающих конструктивное взаимодействие специалистов угольной отрасли, машиностроителей, ученых-горняков, способных оказать существенное содействие в решении задач, поставленных Правительством Российской Федерации перед угольной промышленностью.

Выражаю уверенность, что проводимые в рамках форума круглые столы и семинары позволят обсудить актуальные вопросы угольной отрасли, найти решения существующих проблем.

Желаю всем участникам творческой, плодотворной работы, взаимовыгодного сотрудничества и успехов в развитии ваших предприятий!

Министр энергетики
Российской Федерации **А.В.Новак**

УВАЖАЕМЫЕ КУЗБАССОВЦЫ!
УВАЖАЕМЫЕ УЧАСТНИКИ И ГОСТИ ФОРУМА!
ДАМЫ И ГОСПОДА!

От имени коллектива Кузбасской выставочной компании «Экспо-Сибирь» рад приветствовать Вас на мероприятиях «Кузбасского международного угольного форума-2014», который уже в 17 раз становится традиционным местом встречи специалистов угольной промышленности, горного машиностроения, отраслевой, академической и вузовской науки.

Угольная промышленность является важнейшей составляющей топливно-энергетического комплекса России. Ее основная задача – обеспечение энергетической безопасности страны, повышение эффективности угледобычи и конкурентоспособности углепродукции за счет технико-технологического перевооружения действующих производств и строительства новых высокотехнологичных шахт, разрезов, углеобогатительных и углеперерабатывающих предприятий.

Кузбасс - главный угольный бассейн России. Ежегодное проведение угольного форума в г.Кемерово способствует успешному развитию российской угольной отрасли, помогает решать многие задачи. Это и безопасность шахтерского труда, и дополнительное привлечение инвестиций, и оснащение угольных предприятий современной техникой и технологиями, и глубокая переработка угля, и добыча метана из угольных пластов, и подготовка специалистов, и углесбыт, и углеэнергетика. Многие новые научные разработки, технологии и продукция, представленные впервые на форуме в городе Кемерово, проходят практическую апробацию именно в Кузбассе, активно развивающем межрегиональное и международное сотрудничество.

Крупным событием для специалистов угольной отрасли и ученых горняков станет проведение в рамках открывающегося форума XVI международной научно-практической конференции «Энергетическая безопасность России: новые подходы к развитию угольной промышленности». Организаторами которой, наряду с Департаментом угольной и торфяной промышленности Министерства энергетики и Администрацией Кемеровской области выступили Сибирское отделение Российской академии наук, Кузбасский государственный технический университет, другие ведущие учреждения академической и прикладной науки.

Убежден, что совместное обсуждение производственниками и учеными актуальных вопросов угольной отрасли с точки зрения обеспечения энергетической, производственной и экологической безопасности, обмен опытом в решении этих проблем поможет модернизировать горное производство, разработать и внедрить безопасные технологии добычи угля, повысить роль угля в энергетическом балансе страны. Мероприятия научно-деловой программы форума создадут необходимые условия для активизации информационного обмена и оптимизации переговорных процессов между участниками.

Коллектив Кузбасской выставочной компании «Экспо-Сибирь» искренне желает всем участникам и гостям форума эффективной работы, результативных переговоров о сотрудничестве, долгосрочных и взаимовыгодных контрактов.

Добра и благополучия вам и Вашим семьям!

С уважением,

Генеральный директор
Кузбасской выставочной компании «Экспо-Сибирь» **С.Г.Гржелецкий**

ОГЛАВЛЕНИЕ

РАЗДЕЛ I: ЭКОНОМИКА УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЗАРУБЕЖНОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА ПО ФИНАНСИРОВАНИЮ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЛИ
Бобко К.И., Петрова Т.В. ***17***

ТЕХНОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЗАПАСОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ
Е.А. Ермаков, В.В. Сенкус ***19***

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УГОЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ ПЕЧОРО-УРАЛЬСКОЙ АРКТИКИ*
Калинина А.А., Луканичева В.П. ***21***

ОЦЕНКА И СОПОСТАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ ПО СВОЙСТВАМ, БЛИЗКИМ К ЖИРНЫМ УГЛЯМ ТЕРСИНСКОГО РАЙОНА КУЗБАССА
Клишин В.И., Федорин В.А., Шахматов В.Я. ***24***

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ВИДА ЩИТОВЫХ ПРОХОДЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ – ГЕОХОДА
Нестерук Д.Н., Косовец А.В. ***27***

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ТЭК КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ И СИСТЕМНАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ОТ ЕГО ПОДСИСТЕМ
Новоселов С.В., Голик А.С., Зубарева В.А. ***33***

ТЕНДЕНЦИИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА
А.Д.Соколов, Л.Н. Такайшвили ***35***

ОСВОЕНИЕ ТЕРСИНСКОГО ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА КУЗБАССА И ФОРМИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗМЕЩЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ
Федорин В.А., Татаринова О.А. ***38***

РАЗДЕЛ II:НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭКОЛОГИЯ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ФОРМИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ ОТРАБОТАННОЙ ЧАСТИ БЕРЕЗОВСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
Зеньков И.В., Шестакова М.И., ЧередковВ.Д.,Барадулин И.М., Труханов Е.В. ***41***

МОТИВИРОВАННЫЙ ОТКАЗ ОТ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РАБОТ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ
Зеньков И.В. ***45***

ОБ ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ В ИЗМЕНЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ПРИ ОТКРЫТОЙ УГЛЕДОБЫЧЕ
Зеньков И.В. ***47***

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С МИНИМАЛЬНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ВОЗДУШНЫЙ БАССЕЙН
Зеньков И.В., Шестакова М.И. ***49***

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)
Москаленко Т.В., Ворсина Е.В. ***52***

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ БАРЗАССКОГО ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА КУЗБАССА
Ю.Ф. Патраков, Шаклеин С.В. М.В. Писаренко ***54***

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧЕТА БАЛАНСОВЫХ ЗАПАСОВ УГЛЯ
С. В. Шаклеин, М.В. Писаренко ***61***

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ ОТНОШЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КУЗБАССА
С. В. Шаклеин, А.А. Рожков, М.В. Писаренко ***65***

РАЗДЕЛ III: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НА МЕСТАХ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ
Е.С. Злобина ***70***

ВИБРОДИАГНОСТИКА ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯНЫХ ТИПА ВДК 12-44(2х1600)
Герике Б.Л., Герике П.Б. ***71***

ВИБРОДИАГНОСТИКА ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯНЫХ
Герике Б.Л., Хорешок А.А., Дрозденко Ю.В., Шахманов В.Н. ***74***

АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩИХ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ СИСТЕМ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВОВ
Д.Ю. Палеев ***77***

ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ ОАО «ЮК ГРЭС»
Поздняков А.Н., Семина И.С., Лежава С.А. ***80***

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕБИТА ГАЗА В ДЕГАЗАЦИОННЫЕ СКВАЖИНЫ БОЛЬШОЙ ДЛИНЫ
Л. А. Шевченко ***83***

РАЗДЕЛ IV: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДОБЫЧИ УГЛЯ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ РАЗРУШЕНИЯ УГОЛЬНОГО МАССИВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК
Адамков А.В., Сиволапова А.С. ***89***

ОБЗОР И АНАЛИЗ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЦОВЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ
Аксёнов В.В., Хорешок А.А., Ананьев К.А., Ермаков А.Н. ***92***

ОБЗОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОСТОЯННОЙ КРЕПИ
Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Сапрыкин А.С. ***94***

КОМБИНИРОВАННАЯ РАЗРАБОТКА СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ КУШЕЯКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЗБАССА
Анфёров Б. А., Кузнецова Л. В. ***101***

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ И ТРЕБОВАНИЯ К УЗЛУ СОПРЯЖЕНИЯ СЕКЦИЙ ГЕОХОДА
М.Ю. Блащук, А.А. Дронов, Д.А. Михеев 104

ВЛИЯНИЕ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ НА РАЗВОРОТ ПЕРЕКРЫТИЯ ПРИ ПЕРЕДВИЖКЕ
Буялич Г. Д. 106

О ДИНАМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЯХ БЛОКА КРОВЛИ ПРИ РЕАКЦИИ КРЕПИ В ВИДЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКИ
Буялич Г. Д., Буялич К. Г., Умрихина В. Ю..... 108

СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ В AUTODESK INVENTOR 2014 ДЛЯ АНАЛИЗА НАПРЯЖЕНИЙ
Г.Д. Буялич, В.В.Воеводин, С.В. Увакин 111

ФОРМЫ РАЗДЕЛКИ КРОМОК ДНА И ЦИЛИНДРА ГИДРОСТОЕК МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ
Буялич Г.Д., Анучин А.В..... 114

НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ
Варфоломеев Е.Л. 116

БЕСЦЕЛИКОВАЯ СХЕМА ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ, СКЛОННЫХ И ВЕСЬМА СКЛОННЫХ К САМОВОЗГОРАНИЮ
А.А. Дудин..... 119

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОЙ ОТРАБОТКЕ ВЫЕМОЧНЫХ СТОЛБОВ ПЛАСТОВ БАЙКАИМСКИЙ И БРЕЕВСКИЙ НА ШАХТАХ ОАО «СУЭК-КУЗБАСС»
А.Ю.Ермаков, О.В.Ванякин 121

ОДНОСТАДИЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПОЛОГИХ МОЩНЫХ ПЛАСТОВ
А.Ю.Ермаков, Вал. В. Сенкус, Б. М.Стефанюк, В.В. Сенкус..... 123

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМЫ МАЛЫХ ШАХТ ДЛЯ ОТРАБОТКИ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
Е.А. Ермаков..... 125

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОТРАБОТКИ ПЛАСТОВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННЫХ ВОДОПРИТОКОВ
Казанин О.И., Черкашин А.А..... 129

ОБЗОР ВИНТОВЫХ РАМНЫХ КРЕПЕЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК
А.А. Казанцев, А.А. Дортман, Гановичев С.И. 132

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ
Корнев Е.С., Павлова Л.Д., Фрянов В.Н. 135

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА
Косовец А.В., Нестерук Д.Н..... 138

ВАРИАНТЫ ОСНАЩЕНИЯ ДИСКОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ РЕВЕРСИВНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ВЫЕМОЧНО-ПРОХОДЧЕСКИХ ГОРНЫХ МАШИН
Маметьев Л.Е., Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Воробьев А.В..... 141

ОСНОВЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ – ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ
Новоселов С.В..... 144

ВЛИЯНИЕ КОМПОНОВКИ РОТОРА ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ РЕЗОНАНСА
Панова Н.В. ***146***

МОНТАЖ СТАНЦИЙ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АНКЕРНОЙ КРЕПИ И МИНЕРАЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ
Г.В.Райко ***149***

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ УГОЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ
Риб С.В. ***151***

ОБЗОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНОЙ БЕТОННОЙ КРЕПИ
Садовец В.Ю., Пашков Д.М. ***155***

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ РАЗРУШЕНИЯ УГОЛЬНОГО МАССИВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК
Сиволапова А.С., Адамков А.В. ***158***

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ
А.А. Сидоренко ***161***

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ПРОЙДЕННОЙ ДЕМОНТАЖНОЙ КАМЕРЫ ПРИ ВВОДЕ В НЕЁ МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА
М.С. Филимонов, Клишин В.И. ***164***

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ
Фрянов В.Н., Павлова Л.Д. ***166***

ФРАКТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНИВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД
Фрянов В.Н., Мышляев Л.П., Циряпкина И.В., Коряга М. Г., Любогощев В. И. ***169***

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД И ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ ТРЕБОВАНИЯ АДЕКВАТНОСТИ
Харитонов И.Л., Новоселов С.В., Ремезов А.В. ***172***

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ В ГЕОМАССИВЕ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ
А.Б. Цветков ***175***

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В СОЗДАНИИ НОВЫХ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
Черных Н.Г. ***179***

РАЗДЕЛ V: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

К ВОПРОСУ КАЧЕСТВА РАСТВОРОВ ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ШЛАМОВЫХ ВОД УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ
Евменова Г.Л., Евменов С.Д. ***183***

ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ
Н.Л.Лысенко, К.А.Ивушкин, М.Г. Чичиндаев, Л.П. Мышляев д.т.н., А.В. Зайцев ***186***

РАЗЛИЧИЯ В СТРОЕНИИ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ БУРОГО УГЛЯ И ТОРФА ПРИ МАГНИТНОМ И УЛЬТРАЗВУКОВОМ ВОЗДЕЙСТВИЯХ
Москаленко Т.В., Михеев В.А. ***189***

ПОЛУЧЕНИЕ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ ИЗ АНТРАЦИТА И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
В.М. Мухин, П.В. Учанов ***190***

УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ С РЕЦИКЛОМ НА ПРИМЕРЕ УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
А.В. Циряпкина, К.А.Иванушкин, Л.П. Мышляев, С.Ф.Киселев, А.А.Линков ***193***

СЕКЦИЯ VI: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДОБЫЧИ УГЛЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ГОРНЫХ РАБОТ РАЗРЕЗОВ
Я. О. Литвин, В.А. Ермолаев ***197***

НЕЗАВЕРШЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА РАЗРЕЗАХ
В.А.Ермолаев, А.А.Сысоев, Я.О. Литвин ***200***

УСТРОЙСТВО ТИПА «ПРОМТРАНС» ДЛЯ ОЧИСТКИ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ ОТ НАЛИПАЮЩИХ ПОРОД
Е. Д.Николаев, В.В.Чаплыгин, А.В.Матвеев ***202***

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СМЕСИТЕЛЬНО-ЗАРЯДНЫХ МАШИН ТИПА, «TDR-17/13» И «TTT-17» С УНИВЕРСАЛЬНЫМ БУНКЕРОМ ЭМУЛЬСИОННОЙ МАТРИЦЫ ДЛЯ КАРЬЕРОВ КУЗБАССА
А.А.Хобта, В.В.Чаплыгин ***207***

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ НА ПРИМЕРЕ ДИАГНОСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА ЭКСКАВАТОРОВ ТИПА ЭКГ
П. Б. Герике, А. Н. Завьялов ***208***

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ РЕСУРСА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ПОДВЕСКИ АВТОСАМОСВАЛОВ НА РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА
И. А. Паначев, Ю. Ф. Глазков, И. В. Кузнецов ***211***

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ УСТУПОВ КАРЬЕРОВ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ
Д. В. Малофеев ***218***

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ОТРАБОТАННЫХ ЩЕБЕНОЧНЫХ КАРЬЕРАХ
И.В. Зеньков, Барадулин И.М. ***221***

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ГОРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ОТВАЛАХ РАЗРЕЗА «НАЗАРОВСКИЙ»
И. В. Зеньков, Б. Н. Нефедов, Ю. П. Юронен, В. Д. Чередков, М. И. Шестакова ***223***

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ (МАРКШЕЙДЕРСКИЙ) КОНТРОЛЬ ПРИ МОНИТОРИНГЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГРУНТОВЫХ ДАМБ НАКОПИТЕЛЕЙ ЖИДКИХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
С.П. Бахаева, Т.В. Михайлова ***225***

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТАБЛИЦЫ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ
С.П. Бахаева, Д.В.Гурьев ***227***

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТКОСОВ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕЛЕЙ
И. В. Зеньков, М. И. Шестакова ***230***

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ГИДРОМОНИТОРА ГД-300
Д. А. Поклонов, С. И. Протасов ***233***

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА КАРЬЕРАХ НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННОГО ПОДХОДА
С.И. Протасов, А. Г. Новиньков, А.С. Гукин, П. А. Самусев..... ***237***

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РОССИЙСКО-КАЗАХСТАНСКИЙ СИМПОЗИУМ «УГЛЕХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ КУЗБАССА»

Александрова Г.П., Долмаа Г., Лесничая М.В., Вакульская Т.И., Прозорова Г.Ф., Сухов Б.Г., Рэгдэл Д., Трофимов Б.А. ***Иркутск, Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО, Улан-Батор, Институт химии и химической технологии АН Монголии***
СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ БУРОГО УГЛЯ……..... **242**

Альтшулер Г. Н., Исмагилов З. Р. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*** **НАНОРЕАКТОРНЫЙ СИНТЕЗ ПИРИДИНКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ ИЗ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ**..... **243**

Андрейков Е.И. ***Екатеринбург, Институт органического синтеза им. И.Я. ПостовскогоУрО РАН, ОАО ВУХИН*** **ХИМИЯ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ И МОДИФИЦИРОВАНИЯ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА**..... **244**

Астракова Т.В., Исмагилов З.Р. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*** **ИЗМЕНЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПРОДУКТАМИ КАРБОНИЗАЦИИ ε-КАПРОЛАКТАМА** **245**

БадаловА.Б. ,Пулатов Э.Х., Хакимова Д.К., Додхоев Э. ***Душанбе, Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, Институт химии им. В.И. Никитина АН Респ. Таджикистан*** **БАРОГРАММА СТУПЕНЕЙ ПРОЦЕССА ГАЗООБРАЗОВАНИЯ УГЛЯ «ФОН - ЯГНОБСКОГО» МЕСТОРОЖДЕНИЯ** **246**

Барнаков Ч.Н., Хохлова Г.П., Малышева В.Ю., Попова А.Н. , Исмагилов З.Р. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский научный центр СО РАН*** **СРАВНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ГРАФИТОВ И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ГРАФИТАЦИЕЙ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА, ПО ДАННЫМ РЕНТГЕНОВСКОЙ ДИФРАКЦИИ** **247**

Белаш М.Ю., Манина Т.С., Ефимова О.С., Колесникова С.М., КузнецовП.Н. ***Красноярск, Институт химии и химической технологии СО РАН, Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский научный центр СО РАН*** **ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МОНГОЛИИ МЕТОДОМ ПАРОВОЙ АКТИВАЦИИ** **248**

Валиев Ю.Я., Сафиев Х., Бобоев Х.Э., Мирпочаев Х.А., Мухамедиев Н.П. ***Душанбе, Научно-исследовательский институт металлургии ГУП «ТАлКо» (ГУ «НИИМ»)***
ДВУХСТАДИЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕГРАФИТОВЫХ ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА..... **249**

Валиев Ю.Я., Бобоев Х.Э., Сафиев Х., Мирпочаев Х.А., Мухамедиев Н.П. ***Душанбе, Научно-исследовательский институт металлургии ГУП «ТАлКо» (ГУ «НИИМ»)*** **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ЗОЛЫ И ЗОЛОШЛАКОВ УГЛЕЙ**..... **250**

Воропай А.Н., Захаров Ю.А., Колмыков Р.П., Пугачев В.М., Манина Т.С., Самаров А.В., Барнаков Ч.Н. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский государственный университет, Кемеровский научный центрСО РАН*** **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУР НАНОЧАСТИЦ НИКЕЛЯ И ЕГО ГИДРОКСИДА, ПОЛУЧЕННЫХ НА ВЫСОКОПОРИСТОМ УГЛЕРОДНОМ НОСИТЕЛЕ.....251**

Воропай А.Н., Захаров Ю.А., Колмыков Р.П., Пугачев В.М., Манина Т.С., Самаров А.В., Барнаков Ч.Н., Пузынин А.В. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский государственный университет, Кемеровский научный центр СО РАН*** **ЕМКОСТЬ ЭЛЕКТРОДОВ ИЗ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО КОМПОЗИТА Ni(OH)2/C.....252**

Гвоздяков Д.В., Губин В.Е., Янковский С.А. ***Томск, Томский политехнический университет*** **АКТУАЛЬНОСТЬ ЧИСЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ.....253**

Горобец Л.Ж., Коломиец Р.В., Прядко Н.С., Левченко К.А., Машкова Т.Ю. ***Днепропетровск, ВУЗ «НГУ», ИТМ НАНУ*** **О ТЕХНОЛОГИЯХ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ УГЛЕМАТЕРИАЛОВ.....254**

Дмитриев К.И., Шопин В.М. ***Омск, Институт проблем переработки углеводородов (ИППУ СО РАН)*** **УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ КОКСОХИМИЧЕСКОЙ СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА 255**

Емельянова В.С., Мылтыкбаева Ж.К., Мухитова Д.Ж. ***Алматы, НИИ Новых химических технологий и материалов*** **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ ТЭЦ В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРА НА ПРОЦЕСС ОКИСЛЕНИЯ.....257**

Ермагамбет Б.Т., Нургалиев Н.У., Бижанова Л.Н. ***Астана, ТОО «Институт химии угля и технологии»*** **ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАЙКУБЕНСКОГО УГЛЯ.....258**

Ефремова С.Ю.,Старыгина А.Ю. ***Новокузнецк, ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр»*** **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕРОДА, ВОДОРОДА, СЕРЫ В УГЛЯХ КЛАССИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ И МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОМЕТРИИ.....259**

Ешова Ж.Т., Каирбеков Ж.К., Акбаева Д.Н., Токтасинова А.Ж., Касенова М.К., Таукебай Г.О. ***Алматы, НИИ Новых химических технологий и материалов, КазНУ им. аль-Фараби» МОН РК*** **ПОЛУЧЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ЭКСТРАКЦИЕЙ УГЛЯ 260**

Жеребцов С.И., Малышенко Н.В., Брюховецкая Л.В., Лырщиков С.Ю., Исмагилов З.Р. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский научный центр СО РАН*** **СОРБЦИЯ КАТИОНОВ МЕДИ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ УГОЛЬНЫМИ СУБСТАНЦИЯМИ 261**

Журавлев Ю.Н., Федоров И.А., Порохнов А.В. ***Кемерово, Кемеровский государственный университет*** **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ МАССЫ УГЛЯ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ 262**

Журавлева Н. В., Потокина Р. Р. , Исмагилов З. Р. ***Новокузнецк, ОАО «ЗападноСибирский испытательный центр», Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*** **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРОКОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЫЛИ ГОРНОГО, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВ.....263**

Журавлева Н.В., Потокина Р.Р., Федотова С.В. ***Новокузнецк, ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр»*** **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАНА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НА ГРАНИЦАХ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....264**

Журавлева Н.В., Потокина Р.Р., Хабибулина Е.Р., Исмагилов З.Р. ***Новокузнецк, ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*** **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАУ В УГЛЯХ МЕТОДАМИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ**

ХРОМАТОГРАФИИ И ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ.....264

Заостровский А.Н., Грабовая Н.А., Трясунов Б.Г., Исмагилов З.Р. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева*** **ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ В ИУХМ СО РАН НА КОМПЛЕКСЕ СИАМС.....266**

Захаров Ю.А., Вальнюкова А.С., Пугачев В.М. ***Кемерово, Кемеровский государственный университет, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*** **ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НИКЕЛЬ-КАДМИЙ 267**

Захаров Ю.А., Пугачев В.М., Датий К.А. ***Кемерово, Кемеровский государственный университет, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*** **НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПОРОШКИ СИСТЕМЫ Fe−Co−Ni –ПРАКТИЧЕСКИ АКТУАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА.....268**

Исмагилов З.Р., Барнаков Ч.Н., Вершинин С.Н. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*** **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 269**

Исобаев М.Д., Мингбоев Ш., Турдиалиев М., Пулатов Э.Х. ***Душанбе, Институт химии Академии наук Р. Таджикистан*** **ПОЛУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕКА ИЗ СМОЛЯНИСТЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА И ЕГО ТОКСИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.....270**

Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А., Джелдыбаева И.М. ***Алматы, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, НИИ Новых химических технологий и материалов*** **ПРОИЗВОДСТВО ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ИЗ УГЛЯ ПО НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ.....271**

Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А., Джелдыбаева И.М. ***Алматы, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, НИИ Новых химических технологий и материалов СОВМЕСТНАЯ КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ И БУРЫХ УГЛЕЙ*** **.....272**

Красникова О.В., Андрейков Е.И. ***Екатеринбург, Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского, ОАО «ВУХИН»*** **ОСОБЕННОСТИ СОВМЕСТНОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ И ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА ЭТИЛЕНОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ.....273**

Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П., Цырятьева А.В. ***Апатиты, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН*** **СВОЙСТВА ЗОЛООТХОДОВ ОТ СЖИГАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ 274**

Кубылинская А.А., Жендарева А.А., Мороз Л.В., Иванова Н.В. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский государственный университет*** **ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК МЕДИ И МЕТАЛЛОВ ПОДГРУППЫ ЖЕЛЕЗА НА ПОДЛОЖКИ ИЗ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ 275**

Кузнецов П.Н., Казбанова А.В., Кузнецова Л.И. ***Красноярск, Институт химии и химической технологии СО РАН*** **КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ИЗОМЕРИЗАЦИЯ АЛКАНОВЫХ И АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА АНИОН-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСИДАХ 276**

Кулагин Р.А., Кулагин О.Р. ***Новосибирск, Институт горного дела СО РАН*** **ПОДГОТОВКИ БУРОГО УГЛЯ ДЛЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ.....277**

Кулагин Р.А., Кулагин О.Р. ***Новосибирск, Институт горного дела СО РАН*** **РЕЗУЛЬТАТЫ БРИКЕТИРОВАНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ И МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА.....278**

Лавриненко С.В., Китаев Г.А. ***Томск, Национальный исследовательский Томский политехнический университет*** **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА.....279**

Ларионов К.Б., Губин В.Е., Янковский С.А. ***Томск, Томский политехнический университет*** **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ.....280**

Лузгарев А.С., Лузгарев С.В., Ткаченко Т.Б., Мороз А.А., Самаров А.В., Исмагилов З.Р., Барнаков Ч.Н. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский государственный университет*** **ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ.....281**

Мамылов С.Г., Ломовский О.И. ***Новосибирск, Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН*** **СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ БУРЫХ УГЛЕЙ И ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ.....282**

Мансуров З.А. ***Алматы, Институт проблем горения*** **РАЗРАБОТКИ ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ ГОРЕНИЯ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НЕФТЕХИМИИ 283**

Мейдель И.М., Эпштейн С.А. ***Москва, НИТУ «МИСиС»*** **ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА СОСТАВ И СВОЙСТВА ТОРФА 286**

Мельник Н.А. ***Апатиты, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН*** **РАДИАЦИОННАЯ ОЦЕНКА УГЛЕЙ И ЗОЛООТХОДОВ ПЕЧОРСКОГО И КУЗБАССКОГО БАССЕЙНОВ.....287**

Михайлова Е.С., Исмагилов З.Р. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН*** **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЗОНОЛИЗА КАМЕННОУГОЛЬНОГО СЫРОГО БЕНЗОЛА В ПРИСУТСТВИИ ТВЕРДЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ.....288**

Опарин В.Н., Киряева Т.А., Гаврилов В.Ю., Шутилов Р.А. ***Новосибирск, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирский государственный университет, Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*** **К ВОПРОСУ О СУЩЕСТВОВАНИИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ВЫБРОСО- И ПОЖАРООПАСНОСТЬЮ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КУЗБАССА.....289**

Пуревсурен Б., Батбилег С., Дабааджав Я., Намхайноров Д., Каменский Е.С., Кузнецов П.Н. ***Улан-Батор, Институт химии и химической технологии Монгольской Академии наук, Красноярск, Институт химии и химической технологии СО РАН*** **СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУРОГО УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦАЙДАМ-НУУР МОНГОЛИИ.....290**

Подгаецкий А.В. ***Москва, Институт проблем комплексного освоения недр РАН*** **ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПРОДУКТОВ ТЕРМОЛИЗА БУРЫХ УГЛЕЙ 291**

Потокина Р.Р., Журавлева Н.В., Исмагилов З.Р. ***Новокузнецк, ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*** **ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОНОСНОСТИ УГЛЕЙ ПЕЧОРСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА.....292**

Рокосова В. Ю. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*** **ЦИАНОУГЛЕВОДОРОДЫ И АЛКИЛКЕТОНЫ В ПРОДУКТАХ ПИРОЛИЗА САПРОПЕЛИТОВЫХ УГЛЕЙ.....293**

Рохина Е.Ф., Шевченко Г.Г., Рохин А.В. ***Иркутск, Иркутский государственный университет*** **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СОСТАВА ГИДРОГЕНИЗАТОВ СМОЛ ПОЛУКОКСОВАНИЯ И СКОРОСТНОГО ПИРОЛИЗА УГЛЕЙ СИБИРИ.....294**

Рябов Г.А., Литун Д.С., Фоломеев О.М., Санкин Д.А., Мельников Д.А. ***Москва, Всероссийский Теплотехнический научно-исследовательский институт*** **ГИДРОДИНАМИКА СВЯЗАННЫХ МЕЖДУ СОБОЙ РЕАКТОРОВ ПОЛИГЕНЕРИРУЮЩИХ СИСТЕМ С ПИРОЛИЗОМ И ГАЗИФИКАЦИЕЙ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ 295**

Сальников А.В., Яшник С.А., Керженцев М.А., Исмагилов З.Р. ***Новосибирск, Институт катализа СО РАН, Кемерово, Институт углехимии и химического материаловеденияСО РАН*** **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО Cu-Zn-Al-O КАТАЛИЗАТОРА ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЕССЕРИВАНИЯ МОДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВ..... 296**

Самаров А.В., Барнаков Ч.Н., Лырщиков С.Ю., Михайлова Е.С., Ткаченко Т.Б., Исмагилов З.Р. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский научный центр СО РАН, Кемеровоский государственный университет, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Новосибирск, Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН*** **МОДИФИЦИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА «КЕМЕРИТ» МЕТОДОМ ОЗОНОЛИЗА..... 297**

Сименюк Г.Ю., Захаров Ю.А., Павелко Н.В., Пугачев В.М., Додонов В.Г., Манина Т.С., Барнаков Ч.Н., Исмагилов З.Р. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский государственный университет, Кемеровский научный центр СО РАН*** **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА ЗОЛОТО-УГЛЕРОДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ФОРМОРАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА..... 298**

Сименюк Г.Ю., Захаров Ю.А., Павелко Н.В., Тимченко Л.Д., Пузынин А.В., Манина Т.С., Барнаков Ч.Н., Исмагилов З.Р. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский государственный университет, Кемеровский научный центр СО РАН*** **НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТРИЦ, НАПОЛНЕННЫХ ЗОЛОТОМ ИЛИ ОКСИДАМИ МАРГАНЦА..... 299**

Сименюк Г.Ю., Захаров Ю.А., Тимченко Л.Д., Пугачев В.М., Манина Т.С., Барнаков Ч.Н., Пузынин А.В., Исмагилов З.Р. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский государственный университет, Кемеровский научный центр СО РАН*** **НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ КОМПОЗИТЫ MnxOy/C..... 300**

Синицкий М.Ю., Волобаев В.П., Ларионов А.В., Асанов М.А., Дружинин В.Г., Гафаров Н.И.
Кемерово, Кемеровский государственный университет, Новокузнецк, НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАМН **ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РАБОТНИКОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ К КОМПЛЕКСУ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ..... 301**

Созинов С.А., Лапсина П.В., Сотникова Л.В. ***Кемерово, КемНЦ СО РАН*** **МОНИТОРИНГ ПАУ В Г. КЕМЕРОВО: ПРОБЛЕМА И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ С УЧАСТИЕМ ЦЕНТРА КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ..... 302**

Уварова В.А. ***Кемерово, ОАО НЦ ВостНИИ*** **БЕЗОПАСНОСТЬ ШАХТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ..... 303**

Усманов Р., Сафиев Х., Бобоев Х.Э., Савров З.А., Мирпочаев Х.А., Каримов Э.Х. ***Душанбе, Научно-исследовательский институт металлургии ГУП «ТАлКо», Таджикский национальный университет*** **ИССЛЕДОВАНИЕ СМОЛ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ФОН-ЯГНОБ»..... 304**

Федорова Н.М., Додонов В.Г., Захаров Ю.А., Гречин С.С., Манина Т.С., Барнаков Ч.Н. ***Кемерово, Кемеровский государственный университет, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский научный центр СО РАН*** **РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ КОМПОЗИТОВ «Me/C»..... 305**

Шаверин М.С., Исмагилов З.Р. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*** **ПЕРЕРАБОТКА НАФТАЛИНОВОЙ ФРАКЦИИ ПО СХЕМЕ БАРАБАННЫЙ КРИСТАЛЛИЗАТОР – ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЕСС.....306**

Шаверин М.С., Исмагилов З.Р. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*** **ПЕРЕРАБОТКАПРЕССОВЫХ ОТТЕКОВ НАФТАЛИНА.....307**

Шурчалин А. А., Шестаков Н.С. ***Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова»*** **ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТАНОВКИ ПО ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ В ПОТОКЕ ОКИСЛИТЕЛЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ МОЩНОСТЬЮ 500 КВТ.....308**

Якубик Д.Г.,Самаров А.В., Мулюкова А.А., Барнаков Ч.Н. ***Кемерово, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемеровский государственный университет*** **ОЦЕНКА ОБЪЕМА И ПОВЕРХНОСТИ ПОР В ПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛАХ ИЗ ДАННЫХ МД-РАСЧЕТОВ 309**

РАЗДЕЛ I: ЭКОНОМИКА УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК: 622.88:336.221

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЗАРУБЕЖНОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА ПО ФИНАНСИРОВАНИЮ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЛИ.

Бобко К.И.
Сибирский индустриальный государственный университет
Научный руководитель – Петрова Т.В., д.э.н., проф.

В статье осуществляется сравнение подходов государственного управления финансирования работ по рекультивации РФ И США.

In the article comparison is made between approaches of public management to funding work on reclamation of the Russian Federation and the United States.

На протяжении последних трёх лет в России добывается в среднем около 327 млн. тонн угля в год, и по итогу таких объёмов добычи наносится колоссальный вред окружающей среде[1]. Важность и необходимость рекультивационных работ трудно недооценить, следовательно, целесообразно сконцентрироваться на вопросе финансирования этих работ, а точнее - обратить внимание на чьи плечи конкретно ложится эта обязанность.

Для разъяснения этой ситуации необходимо понять, кто является владельцем природных ресурсов, и каковы взаимоотношения государства и юридических лиц в этом вопросе. Прежде дадим точное определение понятию “рекультивация”. Согласно ГОСТ 17.5.1.01-83 рекультивация - это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народно-хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества.

Обратимся к закону “О недрах”[2]. Недра, включая содержащиеся в них полезные ископаемые и ресурсы, являются собственностью РФ (по статье 1.2). Однако, добытые по условиям лицензии ископаемые могут принадлежать не только государству, но и муниципалитету или частному лицу (что определенно в статье 9), за исключением добычи в отдельных участках недр, входящих в группу федерального значения (по статье 2.1) или же в случае, когда добыча наносит ущерб хозяйственным объектам или здоровью людей (согласно статье 8). Сама возможность добычи полезных ископаемых, а также использования отходов горнодобывающего и перерабатывающего производств закреплена в пункте 3 статьи 6 закона “О недрах”. Согласно статье 7 участок недр предоставляется пользователю в виде горного отвода - геометризованного блока недр. При определении границ горного отвода учитываются пространственные контуры месторождения полезных ископаемых, положение участка строительства и эксплуатации подземных сооружений, границы безопасного ведения горных и взрывных работ.

В законе о недрах прослеживается двоякость проблемы, ведь владельцем земли, на которой протекают добывающие работы, является государство, а владельцем добытых полезных ископаемых – юридическое лицо. По факту, добывающее предприятие является «арендополучателем». В таком случае целесообразно, чтобы процесс рекультивации был возложен на юридических лиц, пользующихся государственной землёй. Такой порядок предусмотрен законодательством РФ, согласно п. 1 постановления № 140 вследствие нарушения юридическими лицами поверхности почвы при разработке месторождений полезных ископаемых, при строительных, геологоразведочных, мелиоративных, проектно-изыскательных и других работах[3]. В п.1.2 ГОСТ 17.5.3.04-83 «Охрана природы. Земли» сформулировано, что в затраты на рекультивацию включаются следующие расходы:

- осуществление проектно-изыскательных работ;
- проведение государственной экологической экспертизы;
- работы по снятию, транспортировке и складированию плодородного слоя почвы;
- работы по селективной выемке и складированию потенциально плодородных пород;
- планировка (выравнивание) поверхности, выхолаживание, террасирование откосов отвалов (терриконов) и бортов карьеров, засыпка и планировка шахтных провалов, если эти работы

технологически невыполнимы в процессе разработки месторождений полезных ископаемых и не предусмотрены проектом горных работ;

- химическая мелиорация токсичных пород;
- приобретение (при необходимости) плодородного слоя почвы и др.

Юридическое лицо, выбирая способ рекультивации земель, руководствуется ГОСТ 17.5.1.02-85 «Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации». В зависимости от того, каким способом велась добыча угля (закрытым или открытым) необходимо выполнять требования, описанные в п. 3.1 ГОСТ 17.5.3.04-83 и 2.1 ГОСТ 17.5.3.04-83 соответственно.

После проведения рекультивации в месячный срок должна происходить передача рекультивированных земель «Постоянной комиссии по вопросам рекультивации земель, созданной органами местного самоуправления» (таким образом, юридической лицо по завершению рекультивации возвращает землю государству через муниципальный уровень). Однако фактическое состояние дел не осуществляется в должном объёме, накапливается экологический долг и стремительно ухудшается состояние среды.

Обращаясь к зарубежному опыту, следует рассмотреть, как решает проблему рекультивации США, которая является одной из крупнейших угледобывающих стран.

В США основным федеральным законом, регулирующим экологические последствия после добычи угля, является SMCRA (Закон о рекультивации и открытом способе добычи)[4]. В нём описан механизм финансирования восстановительных работ.

Прежде чем получить разрешение на угледобывающую деятельность на конкретной территории, компания должна предоставить в федеральный орган план, в котором подробно описаны способы рекультивации после окончания работ. Исходя из способа определяют какими будут подготовительные работы, чтобы объём нарушенных пород был наименьшим и можно было легко организовать пути подъезда машин и оборудования необходимых для рекультивации. Так же в этом плане описаны примерные сроки работ. Дополнительно, кроме плана рекультивации, компания обязана предоставить гарантию исполнения восстановительных работ. Гарантия организована следующим образом: угольная компания должна выпустить долговое обязательство, величина которого равна сумме прогнозируемых затрат на восстановление земель. Это необходимо, чтобы, в случае банкротства предприятия из-за изменения рыночных условий или каких-либо других причин, нарушенная земля не оказалась нерекультивированной. Если компания признана банкротом, то в первую очередь от продажи имущества и финансовых активов покрываются расходы по восстановлению земель (рекультивирует землю сторонняя компания, выигравшая тендер). В следующую очередь из оставшихся средств покрываются налоговые долги перед государством, потом – обязательства перед акционерами и т.д. в порядке очереди в установленном законом порядке.

В случае если добыча велась подземным способам, при которых разрушения плодородного слоя почвы и в целом вреда местному биобалансу намного меньше, чем при открытом способе добычи, имеются дополнительные обязательства по отношению к пустым породам, которые были вывезены на поверхность. Так же в плане рекультивации дополнительно есть прогноз оседания земной поверхности.

В США существуют и заброшенные шахты. Нарушенные в процессе их эксплуатации земли тоже рекультивируют. На эти цели направляется часть средств из налога по добыче угля. Угледобывающие компании обязаны платить государству 12 центов за тонну угля добытого подземным способом и 28 центов за тонну угля добытого открытым способом. Полученные средства направляются в специальный фонд мелиорации. Первоначально из этого фонда изымаются средства для утверждённых правительством плановых программ. Оставшиеся средства идут на рекультивацию заброшенных шахт через Управление открытых горных работ.

В США имеется гораздо более широкий список направлений возможного использования рекультивированных территорий, чем в России. Кроме лесохозяйственного и сельскохозяйственного направления рекультивации, возможно также применение восстановленных земель в качестве зоны отдыха (например поле для гольфа, ипподром), зоны экономического и научного развития. Если земельный участок находится в лесополосе, его могут использовать для постройки деревянных домов на природе.

Тот факт, что земля после окончания добычи угля используется крупным бизнесом, который может стребовать компенсацию при каких-либо нарушениях в отношении рекультивации передаваемой им земли, а также жесткое обязательство перед государством, без которого нельзя быть допущенным к работам по добыче угля, делает организацию процесса восстановления земель и «честность» восстановления на порядок выше, чем в России.

Таким образом, очевидно, что РФ должна воспользоваться зарубежным опытом для улучшения экологической ситуации. Контролирование рекультивации установкой тесной связи между секторами бизнеса не подходит нашей стране по причинам недостаточной развитости специфического большого спорта (гольф к тому же не подходит из соображений климатической зоны) и слабой юридической базы взаимодействия секторов бизнеса. Однако можно извлечь полезный опыт из зарубежных государственных программ по рекультивации, имеющих высокую эффективность.

Список литературы

1. http://minenergo.gov.ru/activity/statistic
2. Закон «О недрах» от 21.02.1992 N 2395-1 с действующей редакцией от 28.12.2013
3. Постановление от 23 февраля 1994 г. N 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы»
4. http://en.wikipedia.org/wiki/Surface_Mining_Control_and_Reclamation_Act_of_1977
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Mine_reclamation

УДК 622. 013.36:553.048
ББК 33.12

ТЕХНОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЗАПАСОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Е.А. Ермаков, В.В. Сенкус
ООО «Сибниуглеобогащение», г. Прокопьевск

Выбор в качестве оптимизируемого параметра среднемесячной скорости подвигания подготовительного забоя регламентируется тем, что он является интегральным и определяющим в технологической системе действующих, строящихся и восстанавливаемых шахт, который позволяет определить:

- темпы воспроизводства подготовленных и готовых к выемке запасов, ограничивая нагрузку на КМЗ по условиям неразрывности очистного фронта;
- себестоимость угля по шахте, как среднегодовой объем проведения горных выработок, что подтверждается регрессионной моделью определения себестоимости;
- эффективность системы воспроизводства подготовленных и готовых к выемке запасов для шахты в целом;- от горно-геологических условий и горнотехнических параметров, характеризующих шахту (мощность, угол падения, характеристики кровли и почвы пластов, глубина горных работ, схема и способ вскрытия и подготовки, применяемая система разработки и т.д.).

Поиск оптимальной величины среднемесячного подвигания подготовительного забоя проводился в интервале 110-200 м/мес с шагом 10 м/мес.

Нижняя граница интервала установлена на основе среднего значения оптимизируемого параметра для предприятий ЗАО УК «Южкузбассуголь».

Величина верхней границы определена следующими факторами:

- высокой газообильностью пластов и недостаточной эффективностью существующих схем и технических средств проветривания горных выработок на глубине 500 и более метров;
- большой протяженностью маршрутов основного и многоступенчатостью вспомогательного транспорта, характерными для шахт ЗАО УК «Южкузбассуголь»;
- значительным (40% и более) коэффициентом присечки пород при проведении подготавливающих выработок по пластам 14, 15, 16 Байдаевской брахисинклинали;
- высокой плотностью установки крепи на глубинах более 500 м;

- использованием отечественных проходческих комбайнов, не оснащенных средствами механизации процессов возведения анкерной крепи;

- низкой надежностью и недостаточным ресурсом проходческого оборудования;

- частыми переходами из забоя в забой, вызванными неудовлетворительным качеством планирования и малой протяженностью выемочных полей по простиранию;

- неудовлетворительным материально-техническим снабжением.

Результаты моделирования зависимостей объема добычи и себестоимости от среднемесячных темпов проведения подготовительной выработки на примере шахты «Абашевская» ЗАО УК «Южкузбассуголь» приведены на рисунке 1.

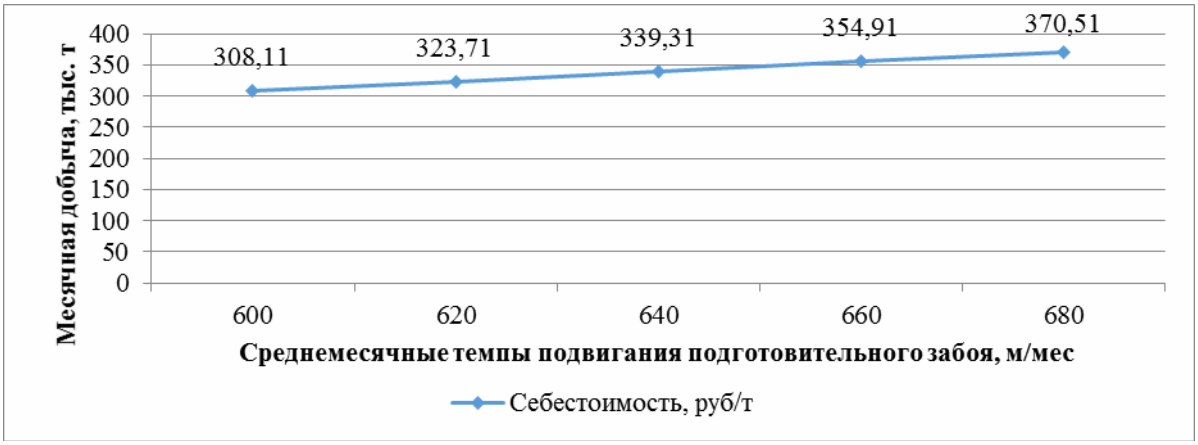


Рисунок 1 – Зависимость среднемесячных объемов добычи по шахте
от среднемесячной скорости подвигания подготовительного забоя

Результаты моделирования показывают, что оптимальными являются среднемесячные темпы подвигания подготовительного забоя 150 м/мес.

Следует отметить, что устранение перечисленных ограничений, позволяет достичь среднемесячных темпов подвигания подготовительного забоя более 150 м/месс, но может не привести к снижению себестоимости по шахте вследствие высоких затрат на подготовительные работы.

Длина очистного забоя по падению (длина лавы) выбрана в качестве оптимизируемого параметра, так как регламентирует параметры подсистемы воспроизводства подготовленных и готовых к выемке запасов:

- темпы воспроизводства подготовленных и готовых к выемке запасов, от которых зависят добыча угля из КМЗ и по шахте в целом;

- объем добычи из КМЗ, так как от длины лавы зависит доля времени на ПЗО и общей продолжительности очистного цикла;

- резервы повышения эффективности подсистемы воспроизводства запасов, так как увеличение длины лав, в отличие от повышения темпов проведения подготовительных выработок, не требует внедрения дорогостоящих технических средств и технологических решений и не имеет ограничений по фактору безопасность ведения горных работ.

При моделировании длина очистного забоя по падению принята в интервале 180-280 м. Нижняя граница интервала установлена на основе среднего значения данного параметра для шахт ЗАО УК «Южкузбассуголь», отрабатывающих запасы Байдаевской брахисинклинали. Верхняя граница установлена с учетом ряда ограничений, основными из которых являются:

- максимально допустимая длина в поставке забойного привода, которая для российских конвейеров составляет 300-350 м;

- темпы подвигания очистных забоев, которые снижаются с увеличением длины КМЗ по падению;

- снижение давления в гидромагистрали на конечном участве лавы, характерное для КМЗ длиной по падению более 150 м;

- снижение управляемости очистного механизированного комплекса в плоскости пласта при увеличении длины лавы свыше 150 м;

- ограничения инвестиций для комплектования длинных очистных механизированных комплексов;

- недостаточные размеры горизонтов действующих шахт по падению;

- отсутствие методологии определения технико-экономических показателей и научных рекомендаций выбора параметров технологии при длине очистного забоя по падению 300-500 м.

Моделирование проводилось для условий шахты «Абашевская-Н» ЗАО УК «Южкузбассуголь» при изменении длины КМЗ по падению 180, 200, 220, 240, 260 и 280 м.

Результаты моделирования показли, что длина очистного забоя по падению более 220 м мало влияет на добычу, однако увеличение длины лавы по падению до 300-500 м без изменения технологических и пространственно планировочных решений не приведет к улучшению ТЭП, которое наблюдается в интервале 180-280 м.

Максимальная глубина ведения горных работ выбрана в качестве оптимизируемого параметра как один из основных показателей, характеризующих область технологии воспроизводства вскрытых запасов предприятия на период 15-25 лет.

Структура и особенности реализации модели шахты отражают влияние глубины горных работ на себестоимость угля, темпы проведения подготовительных выработок в связи с увеличением массы крепи, потери времени на мероприятия по профилактике газодинамических явлений;

Оптимизация проводилась для действующих шахт ЗАО УК «Южкузбассуголь», отрабатывающих запасы Байдаевской брахисинклинали на глубине 600-700 м. Верхняя граница интервала принята по глубине горных работ шахт «Абашевская» и «Юбилейная», нижняя – с учетом ряда ограничений, основными из которых являются:

- естественная граница шахтного поля, что характерно для месторождений складчатого типа, например Байдаевской брахисинклинали;

- невозможность эффективного и безопасного поддержания выработок на основе рациональных 9в частности анкерной) технологий крепления;

- отсутствие нормативной и методологической базы для определения технико-экономических показателей и параметров безопасности горных работ на глубине более 800 м в условиях Кузбасса.

Моделирование выполнено на примере шахты «Абашевская» ЗАО УК «Южкузбассуголь» для максимальной глубины ведения горных работ 600, 620, 640, 660, 680, 700, 750 и 800 м.

По результатам моделирования был сделан вывод о нецелесообразности ведения горных работ на глубинах более 700 м для шахт ЗАО УК «Южкузбассуголь».

Следовательно, в сложившихся неблагоприятных для инвестиций экономических условиях невозможно обеспечить эффективное функционирование угольной компании за счет поддержания мощности действующих шахт, необходимо созданиея эффективной гибкой технологической системы отработки запасов на полях действующих, строящихся и проектируемых шахт.

Аннотация. В статье рассматривается оптимизация параметров эксплуатационных блоко соотношения объема добычи и подготовленных запасов к отработке и приводится пример оптимизации для шахты «Абашевская -N».

Annotation. Optimization of парамет is examined in the article ditch operating blok correlations of volume of booty and prepared supplies to working off and an example is made optimizations for the mine of "Аbaschevskaia-N"

УДК 338.45:622.333(470.13)

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УГОЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ ПЕЧОРО-УРАЛЬСКОЙ АРКТИКИ*

Калинина А.А. к.э.н., вед. науч. сотр., Луканичева В.П. к.э.н., ст. науч. сотр.
Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра УрО РАН г.Сыктывкар

Аннотация.

Статья посвящена проблемам развития угольного сектора Печоро-Уральской Арктики и направлением их решения не только для обеспечения внешнего и российского рынков, но также

эффективного и надежного обеспечения энергетических потребностей субрегиона за счет повышения комплексного использования добываемых угольных ресурсов.

Ключевые слова: Печоро-Уральская Арктика, угольный сектор, эффективность.

Annotation.

The article devoted to the problems of the Pechora-Ural Arctic's coalmining sector deals with export and internal (national and regional) market supply. Its efficient and reliable development depended on comprehensive utilization of coal resources.

Keywords: the Pechora-Ural Arctic, coalmining sector, the effectiveness of.

К Печоро-Уральской Арктике (ПУА) относится северо-восточная часть Республики Коми в составе городских округов: Воркута (арктический район), Инта, Усинск и муниципальные районы – Печорский, Усть-Цилемский, Ижемский (субарктические районы). Основу экономики ПУА составляет топливный сектор (ТС), который представлен во всех субрайонах с разной степенью концентрации, отраслевой специализации, с преимущественно сырьевым характером конечной продукции, поступающей на внешние и российские рынки, увеличением транзита углеводородов из сопредельных регионов, появлением новых зон освоения.

Угольный сектор экономики ПУА – Печорский угольный бассейн – территориально размещается в пределах субрегиона Арктики. Задачи его развития в рамках данной статьи формулируются следующими: основное направление – обеспечение коксующимися углями российского и внешнего рынков; обеспечение энергетических потребностей ПУА качественным топливом, особенно в системах теплоснабжения субрайонов. Решение первой задачи связано в перспективе с ростом добычи коксующихся углей за счет освоения Усинского месторождения (приобретены лицензии на разработку двух шахтных полей Новолипецким металлургическим комбинатом (НЛМК) и ОАО«Северсталь-

Ресурс»), а последним еще и Нижнесыръягинского месторождения с открытым способом добычи угля. Стратегия экономического развития Республики Коми до 2020 г. [1] предусматривает освоение также Верхнесыръягинского месторождения коксующихся углей дефицитных марок (присадочных). Все это позволяет увеличить добычу коксующихся углей в перспективе в 2,2 – 2,4 раза по сравнению с современной.

Наряду с ростом добычи коксующихся углей намечается увеличение глубины и объема их переработки. Это связано в первую очередь с модернизацией
ЦОФ «Печорская» с доведением ее мощности до 11,5 млн. т горной массы в год и увеличением выхода концентрата с 45 до 52% при одновременном снижении выпуска промпродукта.

В результате I этапа модернизации ЦОФ «Печорская» количество обслуживаемых объектов оборудования снизилось почти в два раза. Уникальный для Воркуты гидросайзер (гидравлический сепаратор), заменивший старые спиральные сепараторы, полностью автоматизирован и занимает меньшие площади. В результате производительность секции выросла на 30% - с 500 до 700-800 т горной массы в час [2].

Пока не ясны перспективы с разработкой крупного Сейдинского месторождения энергетических углей с возможностью строительства неглубоких шахт мощностью до 8 млн. в год с открытой добычей на первоначальном этапе из-за принятой в энергетической стратегии России до 2030 г. ориентации европейской части страны на газовую, а не на угольную энергетику. К освоению Сейдинского месторождения энергетических углей, по всей вероятности, следует вернуться после того, как малоэффективное прямое сжигание энергетического угля в России будет в основном заменено на внедрение технологий глубокой их переработки с получением продуктов повышенной рыночной стоимости.

Новым направлением развития для Печорского бассейна может стать нетрадиционное использование бурых углей. Комплексные исследования, проведенные Институтом геологии Коми НЦ УрО РАН [3], позволили обосновать целесообразность вовлечения в промышленную разработку месторождений бурых углей, ресурсы которых составляют почти 31% от общего потенциала бассейна [4]. Первоочередными для освоения выделены Неченское и Шарью-Заостренское месторождения бурых углей, расположенные в непосредственной близости от г. Инта. Проведенные технологические исследования выявили возможность переработки этих углей по технологии полукоксования в слоевом газификаторе или в кипящем слое путем газификации, гидрогенизации. Получаемые продукты - полукокс и газ. Полукокс имеет значительное содержание органического углерода (более 60%) и высокую степень сгорания – 22,86 МДж/кг. Это определяет возможность получения безсернистого,

высококалорийного облагороженного топлива при производстве в Республике Коми цемента, глинозема, строительных материалов, керамзита, шлакоблоков и кирпича. Разработка пилотного проекта на основе Неченского месторождения позволит определиться с масштабами дальнейшего освоения других месторождений бурых углей и технологий их переработки. Исследования вещественного состава и некоторых показателей неченских бурых углей (низкое содержание общей серы 0,3% , фосфора до 0,033% , средняя зольность рядового угля 32% и др.) оценивают перспективы их освоения как благоприятные при условии, что потенциал сырьевой базы Печорского бассейна будет оцениваться с позиций активизации нетрадиционного использования углей, в том числе и бурых.

Решение второй задачи - обеспечение энергетических потребностей ПУА качественным топливом - для угольного сектора связано с полномасштабным вовлечением в хозяйственный оборот сопутствующих добыче угля энергетических ресурсов (отходов углеобогащения и шахтного метана).

Извлечение метана позволит повысить не только эффективность угледобычи, но и обеспечить безопасность ведения горных работ, а также снизить негативное воздействие выбросов метана в атмосферу и повысить уровень его в энергетическом использовании. В мае 2014 г. введена в эксплуатацию на промплощадке шахты «Северная» газопоршневая ТЭЦ мощностью 18 МВт, работающая на шахтном метане. Она покрывает потребности в электроэнергии на 80% и до 50% в тепле, а также снижает выбросы в атмосферу парниковых газов до 4%. Общая стоимость проекта составила 1 млрд. руб. Ожидаемый по проекту экономический эффект – 281 млн. руб. в год, срок окупаемости – 3,6 года. Газопоршневая ТЭЦ будет работать на метане действующей шахты при сравнительно небольшой и переменной концентрации газа. В час станция способна утилизировать до 5 тыс. $м^3$ метана. Выработанное тепло будет использоваться для обогрева воздуха, подаваемого в горные выработки, для административно-бытовых зданий шахты и обеспечения ряда технологических процессов. Электроэнергию смогут потреблять как наземные, так и подземные объекты. Кроме того, шахта «Северная» использует газ не только для выработки энергии, но и как топливо для автономного воздухонагревателя и сушки угля на пришахтной обогатительной фабрике. Опыт эксплуатации газопоршневой станции в Воркуте позволит применить его на других действующих шахтах, а главное – на новых.

Важным условием комплексного использования угольных ресурсов бассейна является переработка отходов углеобогащения, хранящихся в шламонакопителях. Переработка угольных шламов методом брикетирования позволит: обеспечить качественным топливом источники теплоснабжения субрайонов ПУА [5], существенно улучшить их экологию, сэкономить энергетические ресурсы (табл. 1).

Как видно из данных табл.1, основными видами топлива в современных системах теплоснабжения в субрайонах ПУА являются рядовой печорский уголь и мазут, которые формируют высокие тарифы на отопление в этих районах, особенно в Ижемском и Усть-Цилемском, где они превышают средний тариф по Республике Коми (1942 руб./Гкал) соответственно в 1,25 и 1,32 раза, выше которого районы получают дотации.

Таблица 1

Распределение источников теплоснабжения по видам использования топлива в субрайонах ПУА в 2012 г. [6]

Субрайоны ПУА	Мощность источников теплоснаб-жения, Гкал/час	Отпуск тепла населению и бюджетным организациям, тыс. Гкал	Распределение источников теплоснабжения по видам используемого топлива, %				Тариф на оплату отопления, руб./ Гкал
			уголь	жидкое	газ	дрова	
Воркута	1108,7	1154,9	57,0	43,0	-	-	1586
Инта	240,3	326,2	100	-	-	-	1366
Усинск	761,3	367,1	64	15	21	-	1751
Печора	242,7	444,1	29	6,5	64,5	-	1667
Ижемский р-он	33,1	28,1	96	-	-	4	2420
Усть-Цилемский р-он	39,8	30,1	100	-	-	-	2566

Переработка угольных шламов в г. Воркута методом брикетирования по технологии шнекового экструдера без применения связующего решает важную социальную задачу – обеспечение котельных субрегиона ПУА качественным
бездымным топливом. В шнековом экструдере процесс образования формованного топлива происходит при совместном действии осевого и крутящих усилий, образованных вращающейся поверхностью шнеков, при значительно более длительном воздействии давления прессования на предварительно увлажненное угольное сырье.

Преимущества брикетов по сравнению с обычным углем заключаются в удобстве хранения, транспортировки и использования, а также бездымности и равномерности горения. При замене угля в системе теплоснабжения субрегиона ПУА на брикетное топливо можно снизить выбросы твердых частиц в 2,5-3 раза, оксидов азота – в 1,5-2 раза, оксидов серы – в 2-2,5 раза с увеличением к.п.д. котельных в 2 раза. Для замещения рядового угля, используемого на котельных субрегиона ПУА, потребуется около 140 тыс. т у.т. брикетов. Использование брикетов в котельных позволит снизить себестоимость отпускаемого тепла для населения Печоро-Уральского субрегиона. Необходимо также проработать вопрос о возможности замещения дорогого мазута на Воркутинской ЦВК на экологически более чистое брикетное топливо (расход мазута составляет 170-180 тыс. т у.т. в год) [7]. При положительном решении данного вопроса общая потребность в брикетном топливе составит 310-320 тыс. т у.т., что вполне реально (исходя из объемов накопленных и пополняемых в дальнейшем отходов).

Литература

1. Стратегия экономического и социального развития Республики Коми на период до 2020 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://rkomi.ru/services/strategia
2. http://vorkutaugol.severstal.com/rus/press_center/news/document2183.phtml
3. Бурые угли – перспективный ресурс для создания новых отраслей промышленности в Тимано-Североуральском регионе /И.Н. Бурцев, В.А. Салдин, А.А. Иевлев, Л.А. Анищенко и др. // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2012. №10. С. 26-31.
4. Минерально-сырьевая база угольной промышленности России. В 2-х томах. Том 2 (регионы и бассейны). – М.: Изд-во Московского гос. горного университета, 1999. - 448 с.
5. Калинина А.А., Луканичева В.П. Комплексное использование шахтного метана и отходов углеобогащения – необходимое условие техноэкологической модернизации в Печорском угольном бассейне //Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: Сб. трудов XV междун. науч.-практ. конф. Кемерово, 2013. С.225-228.
6. Города и районы Республики Коми. Социально-экономические показатели.2013: стат.сб./ Комистат. – Сыктывкар,2013. 260 с.
7. Формирование и использование топливно-энергетических ресурсов в Республике Коми. Информ.-аналит. бюллетень №37-86-92/9/ Комистат. - Сыктывкар, 2013. 22 с.

УДК 622.333.5.

ОЦЕНКА И СОПОСТАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ ПО СВОЙСТВАМ, БЛИЗКИМ К ЖИРНЫМ УГЛЯМ ТЕРСИНСКОГО РАЙОНА КУЗБАССА.

Чл.-корр. РАН Клишин В.И., Директор Института,
д-р техн. наук Федорин В.А., зав. лабораторией,
канд. техн. наук Шахматов В.Я., ведущий научный сотрудник.
Институт угля СО РАН, г. Кемерово, Россия.

Аннотация. Проводится оценка качества углей повышенной спекаемости на мировом рынке коксующихся углей в сопоставлении с жирными углями Терсинского района Кузбасса.

Ключевые слова: сравнение, качество углей, мировой рынок, терсинские угли.

На мировом рынке коксующиеся угли с высоким выходом летучих веществ (V^{da} = 30-40 %), подразделяются на угли повышенной спекаемости ("Hard coking coal"), умеренной спекаемости ("Soft

coking coal") и слабоспекающиеся ("Semi-soft coking coal"). Терсинские жирные угли относятся большей частью к типу "Hard coking coal" [1].

Угли с высоким выходом летучих веществ, особенно умеренно-спекающиеся и слабоспекающиеся, преобладают в запасах и экспорте на мировой рынок. Угли этого типа поставляют США, Австралия, Китай, ЮАР, Колумбия, Венесуэла, Польша, Индонезия и др. страны. Углей с повышенной спекаемостью меньше как в запасах, так и на мировом рынке. Основным поставщиком этих углей являются США и в меньшей мере Австралия, Канада и Китай.

В США основные месторождения углей с V^{daf} = 30-40 % находятся в западной части, в районе Скалистых гор. Доля добычи углей с такими летучими составляет более 50 %. По американской классификации они относятся к классу битуминозных с высоким содержанием летучих веществ (типы A, B, C).

Поставляемые угли характеризуются низкой зольностью концентратов (6-8%), содержанием серы от 0,8 до 1,5 % и высокими показателями спекаемости и коксуемости и по качественным показателям, несомненно, являются одними из лучших в своем классе.

Сравнивая угли США с жирными углями Терсинского района, необходимо отметить, что последние не уступают им ни по одному показателю и значительно качественнее их по содержанию серы, показателям спекаемости, в том числе по чисто американскому показателю – максимальной текучести по Гизелеру, которая для терсинского угля является уникальной и сопоставима только с жирными углями Эльгинского месторождения Южной Якутии.

Угли Австралии с высоким выходом летучих веществ включают все три типа углей (хорошо-, умеренно- и слабоспекающиеся).

Сравнение лучших по спекаемости углей Австралии, поставляемых на экспорт, с терсинским углем марки Ж показывает, что терсинские угли по всем показателям превосходят австралийские.

Это подтверждается и работами ВУХИН, который исследовал ряд углей Австралии с высоким выходом летучих веществ, входящих в сырьевые базы металлургических заводов Японии, Индии, Ирана и Нигерии.

В Канаде угли с высоким содержанием летучих веществ отмечаются в провинциях: Британская Колумбия, Альберта, Нью Брунсвик и др. Однако запасы и добыча этих углей значительно уступают углям с низким и средним выходом летучих веществ.

Терсинские жирные угли не уступают по качеству канадским углям, а по отдельным показателям превосходят их. По показателям спекаемости угли Терсинского района можно сопоставить с углями типа предприятия Девко (Канада).

В Китае угли с высоким выходом летучих веществ по классификации выделяются как "Жирные" и подразделяются на три группы (сорта):

- коксово-жирный № 1 (V^{daf} = 26-37 %, y = 25-30 мм);
- коксово-жирный № 2 (V^{daf} = 26-37 %, y > 30 мм);
- коксово-жирный № 3 (V^{daf} > 37 %, y > 25 мм).

Запасы таких углей ограничены.

Китай поставляет хорошоспекающиеся угли с V^{daf} = 30-35 % (тип 1 и 2) и слабоспекающиеся (semi-soft) с V^{daf} = 33-36 %. Угли типа 2 по показателям спекаемости и химико-технологическим параметрам, по-видимому, будут близки к жирным углям Терсинского района.

Проведенный анализ качества зарубежных углей с высоким выходом летучих веществ, поставляемых на мировой угольный рынок, показал:

- терсинские жирные угли по своим параметрам относятся к классу углей повышенной спекаемости ("Hard coking coal"), которые дефицитны на рынке, так как в запасах и добыче большинства стран преобладают менее спекающиеся угли типа "Semi-soft Coal" и "Soft Coal";
- по качеству к терсинским углям ближе всего американские угли того же класса, но они уступают им по повышенному содержанию серы и показателям спекаемости, в том числе по максимальной текучести пластической массы по Гизелеру. Из углей других стран необходимо отметить канадские угли, поставляемые предприятием Девко и коксово-жирные угли Китая с V^{daf}= 30-35 % (тип 2 по классификации Китая), которые в целом близки по химико-технологическим параметрам к улугхемским углям, но по отдельным позициям уступают им.

Цены на коксующиеся угли зависят от цен на другие энергоносители: нефть, газ, энергетический уголь и находятся с ними в тесном взаимодействии, поскольку основные поставщики угля предлагают и энергетический, и коксующийся уголь. Такая специфика обусловливает взаимозависимость конъюнктуры рынков углей обоих типов и цен.

На формирование цен на коксующиеся угли в условиях острой конкуренции среди поставщиков оказывает влияние увеличение числа прямых сделок между поставщиками (продуцентами) и потребителями без участия посредников и доля закупок без заключения долгосрочных контрактов (разовые краткосрочные сделки). По долгосрочным контрактам цена угля остается стабильной на протяжении всего контракта, чем при разовых сделках.

Динамика изменения цен на коксующиеся угли с высоким выходом летучих веществ в 2009-2014 годы показывает существенную разницу в ценах на угли хорошоспекающиеся и полуспекающиеся. Цена американского хорошоспекающегося угля с выходом летучих веществ 29 и более % колебалась от 177 до 125 долл./т, австралийского с $V^{daf} > 31$ % 170-125 долл./т и китайского ($V^{daf} > 30$ %) 125-140 долл./т. Такой разброс цен на хорошоспекающиеся угли разных поставщиков (125-170 долл./т) обусловлен качеством поставляемых углей, в том числе их сернистостью, зольностью и снижением спроса на коксующиеся марки углей на мировом рынке.

Цены на коксующиеся угли в течение всего 2014 года, несмотря на сокращение сбыта, оставались нестабильными и на коксующийся уголь типа "Hard coking coal", в зависимости от качественных характеристик, составляли 125-140 долл./т (фоб – цена угля в порту). В то же время известно, что хорошоспекающиеся угли с высоким выходом летучих веществ (угли США и Австралии) имеют цену выше, чем угли этих же стран со средним и низким выходом летучих веществ. Поэтому можно предположить, что и в 2014 году цена на хорошоспекающиеся угли с высоким выходом летучих веществ были не ниже, чем в 2008 году.

Установлено что, жирные угли Терсинского района по химико-технологическим параметрам близки к хорошоспекаюшимся ("Hard coking coal") углям США с высоким выходом летучих веществ и превосходят их по ряду параметров. Поэтому ориентировочная цена терсинских жирных углей, поставляемых на экспорт, должна быть не ниже стоимости углей США с высоким выходом летучих веществ, цена которых в 2010 г. колебалась от 162 до 177 долл./т (фоб). При различных экономических расчетах ориентировочную цену на терсинские жирные угли следует принимать по ценам на угли США с высоким выходом летучих веществ ("Hard coking coal"), действующим в расчетный период.

Что касается возможных цен на уголь и угольный концентрат Терсинского района на предприятиях – потенциальных потребителях этой продукции, то они (цены у потребителя) будут определяться договорными условиями, которые, по нашему мнению, должны учитывать не столько географическое положение отправителя и получателя, сколько уникальные технологические свойства (обогатимость и коксуемость) терсинского угля, т. е. выше, чем на жирные угли Кузнецкого [2] и Печорского бассейнов.

Таким образом, установлено:

1) Терсинские угли марки ГЖ+Ж обладают отличными качественными характеристиками: они природно малозольны по угольным пачкам (A^d до 10-12 %) и малосернисты (S^d_t,= 0,48-1,1 %), с низким содержанием фосфора (0,039-0,070%); при необходимости обогащения дают высокий (не менее 80 %) выход концентрата с низким содержанием золы (A^d = 5-6 %). Спекающие свойства углей уникальны и превосходят печорские угли той же марки, что фиксируется как отечественными, так и международными методами.
2) В шихтах российских и зарубежных металлургических комбинатов и коксогазовых заводов, где используются жирные угли, по качеству близкие к кузнецким, терсинские угли марки Ж могут составить вполне заметную конкуренцию. При этом за счет лучшего качества предполагается улучшение характеристик получаемого кокса по основным параметрам. Особенно эффективно использование терсинских углей в шихтах с высоким содержанием серы и золы.
3) На мировом рынке углей, подобных терсинским, в настоящее время недостаточно. Наиболее близки к ним по качеству хорошоспекающиеся американские угли с высоким выходом летучих веществ ("Hard coking coal"), цена которых на рынке угля (2010 г.) была на уровне 165-180 долл./т (фоб).
4) Потребность в углях высокого качества, такого как у терсинских углей, постоянно наблюдается как в России, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья. Эта тенденция сохранится и на перспективу.

Список литературы

1. Станкус В.М., Анферов Б.А., Кузнецова Л.В. Состояние и перспективы освоения Терсинского геолого-экономического района Кузбасса.// Уголь. 2006 № 11. –С. 37-41.

2. Шахматов В.Я. Исследование минерально-сырьевой базы высокотехнологичных запасов угольных месторождений Кузбасса.
/ ГИАБ ОВ №6 ИУ СО РАН, М.: изд.-во «Горная книга», 2013. –С. 56-63.

Работа выполняется при финансовой поддержке гранта РФФИ-регион № 13-05-98030 «Укрепление сырьевой базы угольной промышленности Кузбасса за счет освоения Терсинского геолого-экономического района»

Evaluation and comparison of coal quality on properties close to the fat coals of Tersinsky region of Kuzbass

Annotation: Evaluation of the coal quality with increased caking on the world market of coking coal as compared to fat coals of Tersinsky region of Kuzbass is spent.

Key words: comparison, coal quality, word market, coal of Tersinsky region.

УДК 622.3:338.45

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ВИДА ЩИТОВЫХ ПРОХОДЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ – ГЕОХОДА

Ст. преподаватель Нестерук Д.Н., ст. преподаватель Косовец А.В.
Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Юрга, Россия

Аннотация

Работа посвящена сравнительной оценке эффективности применения традиционной проходческой техники и нового вида щитовых проходческих агрегатов многоцелевого назначения – геоходов.

Полученные результаты достигнуты в ходе реализации комплексного проекта при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ. Договор №02.G25.31.0076

Annotation

The article is devoted to compare efficiency of applying a traditional tunneling techniques and a new kind of shield tunneling machines – geokhod.

The results were obtained in the course of project implementation with the financial support of the Ministry of Education and Science of Russian Federation. Contract №02.G25.31.0076.

Для обоснования применения геохода выполнено сравнение стоимости горнопроходческих работ, выполняемых проходческим комбайном, проходческим щитом и геоходом соответствующего диаметра.

Сравнительная стоимость горнопроходческих работ выполняемых проходческим комбайном и геоходом (таблицы 1-5).

Таблица 1 – Сравнение затрат на горнопроходческие работы, выполняемые комбайном ПК-ЭР и геоходом, диаметр выработки 2,1м.

Показатель	Единица измерения	Значение показателя		
		комбайн	геоход (арочная крепь)	геоход (винтовая крепь)
Сметная стоимость	руб.	14 271 546,33	13 142 922,77	11 633 525,07
Средства на оплату труда	руб.	2 351 929,06	2 274 929,45	2 274 929,45
Сечение в проходке	$м^2$	3,462	3,462	3,462
Диаметр	м	2,1	2,1	2,1
Длина	м	1000	1000	1000
Количество рабочих	чел.	4	4	4
Разряд	-	5	5	5
Уклон	град	До 13	До 13	До 13
Крепь	-	СВП-17	СВП-17	винтовая

Цена 1м. проходки	руб.	16623	15418	13908

Таблица 2 – Сравнения затрат на горнопроходческие работы, выполняемые комбайном ПК-ЭР и геоходом, диаметр выработки 2,6м

Показатель	Единица измерения	Значение показателя		
		комбайн	геоход (арочная крепь)	геоход (винтовая крепь)
Сметная стоимость	руб.	21 878 964,42	15 963 297,62	14 453 899,91
Средства на оплату труда	руб.	3 603 905,76	2 487 645,54	2 487 645,54
Сечение в проходке	$м^2$	5,307	5,307	5,307
Диаметр	м	2,6	2,6	2,6
Длина	м	1000	1000	1000
Количество рабочих	чел.	4	4	4
Разряд	-	5	5	5
Уклон	град	До 13	До 13	До 13
Крепь	-	СВП-19	СВП-19	винтовая
Цена 1м. проходки	руб.	25482,9	18450,9	16941,5

Таблица 3 – Сравнения затрат на горнопроходческие работы, выполняемые комбайном ПК-ЭР и геоходом, диаметр выработки 3,2м

Показатель	Единица измерения	Значение показателя		
		комбайн	Геоход (арочная крепь)	Геоход (винтовая крепь)
Сметная стоимость	руб.	33 142 329,03	20 139 852,70	18 630 455,00
Средства на оплату труда	руб.	5 459 657,65	2 802 646,38	2 802 646,38
Сечение в проходке	$м^2$	8,038	8,038	8,038
Диаметр	м	3,2	3,2	3,2
Длина	м	1000	1000	1000
Количество рабочих	чел.	5	5	5
Разряд	-	5	5	5
Уклон	град	До 13	До 13	До 13
Крепь	-	СВП-22	СВП-22	винтовая
Цена 1м. проходки	руб.	38602	22942,5	21433,1

Таблица 4 – Сравнения затрат на горнопроходческие работы, выполняемые комбайном ПК-ЭР и геоходом, диаметр выработки 4,1м

Показатель	Единица измерения	Значение показателя		
		комбайн	геоход (арочная крепь)	геоход (винтовая крепь)
Сметная стоимость	руб.	54 500 939,93	28 024 900,67	26 515 502,97
Средства на оплату труда	руб.	8 978 996,16	3 397 346,24	3 397 346,24
Сечение в проходке	$м^2$	13,2	13,2	13,2
Диаметр	м	4,1	4,1	4,1
Длина	м	1000	1000	1000
Количество рабочих	чел.	5	5	5
Разряд	-	5	5	5
Уклон	град	До 13	До 13	До 13

Крепь	-	СВП-27	СВП-27	винтовая
Цена 1м. проходки	руб.	63479,9	31422,2	29912,8

Таблица 5 – Сравнения затрат на горнопроходческие работы, выполняемые комбайном ГПКС и геоходом, диаметр выработки 5,6м

Показатель	Единица измерения	Значение показателя		
		комбайн	геоход (арочная крепь)	геоход (винтовая крепь)
Сметная стоимость	руб.	101 502 383,67	45 487 221,51	43 977 823,81
Средства на оплату труда	руб.	16 722 758,21	4 714 375,61	4 714 375,61
Сечение в проходке	$м^2$	24,62	24,62	24,62
Диаметр	м	5,6	5,6	5,6
Длина	м	1000	1000	1000
Количество рабочих	чел.	6	6	6
Разряд	-	5	5	5
Уклон	град	До 13	До 13	До 13
Крепь	-	СВП-33	СВП-33	винтовая
Цена 1м. проходки	руб.	118225	50201,6	48692,2

Полученные данные свидетельствуют об увеличении абсолютной экономии от использования геоходов в ходе горнопроходческих работ по сравнению с проходческими комбайнами. При увеличении диаметра геохода абсолютная экономия увеличивается (таблица 6).

Таблица 6 – Абсолютная экономия на 1м. проходки при применении геоходов совместно с арочной и винтовой крепью по сравнению с проходческими комбайнами

Диаметр, м.	Геоход с арочной крепью, руб.	Геоход с винтовой крепью, руб.
2,1	1205,62	2715,02
2,6	7031,93	8541,33
3,2	15659,49	17268,89
4,1	32057,69	33567,09
5,6	68023,54	69532,94

Данные таблицы 6 отображены на рисунке 1

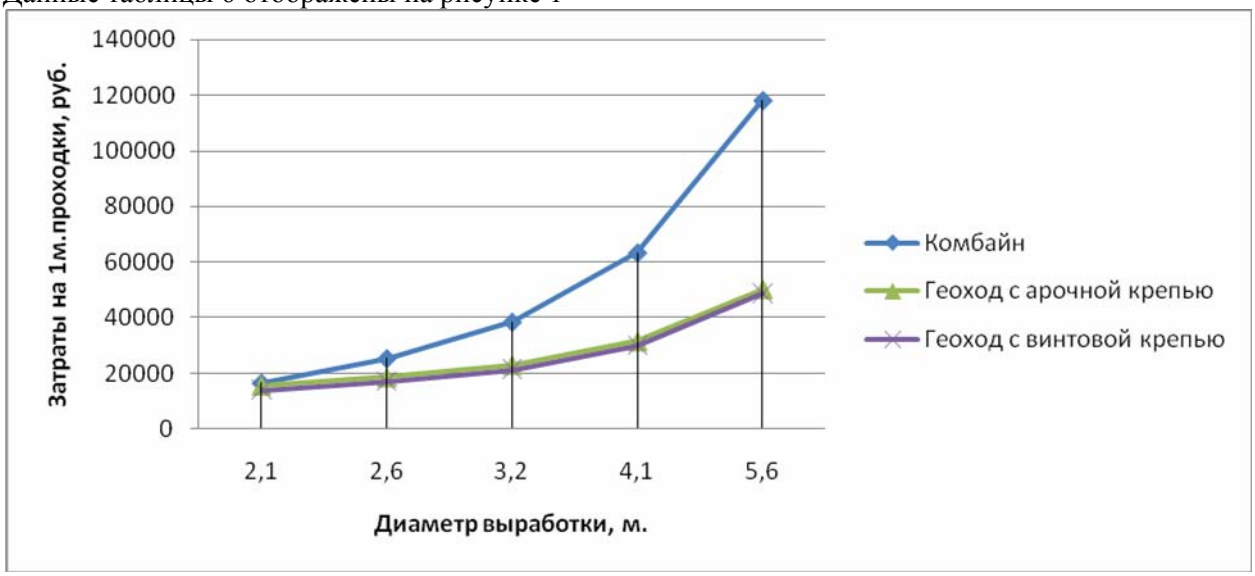


Рисунок 1 – Зависимость величины затрат на 1 м. проходки проходческим комбайном и геоходом от диаметра выработки

Сравнительная стоимость горнопроходческих работ выполняемых проходческим щитом и геоходом соответствующего диаметра (таблицы 7-11).

Таблица 7 – Сравнения затрат на горнопроходческие работы, выполняемые проходческим щитом и геоходом (диаметр выработки – ∅2,1м.)

Показатель	Единица измерения	Значение показателя		
		проходческий щит	геоход (арочная крепь)	геоход (винтовая крепь)
Сметная стоимость	руб.	18 614 465,22	16 528 301,94	13 393 941,45
Средства на оплату труда	руб.	1 952 124,59	1 952 124,59	1 952 124,59
Сечение в проходке	$м^2$	3,462	3,462	3,462
Диаметр	м	2,1	2,1	2,1
Длина	м	1000	1000	1000
Количество рабочих	чел.	6	6	6
Разряд	-	5	5	5
Уклон	град	До 13	До 13	До 13
Тюбинги	-	обычные	обычные	новой конструкции
Цена 1м. проходки	руб.	20566,6	18480,4	15346,1

Таблица 8 – Сравнения затрат на горнопроходческие работы, выполняемые проходческим щитом и геоходом (диаметр выработки – ∅2,6м.)

Показатель	Единица измерения	Значение показателя		
		проходческий щит	геоход (арочная крепь)	геоход (винтовая крепь)
Сметная стоимость	руб.	28 885 260,55	25 339 272,67	20 534 486,36
Средства на оплату труда	руб.	2 993 600,41	2 993 600,41	2 993 600,41
Сечение в проходке	$м^2$	5,307	5,307	5,307
Диаметр	м	2,6	2,6	2,6
Длина	м	1000	1000	1000
Количество рабочих	чел.	6	6	6
Разряд	-	5	5	5
Уклон	град	До 13	До 13	До 13
Тюбинги	-	обычные	обычные	новой конструкции
Цена 1м. проходки	руб.	31878,9	28332,9	23528,1

Таблица 9 – Сравнения затрат на горнопроходческие работы, выполняемые проходческим щитом и геоходом (диаметр выработки – ∅3,2м.)

Показатель	Единица измерения	Значение показателя		
		проходческий щит	геоход (арочная крепь)	геоход (винтовая крепь)
Сметная стоимость	руб.	44 324 364,81	38 380 559,73	31 103 260,72
Средства на оплату труда	руб.	4 531 311,62	4 534 311,62	4 534 311,62
Сечение в проходке	$м^2$	8,038	8,038	8,038
Диаметр	м	3,2	3,2	3,2
Длина	м	1000	1000	1000
Количество рабочих	чел.	6	6	6
Разряд	-	5	5	5
Уклон	град	До 13	До 13	До 13
Тюбинги	-	обычные	обычные	новой конструкции
Цена 1м. проходки	руб.	48855,7	42914,9	35637,6

Таблица 10 – Сравнения затрат на горнопроходческие работы, выполняемые проходческим щитом и геоходом (диаметр выработки – ∅4,1м.)

Показатель	Единица измерения	Значение показателя		
		проходческий щит	геоход (арочная крепь)	геоход (винтовая крепь)
Сметная стоимость	руб.	69 421 127,16	63 006 468,79	51 059 241,68
Средства на оплату труда	руб.	7 443 092,24	7 443 092,24	7 443 092,24
Сечение в проходке	$м^2$	13,2	13,2	13,2
Диаметр	м	4,1	4,1	4,1
Длина	м	1000	1000	1000
Количество рабочих	чел.	8	7	7
Разряд	-	5	5	5
Уклон	град	До 13	До 13	До 13
Тюбинги	-	обычные	обычные	новой конструкции
Цена 1м. проходки	руб.	76864,2	70449,6	58502,3

Таблица 11 – Сравнения затрат на горнопроходческие работы, выполняемые проходческим щитом и геоходом (диаметр выработки – ∅5,6м.)

Показатель	Единица измерения	Значение показателя		
		проходческий щит	геоход (арочная крепь)	геоход (винтовая крепь)
Сметная стоимость	руб.	129 662 979,58	114 356 288,52	93 024 812,99
Средства на оплату труда	руб.	13 514 050,12	13 514 050,12	13 514 050,12
Сечение в проходке	$м^2$	24,62	24,62	24,62
Диаметр	м	5,6	5,6	5,6
Длина	м	1000	1000	1000
Количество рабочих	чел.	8	8	8
Разряд	-	5	5	5
Уклон	град	До 13	До 13	До 13
Тюбинги	-	обычные	обычные	новой конструкции
Цена 1м. проходки	руб.	143177	127870	106539

Полученные данные свидетельствуют об увеличении абсолютной экономии от использования геоходов в ходе горнопроходческих работ по сравнению с проходческими щитами. При увеличении диаметра геохода абсолютная экономия увеличивается (таблица 12).

Таблица 12 – Абсолютная экономия на 1м. проходки при применении геоходов совместно с арочной и винтовой крепью по сравнению со щитовыми проходческими комплексами

Диаметр, м.	Геоход с арочной крепью, руб.	Геоход с винтовой крепью, руб.
2,1	2086,16	5220,52
2,6	3545,99	8350,77
3,2	5940,81	13218,10
4,1	6414,66	18361,89
5,6	15306,69	36638,17

Данные таблицы 12 отражены на рисунке 2.

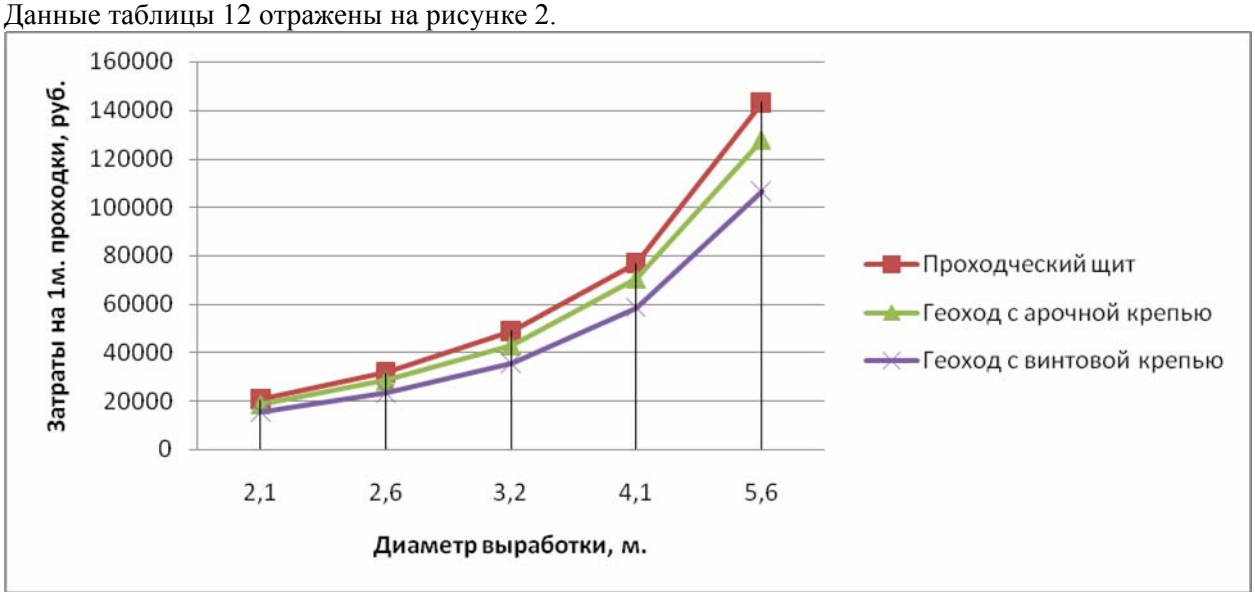


Рисунок 2 – Зависимость величины затрат на 1 м. проходки

Рисунок 2 – Зависимость величины затрат на 1 м. проходки
проходческим щитом и геоходом от диаметра выработки

Заключение

Величина относительной экономии на один метр проходки, при использовании различных типоразмеров техники, изменяется от 7,25% до 57,54 при использовании геохода с арочной крепью и от 16,33% до 58,81% при использовании геохода с винтовой крепью.

Таким образом расчет затрат на выполнение горнопроходческих работ с использованием различных видов техники, конструкций крепи и обделки доказывает, что стоимость работ с использованием геохода и винтовой крепи являются минимальными.

Литература

1. “Методические указания по оценке эффективности инвестиционных проектов и их для финансирования”, М. “Информэлектро”, 1990г.

2. Гончаренко, Л.П. Менеджмент инвестиций и инноваций: учебник. – М.: КНОРУС, 2009. – 160с.

3. Карпунин, М.Г. Функционально-стоимостной анализ в отраслевом управлении эффективностью / М.Г. Карпунин, Б.И. Майданчик. - М.: Экономика-1993.–200с

4. ГОСТ 2.118-73

5. http://lib.podelise.ru/docs/34476/index-912.html?page=14

УДК 661.62(517.17)

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ТЭК КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ И СИСТЕМНАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ОТ ЕГО ПОДСИСТЕМ

Новоселов Сергей Вениаминович, к.э.н., академик РСО МАНЭБ, г. Кемерово
Голик Анатолий Степанович, д.т.н., Президент РСО МАНЭБ, г. Кемерово
Зубарева Вера Андреевна, к.т.н., академик РСО МАНЭБ, г. Кемерово

В статье раскрыты основы тенденций развития и системной оценки подсистем регионального ТЭК Кемеровской области в аспекте антропогенной нагрузки
The article reveals the basis of trends in the development and systematic evaluation of the subsystems of the regional fuel and energy complex of the Kemerovo region in the aspect of anthropogenic load

Актуальность системных оценок, развития экономических объектов и процессов, продиктована необходимостью создания методик достоверных оценок развития экономических объектов, по сравнению с действующими, особенно в условиях перманентно повышающейся нестабильности мировой экономики и экономик стран. Системные оценки имеют следующие преимущества перед комплексными, балансовыми, индексными, ранговыми и тем более вербальными:

- во-первых, система, как известно, охватывает наиболее полно рассматриваемый объект, характеризует все его элементы, связи между ними, характеристики и параметры функционирования и развития;
- во-вторых, системная оценка, предполагает использовать системный критерий, который наиболее удобен при оценке неоднородных экономических процессов и систем;
- в-третьих , системная оценка, позволить быстро и достоверно выявить «неэффективные» элементы в системе регионального ТЭК – «слабые звенья»;
- в-четвертых, при автоматизации расчетов системного критерия оценки, можно оперативно и рационально оптимизировать и корректировать стратегические планы и цели, на любом этапе развития экономической системы, что особенно важно для регионального госменеджмента.

В данной статье, авторы приводят наиболее простой метод рассмотрения системы регионального ТЭК Кемеровской области, в виде общеизвестного в системном анализе - «черного ящика» и оценку антропогенной нагрузки в подсистемах регионального ТЭК Кемеровской области. В результате анализа фактографических материалов выделены следующие основные тенденции современного развития ТЭК Кемеровской области на период 2020-2030гг.:

- поиск и освоение новых ресурсных месторождений ТЭР;
-строительство новых энергетических производств регионального ТЭК;
- расширение транспортно-коммуникационной системы;
- расширение экспорта энергоресурсов из региона;
- формирование новых форм организационно-технологических систем;
-формирование высокорентабельных энергопроизводств;
- формирование технологий замкнутого цикла;
- формирование экологически чистых производств.

На современном этапе развития, для регионального ТЭК стратегические тенденции определены инновационным развитием, связанным с требованием конъюнктуры энергетического рынка и энергетической безопасностью страны. Значимый показатель, который необходимо учитывать при разработке стратегических альтернатив развития это экологическая нагрузка на территорию. Согласно, Материалов к государственному отчету» «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2011», часть III, при пересчете на тонны условного топлива, рассчитано удельное количество выбросов загрязняющих веществ, приходящихся на условную тонну продукции отраслей ТЭК. Соответственно, после несложных расчетов, получена следующая системная оценка «входов: выходов» по экологическому фактору, в виде «черного ящика» для подсистем регионального ТЭК Кемеровской области (табл. 1).

Таблица 1

Оценка антропогенной нагрузки в подсистемах регионального ТЭК Кемеровской области

Наименование элемента системы ТЭК	**Входы (загрязняющие вещества) , млн.т**	**«Черный ящик» ТЭК (загрязняющие вещества), млн.т**	**Выходы (загрязняющие вещества), млн.т**
Параметр подсистемы	0,0276	0,043	0,174
Коэффициент соотношения подсистем	1	1,55	6,3

Анализируя табл.1, очевиден вывод, что на выходе ТЭК наибольшая антропогенная нагрузка на окружающую среду региона(это для ТЭК Кемеровской области, а для других регионов ситуация может быть совершенно другая). При реализации стратегии важно, какой эффект она дает в будущем и какая при этом будет антропогенная нагрузка. Поэтому необходим прогноз как результатов стратегии на выбранный стратегический горизонт, так и объемов антропогенной нагрузки, рассчитанных хотя бы методом экстраполяции. Сравнение стратегических альтернатив развития по экологической нагрузке, рассчитанной при учете фактических темпов антропогенного загрязнения на региональную экосистему приведено в табл.2.

Таблица 2

Прогнозная оценка стратегических альтернатив развития ТЭК Кемеровской области по экологической нагрузке на период 2030г.

Наименование варианта стратегического развития ТЭК		Объем производства ТЭР[1] региональным ТЭК в 2030 год, тут	Удельное количество выбросов загрязняющих веществ, приходящихся на 1 условную тонну продукции отраслей ТЭК тн/тут	Антропогенная нагрузка на регион подсистемами ТЭК , тн	Суммарная антропогенная нагрузка на регион подсистемами ТЭК , тн (место)
Максимальный вариант	Угледобыча	317892260	0,001	317892	375641 (III)
	Электроэнергетика	4699999		46999	
	Теплоэнергетика	7750000		7750	
	Добыча метана	3000000		3000	
Средний вариант	Угледобыча	219999994		220000	262974 (II)
	Электроэнергетика	3299997		32999	
	Теплоэнергетика	6975000		6975	
	Добыча метана	3000000		3000	
Минимальный вариант	Угледобыча	193548390		193548	220433 (I)
	Электроэнергетика	1699998		16999	
	Теплоэнергетика	5986000		5986	
	Добыча метана	3900000		3900	
Поэтапная трансформация регионального ТЭК	Угледобыча	259150000		259150	272905 (IV) **147368 (I)**[2]
	Электроэнергетика	5475000		5475	
	Теплоэнергетика	6820000		6820	
	Добыча метана	1460000		1460	

Анализируя табл.2 видно, что антропогенная нагрузка на экосистему региона возрастает пропорционально выпускаемой продукции в региональном ТЭК, поэтому при стратегии поэтапной

трансформации регионального ТЭК, реализуется политика поэтапного снижения энергоемкости продукции и энергосбережения. Кроме того, согласно ЭС-2020 на период 2020 года устанавливается снижение энергоемкости ВВР на 42-46%, и по ЭС-2030 на период 2030 года определяется более радикальное снижение удельной энергоемкости валового внутреннего продукта - более чем в 2 раза, а удельной электроемкости валового внутреннего продукта - не менее чем в 1,6 раза. При таком подходе, вариант поэтапной трансформации регионального ТЭК приближается по антропогенному загрязнению к варианту минимального развития производства ТЭР в регионе.

Сравнивая все варианты стратегического развития очевидно, что вариант поэтапной трансформации регионального ТЭК выигрывает у всех альтернатив. Данная стратегическая альтернатива развития регионального ТЭК Кемеровской области на период 2020-2030гг характеризуется вводом новых энергетических мощностей, которые запланированы Правительством Российской Федерации. Кроме того, предусматривается реализация инновационных проектов кластерной организации в отраслях ТЭК, согласно, Программе развития углехимического кластера Кемеровской области на период 2012- 2020 гг. Следующий, важный момент, данной стратегической альтернативы это обязательное снижение энергоемкости ВРП, согласно требований ЭС-2020 и ЭС-2030 и Закона Кемеровской области №9-03 «Об энергосбережении Кемеровской области», что в целом также предопределяет снижение антропогенной нагрузки на экологию региона и , как следствие, дает возможность ТЭК Кузбасса на период 2030г. стать экологоэффективным.

Резюмируя, можно отметить, что вышеприведенное доказывает рациональность стратегической альтернативы развития регионального ТЭК Кузбасса по варианту поэтапной трансформации - « энергоемкий → энергоэффективный → экологоэффективный», в соответствии с реализацией положений ЭС-2020 и ЭС-2030.

УДК 622.33.013(571.53) «312/313»

ТЕНДЕНЦИИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

д.т.н. А.Д. Соколов, к.т.н. Л.Н. Такайшвили
Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается ресурсный потенциал угольной промышленности Байкальского региона. Дан анализ существующего состояния отрасли и прогноз потребности в угле Байкальского региона и востребованной добычи угля на перспективу до 2030 г. Приведен баланс угля в регионе и сформулированы приоритеты развития отрасли в регионе.

Ресурсный потенциал

Байкальский регион: Иркутская область, Республика Бурятия и Забайкальский край, располагает значительными ресурсами и запасами углей. На долю Байкальского региона приходится 32,5 млрд т прогнозных ресурсов или 0,8% ресурсов Российской Федерации, и 7% (13,4 млрд т) разведанных запасов по категориям (A+B+C1) [1]. Отношение балансовых запасов угля к его ресурсам в целом по России составляет 4,9 %, в Байкальском регионе – 41,4 %. Это указывает на высокую степень изученности и освоенности месторождений региона. Запасы угля, составляющие минерально-сырьевую базу Байкальского региона, весьма неоднородны по своему составу, качественным характеристикам и промышленной значимости. Большинство месторождений Байкальского региона отличается благоприятными условиями залегания углей: повышенным количеством угольных пластов, наличием мощных пологих пластов с неглубоким залеганием, что позволяет вести разработку углей наиболее эффективным – открытым способом. Разрабатываемые и подготовленные к освоению балансовые запасы угля составляют 40% от суммарных запасов и расположены на территориях с развитой инфраструктурой. Наиболее перспективными для разработки, в том числе для поставок на экспорт являются месторождения: Ишидейское и Вознесенское в Иркутской области, Никольское в Республике Бурятия, Апсатское, Зашуланское, Татауровское, Читкандинское и Красночикойское в Забайкальском крае. При уровнях добычи 2012 г. (35.5 млн т/год) обеспеченность запасами углей составляет более 350 лет. Ресурсная база позволяет нарастить производственные мощности по добыче угля добыче угля к

2030 г. до 170 млн т., с учетом нового строительства и технического перевооружения действующих разрезов.

Существующее состояние угольная промышленность

Угольная промышленность имеет важнейшее значение для экономики Байкальского региона, обеспечивая предприятия электро-, теплоэнергетики, население и промышленные производства топливом. В структуре потребления топлива региона на долю угля приходится около 60%.

Добыча угля в Байкальском регионе ведется на 14 разрезах, суммарной производственной мощностью – 40,7 млн т, а так же действуют 2 обогатительные фабрики мощностью по переработке 12 млн т. в год. В 2012 г. в Байкальском регионе добыто 35,5 млн т угля, что соответствует 10,2% от общей добычи в стране. Использование производственных мощностей составило 91%. Переработано на обогатительных фабриках 11 млн. т. Доля угля от добычи в переработке составила 30% это ниже, чем в целом по стране (39%). Потребление угля составило 28,6 млн. т или 11,7% от общего потребления в стране. Уголь Байкальского региона поставляется на экспорт и, в небольших количествах, в соседние регионы. В 2012 г поставлено в регионы России 0,5 млн. т, а на экспорт - 9,2 млн.т угля. Добыча угля в регионе к 2012 г. возросла по сравнению с 2000 г. на 3,5 млн.т (рис.1) [2-4]. Нестабильность объемов добычи до 2009 г. связана, в основном, с климатическими условиями: теплая - холодная зима и водностью рек. С 2011 г произошел рост объемов добычи, обусловленный ростом объемов добычи тугнуйского угля с 6,9 млн т в 2010 г до 12,5 млн т в 2012 г и поставок этого угля на экспорт.

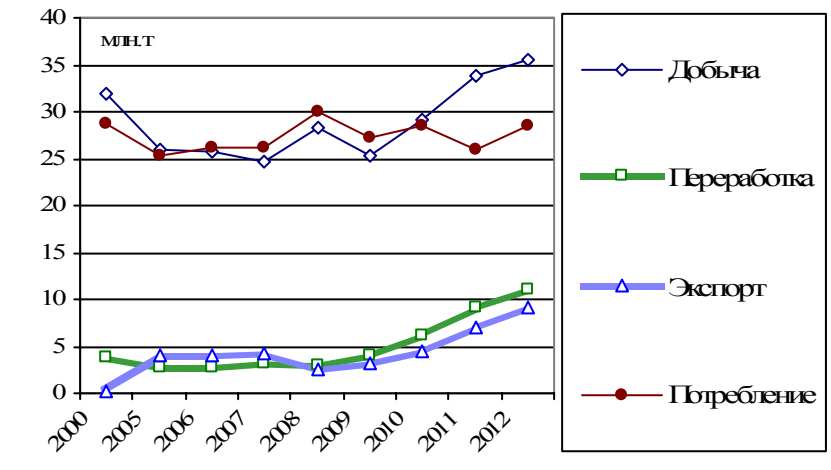


Рисунок 1 – Динамика показателей функционирования угольной промышленности Байкальского региона

За пределы региона поставляются, в основном, черемховский, азейский и читинский угли в регионы Восточной Сибири и Дальнего Востока. Динамика поставок этих углей в регионы Российский Федерации имеет тенденцию к сокращению. Объемы поставок в регионы России сократились с 6,2 млн т в 2000 г до 0,8 млн. т в 2012 г или почти в 8 раза. Это связано с развитием угледобычи и газификации потребителей на Востоке России.

Ключевыми проблемами развития угольной промышленности Байкальского региона являются:

- высокая степень износа основного и вспомогательного оборудования;
- социально-экономические проблемы, связанные со снижением спроса на уголь как внутри региона, так и за его пределами;
- сложные условия отработки отдельных месторождений;
- низкий уровень производительности труда на отдельных предприятиях;
- недоиспользование производственных мощностей угледобывающих.

Прогноз развития угольной промышленности

Для прогнозирования развития угольной промышленности Байкальского региона использовались инструментальные средства, созданные в ИСЭМ СО РАН для исследований перспектив развития УП страны и регионов. Инструментальные средства включают: систему моделей, схему исследования [5,6] и информационно - модельный комплекс УГОЛЬ, предназначенный для автоматизации этапов исследований.

Перспективная потребность в угле рассчитана на основе оценки потребности в угле на ТЭС, котельных и прочими потребителями, возможных поставок угля на экспорт и в другие регионы России, строительства электростанций на угле для экспорта электроэнергии. Поставки углей Байкальского региона в регионы России имеют тенденцию к сокращению и не могут оказать существенного влияния на уровни угледобычи. Диапазон неопределенности потребления угля обусловлен возможными вариантами развития энергетики, вариантами газификации потребителей.

Потребление угля в Байкальском регионе в рассматриваемый период с 2012 до 2030 гг. может возрасти с 16,3 млн т у.т. в 2012 г. до 18,9-29,6 млн т у.т. к 2030 г. При этом предполагается, что 78 -84%

угля потребляемого в регионе в 2030 г. будет сжигаться на электростанциях. Экспорт угля может возрасти с 9,7 млн.т в 2012 г. до 13-20 млн. т к 2030 г.

Прогноз развития добычи угля базируется, в основном, на прогнозе потребности в угле и ограничениях на ресурсы, потенциальных возможностях развития угольной промышленности региона, а также учтены возможности транспортной инфраструктуры.

Для обеспечения прогнозируемой внутренней потребности в угле в субъектах федерации Байкальского региона и прогнозируемых экспортных поставок добыча угля к 2030 г должна составить 44-70 млн. т.

Прирост добычи обеспечивается за счет развития угледобычи:

- в Иркутской области - развитие угледобычи на новом Головинском участке Черемховского разреза и увеличения мощности Мугунского и Азейского разрезов;
- в Республике Бурятия – освоение мощности разреза Пласт Верхний III и Угольного разреза и строительство нового Никольского;
- в Забайкальском крае - увеличение добычи на Тугнуйском и Харанорском разрезах и строительство новых предприятий на Красночикойском, Татауровском и Апсатском месторождениях.

Баланс угля

В рассматриваемой перспективе Байкальский регион практически полностью обеспечен собственными ресурсами угля (таблица 1). Ввоз кузнецких, якутских и канско-ачинских углей обусловлен экономическими и технологическими причинами. В европейскую часть России будут поставляются в незначительном количестве черемховские угли и на Дальний Восток - забайкальские угли. На экспорт предполагается увеличить поставки углей за счет развития добычи высококачественных углей в Забайкальском крае на Тугнуйском и Апсатском месторождениях. Основные импортеры углей Байкальского региона это Китай, Япония и Северная и Южная Корея.

Приоритеты развития угольной промышленности Байкальского региона

Стратегическими приоритетами развития угольной промышленности Байкальского региона в перспективе до 2030 г. являются:

- надёжное обеспечение экономики и населения региона и экспортных потребностей высококачественным твёрдым топливом и продуктами его переработки;
- обеспечение конкурентоспособности угольной продукции в условиях насыщенности рынка альтернативными энергоресурсами;
- устойчивое и безопасное развитие угольной отрасли на основе современного научно-технического потенциала и технологий, отвечающих экологическим нормам.

Таблица 1 -Баланс угля Байкальского региона, млн т у.т./год

Статья баланса	Год		
	2015	2020	2030
Ресурсы из добычи Ввоз	21,3-20,9 3,7	22,4-36,0 3,1	27,7-42,7 3,1
Ресурсы, всего	24,0-24,6	25,5-39,1	30,8-45,8
Вывоз в том числе экспорт	6,0-6,3 5,8-6,1	6,2-8,6 6,3-8,5	10,6 10,6
Потребление	18,0-18,3	19,2-30,5	24,5-35,2

***

Выполненные исследования возможностей развития угольной промышленности Байкальского региона страны показывает, что Байкальский регион обладает значительным потенциалом как для обеспечения внутренней потребности в угле и потребности в угле для экспортных электростанций, так и для наращивания экспорта угля.

Литература

1. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2013 года. Вып. 91, Уголь, Том VII, Сибирский федеральный округ, часть 1. – М.: Министерство Природных Ресурсов Российской Федерации, Федеральное агентство по недропользованию, Российский Федеральный геологический фонд, 2013.-304 с.
2. Статистические сборники ГП 'ЦДУ ТЭК
3. Угольная промышленность Российской Федерации, Т.1./ Стат. сборники за 2001-2012 гг. – М.: Росинформуголь.

4. ТЭК России, №2, 2012 г.
5. Соколов А.Д., Такайшвили Л.Н. Инструментальные средства для исследования угольной промышленности // Информационные технологии в науке и образовании // Труды Всероссийской конференции - Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2002, с 116-121.
6. Соколов А.Д., Такайшвили Л.Н. Моделирование и оптимизация развития угольной промышленности в условиях рынка //Пятые Мелентьевские теоретические чтения. Материалы научно-практической конференции / Москва, 8 - 9 декабря 2004 г. - М: Изд-во ИНЭИ РАН, 2004. С. 281-291

УДК 622.014.5.

ОСВОЕНИЕ ТЕРСИНСКОГО ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА КУЗБАССА И ФОРМИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗМЕЩЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ.

Федорин В.А. д.т.н., зав. лабораторией эффективных технологий разработки угольных месторождений, Татаринова О.А., м.н.с. Института угля СО РАН, г. Кемерово

Идея динамического освоения шахтного поля получила развитие в концепции угледобывающего комплекса [1] состоящего из добычных модулей - участков, осуществляющих независимые друг от друга вскрытие, добычу и транспорт полезного ископаемого на поверхность, а также весь комплекс обслуживающих операций. Связь добычных модулей в единый комплекс осуществляется транспортным коридором на поверхности месторождения.

Проблемой освоения угольных месторождений Терсинского геолого-экономического района (ГЭР) является их отдаленность от рынков сбыта сырья и недостаточно развитая или отсутствующая инфраструктура. Данная работа рассматривает метод решения очередности освоения угольных месторождений Терсинского ГЭР с позиции транспортной логистики. В качестве объекта исследования выбран Терсинский геолого-экономический район. Терсинский угленосный район - это один из 25 геолого-экономических районов Кузнецкого бассейна. Район занимает площадь около 2600 км^2 в юго–восточной части Кузнецкого бассейна, граничит с Ерунаковским, Центральным, Салтымаковским, Томь–Усинским, Тутуясским и Байдаевским районами.

Сложностью освоения Терсинского ГЭР является его отдаленность и недостаточно развитая инфраструктура, а так же важной особенностью района является то, что на севере и востоке района нет промышленно развитых соседей. Требования охраны природы являются одним из важнейших факторов, влияющих на условия развития и размещения объектов на территории района. Таким образом, исходные принципы освоения Терсинского района обусловлены экономическими, технологическими, экологическими и социальными требованиями. Генеральная схема развития района должна предусмотреть: опережающее развитие производственной и социальной инфраструктуры; комплексную оценку и использование всех ресурсов ГЭР; рациональное использование биоресурсов природнотерриториального комплекса района; реализацию проектов горных предприятий только нового поколения, позволяющих с наименьшими затратами и нагрузкой на экологию развивать необходимые производственные мощности по добыче угля; обеспечение охраны окружающей среды за счет перехода к экологически чистым, безотходным и комплексным технологиям добычи, переработки и транспортирования горной массы [2].

Этот район почти не освоен, здесь имеются большие возможности расширения сырьевой базы. При комплексном освоении Терсинского ГЭР следует принять тактику, сочетающую развитие добычи угля и дальнейшее геологическое изучение месторождений полезных ископаемых в направлениях на север и восток. Интенсивное освоение угольных месторождения невозможно без соответствующей транспортной инфраструктуры, оптимизации транспортных сетей, рациональным размещением технологических объектов, выделением первоочередных участков угольных месторождений [3].

В качестве алгоритма поиска оптимальных маршрутов используется принцип оптимальности Беллмана [4], позволяющий достаточно точно найти несколько оптимальных вариантов в условиях сложного рельефа местности. Данный алгоритм позволяет рассчитать оптимальные трассы для

различных видов транспорта между двумя или несколькими пунктами в условиях сложного рельефа местности.

Для решения задачи размещения трассы коммуникационного коридора на поверхности Терсинского Геолого-экономического района использован метод динамического программирования в модификации [5].

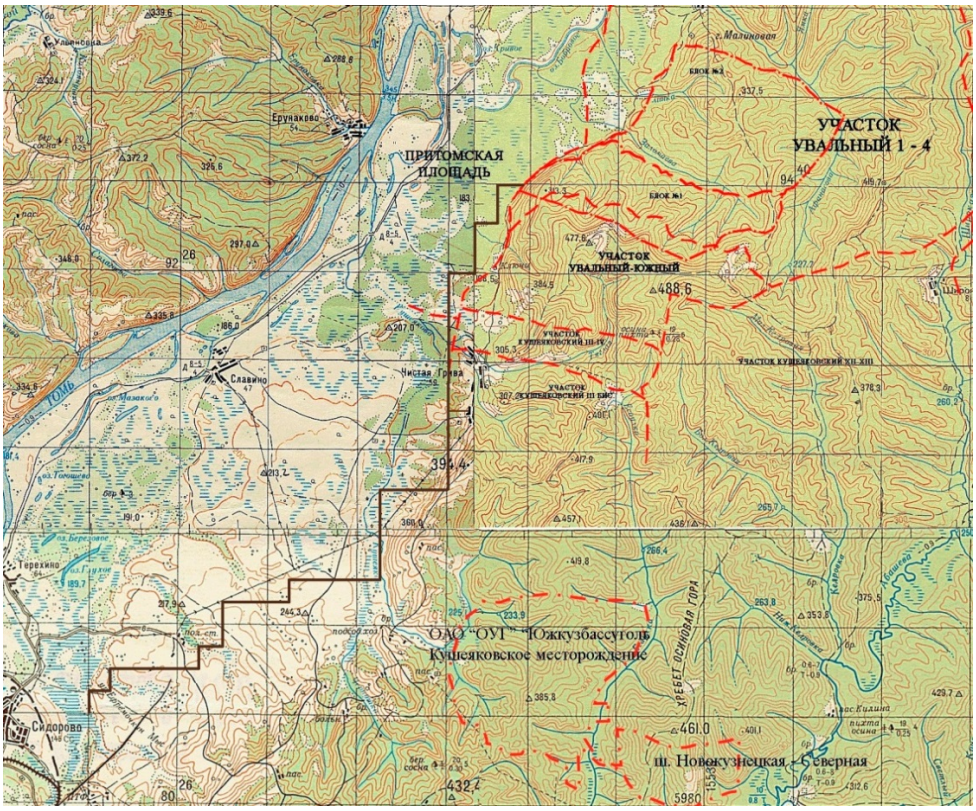


Рис. 1. Размещение коммуникационного коридора на поверхности Терсинского геолого-экономического района Кузбасса.

В результате использования метода была получена транспортно-технологическая характеристика на поверхности Терсинского ГЭР. Найдена оптимальная точка примыкания коммуникационного коридора к первоочередному участку Увальный Южный. Следовательно, промышленную площадку следует закладывать в этой точке. В этом случае все затраты по работе транспорта будут минимальными. Также при решении данной задачи можно оценить любую точку в пределах просчитанного участка.

В ИГД и Институте угля СО РАН установлен ряд новых закономерностей в области оптимизации транспортных сетей угледобывающих предприятий, разработан ряд алгоритмов для оптимизации транспортных сетей, использующих градиентные стратегии и динамическое программирование [6].

По результатам технологической оценки всего Терсинского ГЭР определены первоочередные участки для освоения. Строительство угледобывающего комплекса (УДК) "Увальный" предлагается на запасах геологических участков Увального 1-4 и Увального-Южного, которые располагаются в Терсинском геолого-экономическом районе Кузбасса.

Предварительное освоение Терсинского ГЭР рекомендовано начать с участка Увальный Южный. И на основе анализа построенной транспортно-технологической характеристики всего Терсинского ГЭР были определены участки для первоочередного освоения и оптимальная трасса коммуникационного коридора на территории ГЭР, обеспечивающая доступ к месторождениям полезных ископаемых, пригодным для промышленного освоения и выбрана оптимальная схема вскрытия для данных горно-геологических условий месторождения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-05-98030 р_сибирь_а.

Список литературы:

1. Ялевский В.Д., Федорин В.А. Модульные горнотехнологические структуры вскрытия и подготовки шахтных полей Кузбасса (Теория. Опыт. Проекты.). – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. – 224 с. Ил.

2. Станкус, В.М. Состояние и перспективы освоения Терсинского геолого-экономического района Кузбасса./ Анферов, Б.А., Кузнецова, Л.В.// М.: Уголь №11, 2006. С.37-40.
3. Татаринова, О.А. Принципы транспортной логистики в эффективном освоении угольных месторождений. Отдельный выпуск Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Издательство «ГОРНАЯ КНИГА» №ОВ6. 2013. – С 122 127.
4. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. М., Наука, 1965.
5. Стрекачинский Г.А. Теория и численные модели вскрытия месторождений. – Новосибирск: Наука СО, 1983. 237 с.
6. Клишин В.И., Ордин А.А., Ческидов В.И., Федорин В.А. Основы концепции оценки предельных объемов добычи угля открытым и подземным способами в Кузбассе. Отдельный выпуск Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Издательство «ГОРНАЯ КНИГА» №ОВ7. 2009. – С 47 52.

УДК 622.014.5
Освоение Терсинского геолого-экономического района Кузбасса и формирование характеристик размещения транспортных коммуникаций./ Татаринова О.А.,// 2014, № #. С. #-#.

Данная работа рассматривает метод решения очередности освоения угольных месторождений Терсинского геолого-экономического района с позиции транспортной логистики.

Ключевые слова: месторождение, промплощадка, шахтное поле, транспортная логистика, грузоперевозки, инфраструктура

Илл.1. Библ.6
UDC 622.014.5
Mastering Tersinskogo geological and economic district of Kuzbass and formation flow characteristics of transport communications./ Tatarinova O.A.,// 2014, № #. P. # - #.

This paper discusses the method of solving the priority development of coal deposits Tersinskogo geological and economic region with the position of transport logistics.

Keywords: mine, mine site, mine field, transport logistics, cargo, infrastructure

Федорин Валерий Александрович
докт.техн.наук, зав. Лабораторией эффективных технологий разработки угольных месторождений, Института угля СО РАН, 650065,
г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10, тел.(3842) 45-20-61,
E-mail: fva@icc.kemsc.ru

Татаринова Оксана Андреевна
мл. науч. сотр. Института угля СО РАН, 650065, г. Кемерово,

пр. Ленинградский, 10, тел.(3842)74-13-37,E-mail: TatarinovaOA@yandex.ru

РАЗДЕЛ II: НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 622.85:622.882.003

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ФОРМИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ ОТРАБОТАННОЙ ЧАСТИ БЕРЕЗОВСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Зеньков И.В., старший научный сотрудник,
СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, РФ, г. Красноярск
Шестакова М.И., студент, Иркутский государственный
технический университет, РФ, г. Иркутск
Чередков В.Д., студент, Сибирский государственный аэрокосмический
университет им. академика М.Ф. Решетнева, РФ, г. Красноярск
Барадулин И.М., студент, Красноярский государственный
аграрный университет, РФ, г. Красноярск
Труханов Е.В., студент, Сибирский государственный аэрокосмический
университет им. академика М.Ф. Решетнева, РФ, г. Красноярск

Аннотация.

В статье представлены результаты космического зондирования наземных растительных экосистем на породных отвалах угольного разреза «Березовский». Выявлена динамика формирования и развития растительных экосистем на внешних и внутренних породных отвалах, отсыпанных в разные периоды строительства и отработки Березовского буроугольного месторождения.

Summary: results of space sounding of land vegetable ecosystems are presented in article on pedigree dumps of coal coal mine "Berezovsky". Dynamics of formation and development of vegetable ecosystems on the external and internal pedigree dumps which have been poured out during the different periods of construction and working off of "Berezovsky" of a burougolny field is revealed.

В период развитого социализма, в бывшем СССР генеральная ставка в развитии тепловой угольной генерации делалась на строительство крупных угольных разрезов с мощностью 55 млн. т угля в год и тепловых станций с турбоагрегатами с большой единичной мощностью (КАТЭК). Разрез «Березовский» (начало строительства 1975 г.) является пионером в угольной промышленности, для природно-климатических условий которого была спроектирована, а впоследствии внедрена технология открытых горных работ с применением конвейерного транспорта как на вскрышных, так и на добычных работах.

С позиции получения новых знаний в области геоэкологии в горно-перерабатывающей промышленности научно-практический интерес представляет отработанная территория Березовского месторождения. Учитывая временные этапы отработки месторождения, мы разделили отсыпанные в разное время породные отвалы на секторы, представленные схематично на рис. 1.

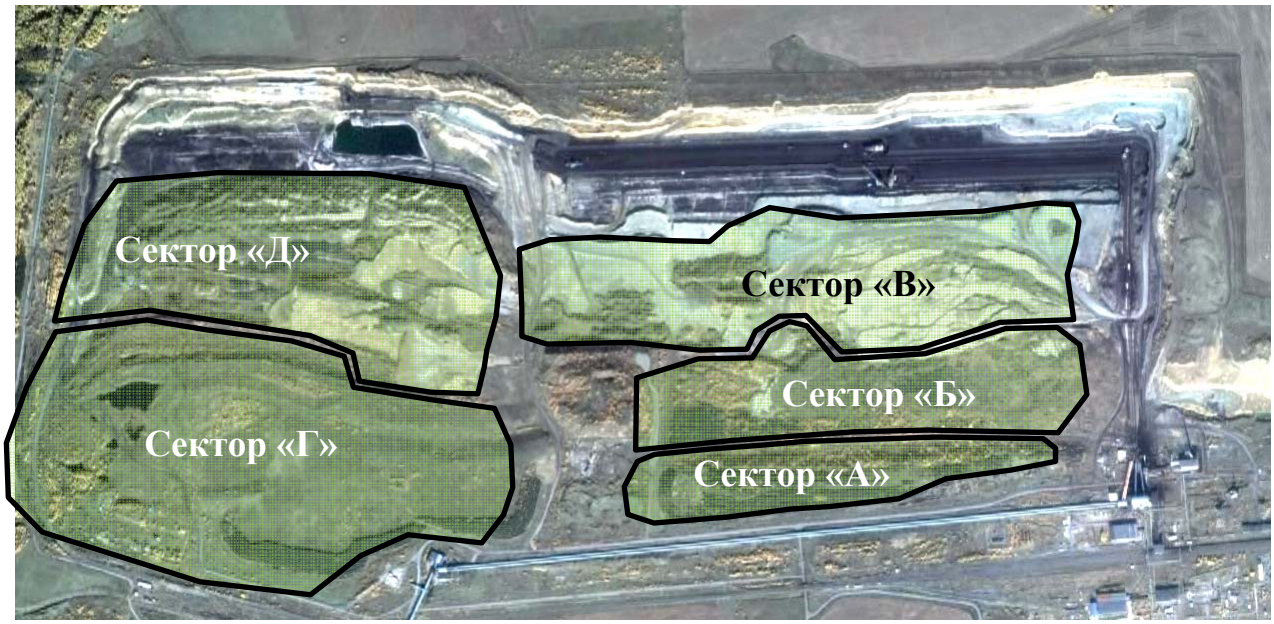


Рис.1. Схема деления отработанной части Березовского угольного месторождения на секторы исследования

В наших исследованиях использованы космические снимки со спутников Landsat 4, 5, 7, 8 с базовыми точками в 1990, 2000, 2002, 2007 и 2013 гг.

В современных границах поточной технологии выделен внешний породный отвал (сектор «А») площадью 50,8 га, отсыпанный при строительстве разрезной траншеи для размещения в ней добычного роторного экскаватора ЭРП-5250 («ЗЖТМ») в 1979-1985 гг. К настоящему времени площадь отвала под травянисто-мелкокустарниковой растительностью составляет 13,2 га, а под лесной растительностью – 37,6 га. Динамика формирования растительной экосистемы на отвале такова: в 2005-07 гг. на площади 12,9 га была выполнена лесная рекультивация с высадкой сосны на площади 12,9 га, в дальнейшем – к 2013 г. площадь лесной растительности увеличилась в 3 раза. На наш взгляд, размещение лесопосадок было выбрано грамотно, поскольку в западной части разреза расположены естественные смешанные леса (береза, сосна, ель), а это достаточно эффективный природный источник семенного фонда. Ветра, господствующие в районе разработки месторождения, могут на несколько километров переносить семена березы и сосны, снабженные крылом. Вполне естественным явилось то, что севернее лесопосадок на отвале сформировалась молодая поросль, которая на протяжении 5-7 лет развивается в молодые деревца. В этой ситуации необходимо отметить, что отвал в период строительства разреза был покрыт по всей площади плодородным слое почвы, снятым в контурах горного отвода, строящегося нового разреза «Березовский».

Внутренние отвалы в секторе «Б» площадью 76,4 га отсыпаны четвертичными вскрышными породами отвалообразователем ОШР-5250/180 при отработке первых вскрышных заходок роторным экскаватором ЭРП-5250. Исторически отвал был отсыпан в конце 80-х, начале 90-х гг. Структура растительной экосистемы, формирующейся на поверхности отвала в этом секторе говорит о том, что поверхностный слой является вполне благоприятным для произрастания высших сосудистых растений. Динамика развития растительных экосистем в этом секторе, на наш взгляд, является позитивной, поскольку поверхности отвала без растительности имели площадь 47,6, 12,9 и 6,2 га в 2000, 2007 и 2013 гг. соответственно, в то время как площадь под травянистой растительностью увеличивалась с 28,7 га в 2000 г. до 41,3 га в 2013 г. Кроме того, необходимо отметить то, что в рассматриваемом секторе в период с 2007 по 2013 гг. появляются лесонасаждения площадью 24,4 га и параллельно происходит самозарастание земельного участка площадью 4,3 га на западном фланге и в центральной части сектора «Б» за счет переноса семян-крыльчатки березы и сосны со стороны смешанного леса на левом фланга угольного разреза.

В секторе «В» площадью 111,8 га отсыпают внутренние автомобильные отвалы, что явилось следствием невозможности использования поточных технологий на вскрышных работах из-за появления во вскрышной толще крепких песчаников, требующих применения БВР. Несмотря на непрекращающуюся во времени отсыпку вскрышных пород в этом секторе и ее дисперсию, здесь также

имеет место формирования растительных экосистем. Так, по состоянию на 2000 г. травянистой растительностью покрыт участок площадью 3,4 га, а уже в 2007 г. экосистема занимает площадь 38,2 га (рис. 2). По мере отсыпки отвала ее площадь уменьшается, и в 2013 году под травянистой растительностью оказывается площадь всего лишь 4,8 га. Вместе с тем, на локальных участках, на которых не производится отсыпка вскрышных пород, начинает формироваться и получает развитие лесная экосистема на площади 13,2 га.

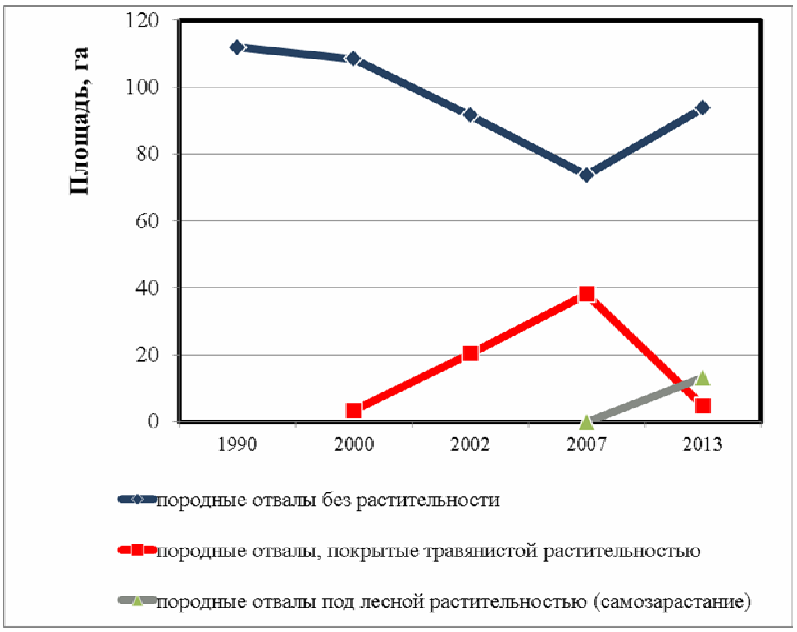


Рис. 2. Динамика формирования растительной экосистемы
на породных отвалах в секторе «В»

В секторе «Г» площадью 192,8 га расположены внутренние породные отвалы автотранспортной и бестранспортной вскрыши на месте отработанного угольного пласта в период с 1975 по 1989 гг. На поверхность породных отвалов в этом секторе в разное время наносился почвенный слой. Основные тенденции в развитии растительных экосистем в границах сектора «Г» представлены на рис. 3. Анализ тенденций в динамике развития экосистем на отвале высвечивает экологически приемлемую картину. За 23-летний период породный отвал практически полностью покрыт травянисто-мелкокустарниковой растительностью на 82 %, при расширяющейся площади леса до 31,3 га, как за счет лесопосадок (12,3 га), так и за счет его самозарастания (19,0 га). К настоящему времени форму графика на рис. 3 можно позиционировать как «классическую», т.е. в первой фазе (8-11 лет) исследуемого периода отмечаются высокие темпы заселения площади отвала травянистой растительностью и, начиная, с 12 года (2002) наблюдается появление смешанного леса за счет ветрового переноса семян с лесных массивов в естественно природном состоянии. Примечательным является то обстоятельство, что породные отвалы в этом секторе за 23 года являются практически на 100 % заселенными травянисто-мелкокустарниковой и лесной растительностью. Кроме того, в этом секторе имеется техногенный водоем площадью примерно 2,0 га, границы которого в ретроспективном периоде значительно изменялись за счет поступающих снеговых и дождевых осадков.

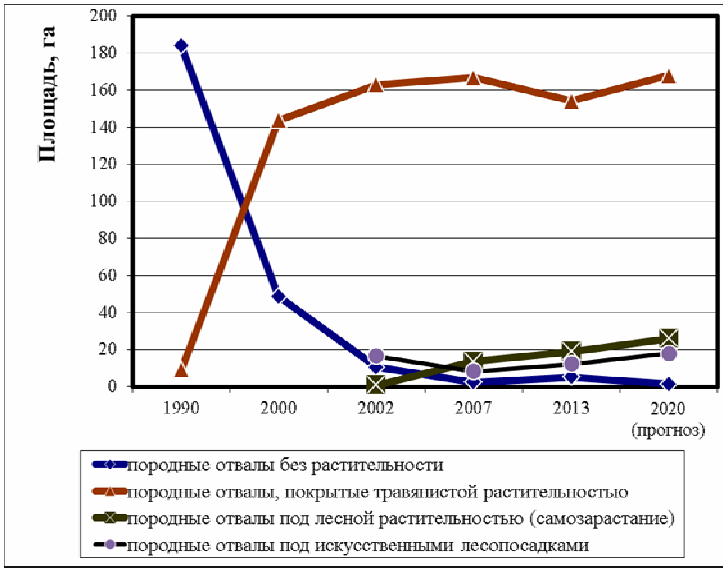


Рис. 3. Динамика формирования растительной экосистемы
на породных отвалах в секторе «Г»

Внутренний отвал, расположенный в секторе «Д» площадью 74,8 га, сложен как углесодержащими горными породами (углистые алевролиты, аргиллиты), так и четвертичными породами (суглинки, песчаники, алевролиты и т.п.). Вполне понятно то, что эти породы не совсем пригодны для поселения на них высших сосудистых растений, поэтому особенности условий появления и развития экосистем в секторе «Д» заслуживают особого внимания. Рельеф представляет собой: мелкую складку в виде многочисленных сочлененных конусов с размытыми вершинами; локальные понижения с разноуровневыми высотными отметками в виде нескольких каскадно расположенных горизонтальных участков площадью 5-10 га. В настоящее время на восточном фланге сектора «Д» углепородный отвал пересыпается автомобильными отвалами с участка поточной технологии. В итоге по состоянию на июль 2013 г. под травянисто-мелкокустарниковой растительностью находится 40,8 га площади отвала, и 3,3 га – под смешанным лесом (самозарастание поверхности отвала).

Итак, для исследования формирующихся на породных отвалах растительных экосистем на разрезе «Березовский» использование средств дистанционного зондирования путем дешифрирования и обработки снимков, полученных с космических летательных аппаратов, является высокоэффективным. В ходе обработки снимков, сделанных в разные годы из космоса, достаточно точно можно выявлять появление и развитие, а также динамику формирования наземных экосистем. В ходе наших исследований получены выводы о том, что породные отвалы достаточно эффективно заселяются растительностью, даже без вмешательства человека, т.е. вполне обоснованным является положение о том, что финансировать биологический этап рекультивации со стороны угольных разрезов нет необходимости, поскольку породные отвалы подвержены самозарастанию, и темпы последнего, на наш взгляд, являются экологически приемлемыми.

УДК 622.85:622.882.003

МОТИВИРОВАННЫЙ ОТКАЗ ОТ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РАБОТ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ

Зеньков И.В., старший научный сотрудник,
СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, РФ, г. Красноярск

Аннотация.

В статье представлено обоснование отказа от производства земледельческих работ на породных отвалах, восстановленных угольными разрезами для использования в сельском хозяйстве.

Summary.

Justification of refusal of production of agricultural works is presented in article on the pedigree dumps restored by coal cuts for use in agriculture.

Одной из стратегий восстановления нарушенных агроландшафтов является рекультивация вскрышных отвалов, создаваемых угольными разрезами при добыче угля. Для принятия решения о дальнейшем применении существующих технологий горнотехнической рекультивации необходимо провести оценку затрат на ввод в сельскохозяйственный оборот ранее рекультивированных отвалов.

Результаты комплексных исследований поверхностей рекультивированных отвалов свидетельствуют о низких качественных и количественных показателях восстановленных земель. Вследствие этого необходимо проведение организационно-технологических мероприятий для доведения указанных показателей до нормативных значений. Перечень основных видов работ по повышению продуктивности земель рекультивированных породных отвалов представлен на рис. 1.

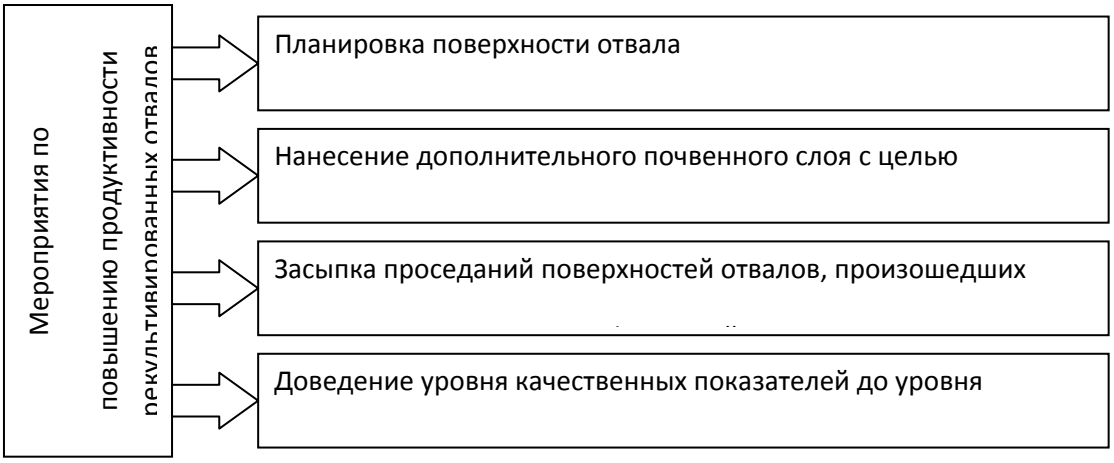


Рис. 1. Перечень основных видов работ в технологии восстановления земель ранее рекультивированных отвалов

Алгоритм оценки финансовых вложений на вовлечение в сельскохозяйственный оборот земель рекультивированных отвалов представлен на рис. 2. Планировку поверхности отвалов проводят при

несоответствии параметров рельефа нормативным требованиям. Ресурсные вложения в этот вид работ определяются количеством машино-смен соответствующего оборудования (бульдозеры, грейдеры) и напрямую зависят от площади отвала, на которой требуются планировочные работы. Затраты на планировку участка отвала площадью 100 га составят от 90 до 120 тыс. руб. Статья расходов на этот вид работ имеет удельный вес 5-10 % в структуре общих затрат на вовлечение в оборот рекультивированных поверхностей отвалов.

Рис. 2. Блок-схема модели определения затрат на вовлечение в сельскохозяйственный оборот земель рекультивированных отвалов

Доведение мощности почвенного слоя на отвалах согласно ГОСТ требует снятия плодородного слоя почвы (ПСП) в горном отводе и транспортировки его до отвала. Затраты на этот вид работ определяются расстоянием транспортировки и объемом ПСП. Статья расходов на этот вид работ имеет удельный вес 30-35 % в структуре общих затрат.

Нанесенный почвенный слой на сданных в сельскохозяйственный оборот поверхностях отвалов характеризуется низкими качественными показателями. Как правило, биологический этап рекультивации проблемы доведения качественных показателей рекультивированных земель до уровня естественно-антропогенного не решает. Для решения этого необходимы ресурсные вложения в повышение продуктивности рекультивированных земель.

На практике в агропромышленном комплексе эффективным направлением повышения естественного плодородия считается внесение органических и минеральных удобрений. Затраты на этот

вид работ определяются расстоянием транспортировки органических удобрений в необходимом объеме. Последний рассчитывается исходя из нормативных значений в увязке с фактическими показателями плодородия рекультивированных земель. Статья расходов на этот вид работ имеет удельный вес 35-40 % в структуре общих затрат.

Наличие в рельефе отвалов понижений требует заполнения их потенциально плодородными породами (ППП). Нанесенный ранее почвенный слой перемещают бульдозером к линии излома рельефа, далее в основание отсыпают ППП с учетом толщины насыпаемого сверху ПСП. Мощность последнего принимается равной 0,5 м. Затраты на этот вид работ определяются расстоянием транспортировки вскрышных пород и ПСП. Статья расходов на этот вид работ имеет удельный вес 20-25 % в структуре общих затрат.

Итак, суммарные затраты на все виды работ при вовлечении ранее рекультивированных отвалов в сельскохозяйственный оборот составляют 9-12,0 млн. руб. на каждые 100 га площади отвалов, что является серьезным обоснованием для отказа от существующих технологий горнотехнической рекультивации земель.

УДК 622.85:622.882.003

ОБ ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ В ИЗМЕНЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ПРИ ОТКРЫТОЙ УГЛЕДОБЫЧЕ

Зеньков И.В., старший научный сотрудник,
СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, РФ, г. Красноярск

Аннотация.

В статье приводятся прогнозные экономические оценки в прогнозировании производства работ по рекультивации нарушенных земель на угольных карьерах.

Summary. In article expected economic estimates are given in forecasting of works on recultivation of the broken lands on coal pits.

В бывшем СССР в горнодобывающей отрасли плодородный слой почвы (далее ПСП) угольные разрезы вместе с породой верхнего вскрышного уступа вывозили в отвалы. Сложившаяся ситуация была исправлена путем начала работ по рекультивации нарушенных земель практически на всех горных предприятиях в 1970 г. Решением научных проблем в области рекультивации занимались многочисленные отраслевые проектные и научно-исследовательские институты. В результате была обоснована необходимость и целесообразность проведения горнотехнического этапа (4 технологических процесса) и биологического этапа (3 земледельческого процесса) в рекультивации породных отвалов.

Все, что достигнуто в горнотехнической рекультивации земель, – использование, начиная с 1970 г. в технологиях рекультивации горнотранспортного оборудования, применяющегося на угольных разрезах, на основных работах. Плодородный слой почвы мощностью 0,3-0,4 м снимается с земельных участков горного отвода, занятых пашней, сенокосами и пастбищем. На снятии ПСП на протяжении более 40 лет применяется бульдозерная техника – С-100 в начале периода, а в настоящее время тяжелые бульдозеры типа ДЭТ-250 и их зарубежные аналоги.

Бульдозеры – основное оборудование, которое используется на различных операциях технического этапа рекультивации – как правило, не связаны жестко с другими выемочными и транспортными машинами в технологической цепочке: снятие, погрузка, транспортирование, разравнивание ПСП на породных отвалах. Погрузка ПСП из временных складов осуществляется экскаваторами с емкостью ковша 1,5-10,0 м3. На породные отвалы ПСП вывозится в железнодорожных думпкарах 2ВС-105 или автосамосвалами г/п 55-130 т.

Прогнозная оценка затрат на рекультивацию выполнена для следующих угледобывающих предприятий, масштабно занимающихся рекультивацией: СУЭК-Красноярск, СДС-уголь, Кузбассразрезуголь, Востсибуголь (см. рис.).

В модели принимались следующие показатели и их значения: затраты на биологический этап рекультивации – 40 000 руб/га; затраты на снятие ПСП – 11,8 руб/м3; затраты на погрузку ПСП из бурта и транспортировку его до временного склада хранения – 16,0 руб/м3; затраты на погрузку ПСП из бурта в технологический транспорт и транспортировку ПСП на отвал 50,0 и 60,0 руб/м3 соответственно железнодорожным и автомобильным транспортом; затраты на погрузку ПСП на отвале и его транспортировку до мест его планировки – 16,0 руб/м3; затраты на грубую планировку отвала и разравнивание ПСП бульдозером – 14,8 руб/ м3. Землеёмкость горных работ принимается из расчета для Востсибуголь в пределах 3-5 га/млн т добытого угля, для СУЭК-Красноярск в пределах 1,5-3,0 и 15-30 для СДС-уголь и Кузбассразрезуголь.

Точки на графике, расположенные в контурах фигуры ABCD определяют уровни затрат на рекультивацию земель в указанных диапазонах землеемкости добычи угля. Расчеты выполнены в ценах 2013 года. При финансовом планировании неизменный уровень затрат приведет к реальному их сокращению в 10-летнем периоде под действием инфляции, что в свою очередь скажется на снижении объемов работ по рекультивации в 2,0-2,5 раза. Возможная ситуация представлена фигурой PQRL.

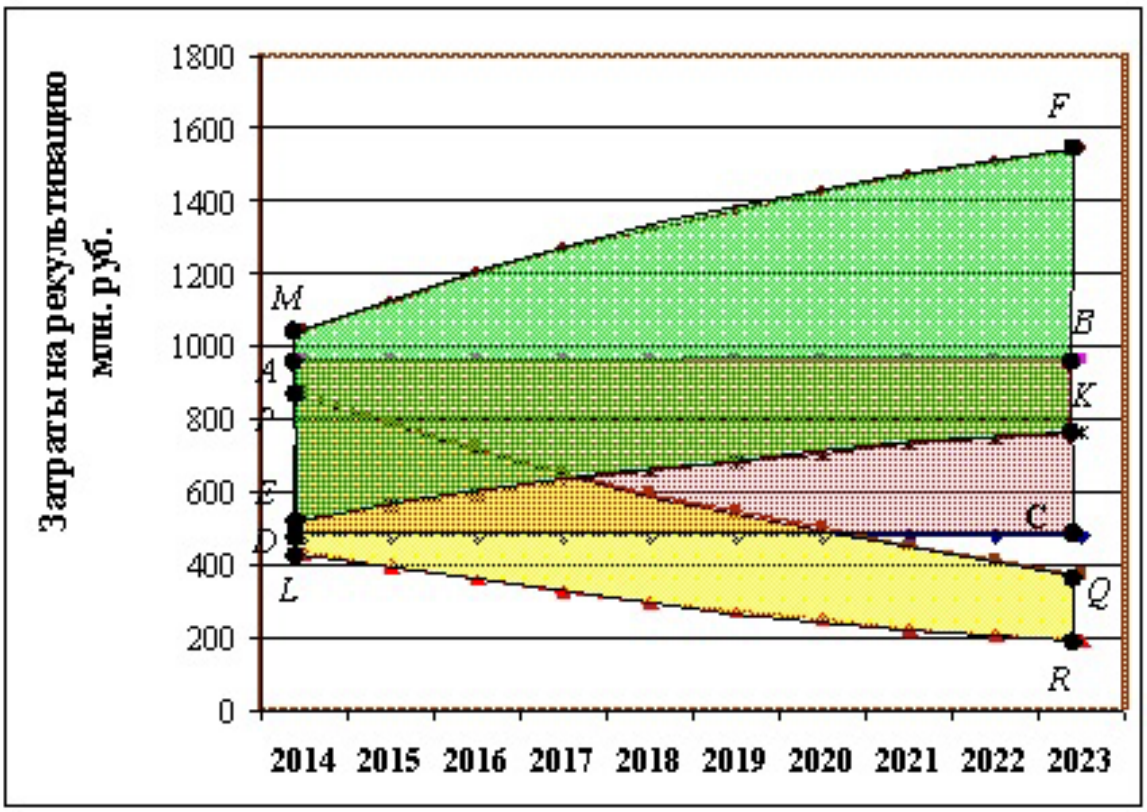


Рис. 1. Прогнозная оценка изменения затрат на рекультивацию отвалов

В конфигурации последней отражены тренды инфляционных ожиданий. Наиболее вероятностные изменения затрат прогнозируется в контурах фигуры EMFK, что определяется не ростом объемов по рекультивации, а обесцениванием денежных средств в 10-летнем периоде оценки.

На графике весьма наглядно высвечивается тенденция значительного увеличения уровней финансовых потоков со стороны угледобывающих предприятий на производство работ по рекультивации породных отвал.

Итак, в целом анализируя фактическое состояние рекультивированных отвалов, система «цель-затраты» не выдерживает никакой критики, поскольку существующие подходы в виде устойчивых сложившихся стереотипов, предложенные в 70-80 е гг. многочисленными научными коллективами, существующая законодательная и нормативная база предопределяют вложение значительных финансовых и материальных средств угольных разрезов.

В результате получаем экологический результат, весьма и весьма далекий от природного совершенства – потери почвенной оболочки, достигающие 80-85 %, снижение содержания гумуса в

рекультивированных землях в 1,5-2,0 раза, разрушение архитектуры отвалов под воздействием водной эрозии и др.

УДК 622.85:622.882.003

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С МИНИМАЛЬНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ВОЗДУШНЫЙ БАССЕЙН

Зеньков И.В., старший научный сотрудник,
СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, РФ, г. Красноярск
Шестакова М.И., студент, Иркутский государственный технический университет, РФ, г. Иркутск

Аннотация.

В статье представлены результаты сравнения применяемой технологии рекультивации земель на угольных разрезах с технологией, разработанной красноярскими учеными с позиции объемов выброса загрязняющих веществ в атмосферу и на почвенную оболочку.

Summary: Results of comparison of applied technology of recultivation of lands are presented in article on coal mines with the technology developed by Krasnoyarsk scientists from a position of volumes of emission of polluting substances in the atmosphere and on a soil cover.

Научной школой в области горнотехнической рекультивации нарушенных земель в Специальном конструкторско-технологическом бюро «Наука» Красноярского научного центра Сибирского отделения РАН всесторонне обоснована технология рекультивации земель, рабочие процессы в которой совмещены с производством вскрышных работ [1-5]. Согласно нашей концепции из стандартного перечня работ по рекультивации земель оставлен один рабочий процесс – это снятие бульдозером плодородного слоя почвы (ПСП). Сравнение применяемых в настоящее время технологий рекультивации земель с технологией, разработанной в СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, на предмет образующихся газообразных токсических веществ, выбрасываемых в атмосферу при работе дизельных двигателей внутреннего сгорания, а также загрязняющих почвенную оболочку, ранее не проводилось. Поэтому, на наш взгляд, целесообразно провести такое сравнение с представлением результатов для горнодобывающих предприятий, надзорных органов, органов государственного управления и других заинтересованных лиц, поскольку, на наш взгляд, при проектировании технологий горнотехнической рекультивации нарушенных земель на угольных разрезах необходимо и целесообразно оптимизировать и минимизировать такой важнейший показатель, как объем ядовитых химических соединений, выбрасываемых в атмосферу, а также токсических соединений, загрязняющих почвенную оболочку.

Далее отметим то, что в настоящее время на рекультивации земель угольные разрезы задействуют как железнодорожный, так и автомобильный технологический транспорт, что необходимо учитывать в расчетах по определению объемов загрязняющих веществ. Отличительной особенностью горнотехнического этапа рекультивации на угольных разрезах Канско-Ачинского бассейна является то, что всегда формируют промежуточный склад ПСП. Классическая технология рекультивации земель по ГОСТ включает в себя следующий перечень работ. Снятие ПСП производят тяжелыми бульдозерами типа Т-330, Т-500. За 12-часовую рабочую смену их производительность может достигать 800-900 м^3 при длине набора призмы волочения до 60 м. Погрузку ПСП из буртов высотой 2,5-3,0 м производят гидравлическим экскаватором типа «обратная лопата» с емкостью ковша 1,5-2,0 м^3. За 12-часовую рабочую смену производительность экскаватора может достигать 1000-1100 м^3. Производительность автосамосвалов грузоподъемностью 20-25 т при вывозке ПСП из буртов в промежуточный склад при длине транспортировки ПСП 2,0-2,5 км может изменяться в диапазоне 450-500 м^3.

Следующие расчеты выполнены для технологий рекультивации с использованием на транспортировке ПСП железнодорожного транспорта. В применяемых технологиях ПСП транспортируют в железнодорожных составах после его погрузки из промежуточного склада до отвала. В авторской технологии почвенный слой для рекультивации формируют в забое верхнего вскрышного уступа карьерным экскаватором с одновременной отработкой забоя и погрузкой сформированного для рекультивации почвенного слоя в железнодорожный транспорт и последующей разгрузкой на отвале.

Работы горнотехнического этапа на отвале в применяемых технологиях выполняют в обратной последовательности: погрузка ПСП – транспортировка – разравнивание в два этапа. Отдельной строкой отметим грубую и чистовую планировку на отвале почвенного слоя. После того, как поверхность сформировали идеально ровной, приступают к работам по биологическому этапу рекультивации – выполняют процессы сельскохозяйственных работ – проводят вспашку, фрезерование почвенного слоя, далее проводят посев трав.

Сравнительный анализ технологий мы проводили исходя из расширения площади горного отвода в 30 га за один календарный год и проведения горнотехнического этапа рекультивации (снятие ПСП) на этой площади. Перечень видов работ по рекультивации земель представлен в таблице 1.

Таблица 1. Перечень видов и объемы работ по рекультивации нарушенных земель

Наименование работ	Ед. измерения	Применяемая технология $M_{ПСП}$=0,3 м	Предлагаемая технология	
			Мощность ПСП=0,35 м	Мощность ПСП=0,5 м
Снятие ПСП бульдозером	$м^3$	137 000	137 000	195 000
Погрузка ПСП в автосамосвалы	$м^3$	137 000	-	-
Погрузка ПСП на отвале	$м^3$	137 000	-	-
Транспортировка ПСП до мест его нанесения на отвал	$м^3$	137 000	-	-
Грубая планировка ПСП	$м^3$	60 000	-	-
Чистовая планировка ПСП	$м^3$	30 000	-	-
Вспашка, боронование почвенного слоя	га	30	-	-
Посев трав	га	30	-	-

Вполне очевидным является то, что буквально все работы по рекультивации земель проводятся механизмами, оснащенными мощными дизельными двигателями внутреннего сгорания. Мощность последних, как правило, находится в диапазоне 200-400 л.с. Как известно, при сгорании дизельного топлива образуются вещества, загрязняющие атмосферу и почвенную оболочку Земли. В одной и другой технологии фактором, загрязняющим природную среду, выступает работа тепловоза ТЭМ-7. В своих расчетах по определению объемов выбросов загрязняющих веществ мы учитывали разницу в дальности транспортировки почвенного слоя в железнодорожном транспорте. Результаты расчетов по определению объемов загрязняющих веществ представлены в таблице 2. Кроме того, мы также учитывали мощность почвенного слоя в разработанной авторами технологии с учетом минимизации его потерь, в отличие от применяемых технологий, где потери почвенной оболочки достигают 80-90 %.

Таблица 2. Токсические вещества, выделяемые в ходе реализации технологий рекультивации земель

Наименование	Применяемая технология	Предлагаемая технология	
		Мощность ПСП=0,35 м	Мощность ПСП=0,5 м
Оксид углерода CO, т	6,56	2,4	3,4
Оксид азота NO_x, т	9,84	3,6	5,1
Углеводороды CH, т	2,6	0,96	1,36
Оксид серы SO_x, т	6,56	2,4	3,4
Сажа, т	1,64	0,6	0,85
Альдегиды, т	0,33	0,12	0,17
Бензапирен, г	50	18	25,6

Для технологий рекультивации с применением технологического автотранспорта необходимо рассмотреть особенности размещения промежуточных складов ПСП (см. рис.).

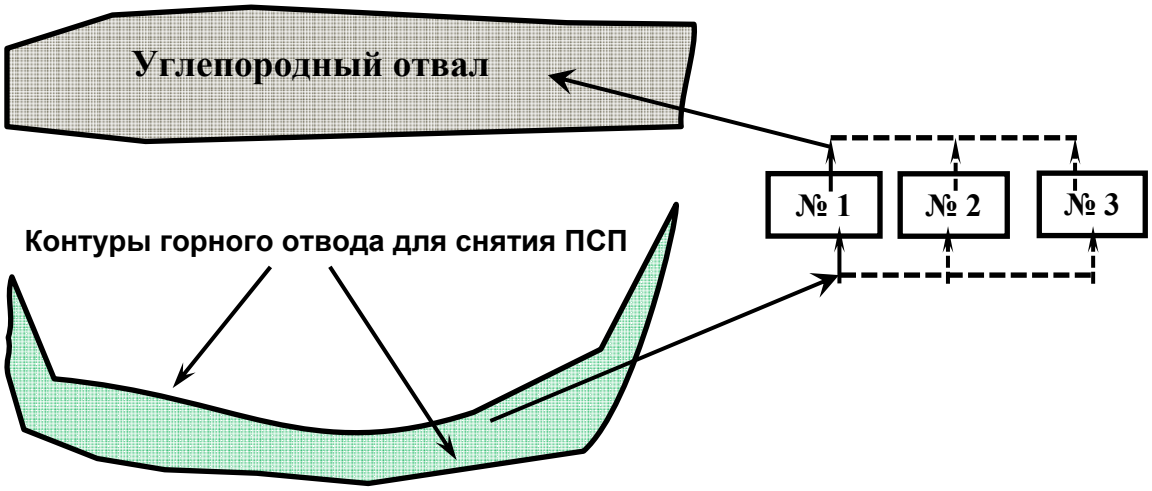


Рис. 1. Схема промежуточного размещения складов ПСП по отношению к углепородному отвалу и контурам горного отвода

На схеме цифрами с 1 по 3 показано расположение промежуточных складов ПСП в тех случаях, когда отсутствуют поверхности углепородных отвалов, пригодные для рекультивации. Фигурой № 1 показано место склада ПСП, совпадающее с трассой технологической автомобильной дороги, которое идеализировано, и на практике почти не встречается. Фигурами № 2-3 показаны места, удаленные на 1 и 2 км соответственно от трассы автодороги, ведущей из забоя до отвала.

В условиях применения автомобильного транспорта имеют место 2 варианта доставки ПСП на отвалы. Первый вариант предусматривает доставку ПСП непосредственно на отвал для нанесения и разравнивания. В этом случае объем загрязняющих веществ больше по классической технологии на величину объема, образующегося при грубой и чистовой планировке ПСП, а также при проведении биологического этапа.

Объем загрязняющих веществ значительно возрастает в условиях промежуточного размещения склада ПСП на известном расстоянии от трассы дороги. Разместить склад ПСП на трассе движения технологического автотранспорта, как было отмечено выше, практически невозможно, поэтому площадку для размещения склада ПСП выбирают на некотором расстоянии от автодороги. В этих случаях дополнительный объем загрязняющих веществ складывается из следующих составляющих: разравнивание бульдозером поверхности склада в ходе его отсыпки, погрузка экскаватором в автосамосвалы после хранения ПСП во времени, разравнивание бульдозером призабойной поверхности для движения автотранспорта по нижней площадке экскаваторного забоя в контурах склада ПСП.

В целом объем загрязняющих веществ в технологиях с промежуточным складом ПСП выше на 70-80 % в сравнении с аналогичным показателем авторских технологий СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, предусматривающих прямую транспортировку сформированного почвенного слоя на отвалы.

Итак, мы представили экологическое обоснование технологии рекультивации нарушенных земель, совмещенные с производством вскрышных работ, из которого становится вполне понятным то, что объем токсических соединений, образующихся в ходе выполнения работ по авторской технологии (СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН) в разы меньше, чем в классических применяемых технологиях. Представленное в статье сравнение технологий рекультивации земель явилось дополнением к ранее выполненному экологическому и экономическому обоснованию авторской технологии рекультивации нарушенных земель для угольных разрезов Центральной и Восточной Сибири.

Литература

1. Зеньков. И.В. и др. Обоснование структуры почвообразующего слоя, формируемого в горнотехнической рекультивации на разрезах Канско-Ачинского угольного бассейна. Уголь. 2011, № 10, С. 75-78.

2. Зеньков. И.В. и др. Прогнозирование результатов горнотехнической рекультивации земель на разрезах Канско-Ачинского угольного бассейна. Уголь. 2011, № 12, С. 66-69.

3. Зеньков. И.В. и др. Формирование почвенного слоя в технологиях горнотехнической рекультивации земель на разрезах Канско-Ачинского угольного бассейна. Экология и промышленность России. 2012, № 1, С. 50-53.

4. Зеньков. И.В. и др. Технология горнотехнической рекультивации земель для разрезов «Бородинский» и «Переясловский» с учетом экологических целей. Экология и промышленность России. 2012, № 4, С. 24-27.

5. Зеньков. И.В. и др. Обоснование раскройки карьерного поля в условиях совмещения работ горнотехнического этапа рекультивации с производством вскрышных работ. Уголь. 2012, № 7, С. 71-74.

УДК 504.062.2:622 (571.56)

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

Москаленко Т.В., к.т.н., старший научный сотрудник лаборатории комплексного использования углей, Институт горного дела Севера имени Н.В. Черского СО РАН, г. Якутск, Россия

Ворсина Е.В., к.т.н., старший научный сотрудник лаборатории комплексного использования углей, Институт горного дела Севера имени Н.В. Черского СО РАН, г. Якутск, Россия

В статье рассмотрены эколого-экономические аспекты проблемы управления отходами горного производства и на примере Республики Саха (Якутия) оценен масштаб накопления отходов и эффективность проводимых мероприятий по управлению ими.

The article describes the environmental and economic aspects of controlling mining wastes and in the example of the Republic of Sakha (Yakutia) assess the extent of accumulation of waste and the effectiveness of ongoing actions to manage them.

Промышленная, энергетическая, продовольственная, экологическая безопасность любого государства, в первую очередь, определяются состоянием его природных ресурсов. Рациональное и эффективное использование природных ресурсов является важным элементом устойчивого развития общества. Проблема накопления и переработки отходов, которая остро стоит в рамках экологизации производства, в последнее время, приобретает глобальный характер. Отходы представляют собой значительную потерю материальных и энергетических ресурсов, а размещение и рост объема отходов вызывает множество экологических, экономических и социальных проблем общества.

Образование отходов ежегодно неумолимо растет. Так, только за период 2005-2012 гг. годовой объем образования отходов в РФ увеличился почти на 40 % и в 2012 превысил значение 5 млрд. т. Большая часть отходов в нашей стране образуется при добыче полезных ископаемых, в том же 2012 году доля такого вида отходов достигла 92,4 % [1].

Логичным является то, что в административном плане наибольшая нагрузка по отходонакоплению приходится на регионы с развитой горнодобывающей промышленностью. Одним из важнейших минерально-сырьевым и горнодобывающим регионом России является Республика Саха (Якутия), занимающая ведущее место в стране по добыче алмазов, золота, олова и сурьмы и одно из ведущих мест по добыче угля. В республике также ведется добыча нефти, природного газа, платины, камнецветного сырья, строительных материалов и др. Численность населения РС (Я) составляет менее 1

% населения РФ, но при этом республика по производству валового регионального продукта (ВРП) занимает 26 место среди субъектов РФ [1]. По данным рейтингового агентства «Эксперт РА» Республика Саха (Якутия) занимает 2 место по природно-ресурсному потенциалу среди субъектов РФ [2].

В рамках данной работы была поставлена цель на примере Республики Саха (Якутия) оценить масштаб накопления отходов и эффективность проводимых в настоящее время мероприятий по управлению ими.

Доля отходов Якутии в общем объеме образованных отходов в РФ в 2012 г. составила 5,7 % (297,922 млн. т), но при этом среди субъектов РФ Республика Саха (Якутия) заняла:

– 3 место по количеству образовавшихся отходов производства и потребления на душу населения (301,306 т/чел.);

– 5 место по интенсивности образования отходов на единицу ВРП (596,104 т/млн. руб.);

– 29 место по доле использованных отходов производства и потребления от общего объема образованных (63,65 %). Из общего количества образованных в республике отходов обезврежено только 0,01 млн.т (0,0034 %) [1].

В качестве критерия оценки эффективности природоохранных мероприятий, опираясь на опыт развитых зарубежных стран, приняты финансовые вложения в природоохранные мероприятия. По оценкам экономистов, совокупные затраты, гарантирующие сохранение качества среды обитания, должны составлять не менее 8-10% валового национального продукта (ВНП) [3]. Проанализируем уровень природоохранных затрат Республики Саха (Якутия), оценив их объем относительно валового республиканского продукта (ВРП).

Обобщение данных по текущим затратам на охрану окружающей среды в РС (Я) позволило вычислить долю затрат на природоохранные мероприятия от экономического оптимума вложений. Результаты анализа ситуации приведены в таблице, откуда видно, что в республике с 1998 по 2012 гг. текущие затраты на охрану окружающей среды составляли 0,9-2,0 % (в среднем 1,26 %) от ВРП. Доля текущих затрат на охрану окружающей среды от экономического оптимума, принятого как 10 % от ВРП, составляет в среднем за эти годы 12,7 %, а последние пять лет из анализируемого периода не достигает и 10 %.

Таблица

Эффективность природоохранной деятельности в РС (Я)

Годы	ВРП в основных ценах, млн. руб. [4]	Текущие затраты на охрану окружающей среды, млн. руб. [4]			Эффективность природоохранных мероприятий			
		Всего, млн. руб.	От отходов производства и потребления		Уровень природоохранных затрат от ВРП, %		Экономический оптимум (10% от ВРП), млн. руб.	Доля текущих затрат на охрану окружающей среды от экономического оптимума, %
			млн. руб.	доля от общих затрат, %	общие	отходы		
1998	33632	680,3	36,7	5,4	2,0	0,11	3363	20,2
1999	62751	830,1	20,1	2,4	1,3	0,03	6275	13,2
2000	81960	1592,1	79,9	5,0	1,9	0,10	8196	19,4
2001	100922	1253,1	114,6	9,1	1,2	0,11	10092	12,4
2002	115117	1429,5	160,7	11,2	1,2	0,14	11512	12,4
2003	132964	2124,7	392,3	18,5	1,6	0,30	13296	16,0
2004	153497	2366,1	314,9	13,3	1,5	0,21	15350	15,4
2005	183027	2253,1	327,6	14,5	1,2	0,18	18303	12,3
2006	206845	2593,2	398,3	15,4	1,3	0,19	20685	12,5
2007	242657	3205,6	409,2	12,8	1,3	0,17	24266	13,2
2008	309518	2778,7	289,6	10,4	0,9	0,09	30952	9,0

2009	328202	2520,9	409,2	16,2	0,8	0,12	32820	7,7
2010	386825	3423,5	409	11,9	0,9	0,11	38683	8,9
2011	486831	4272,9	570,7	13,4	0,9	0,12	48683	8,8
2012	565450	5367,8	581,8	10,8	0,9	0,10	56545	9,5

Ситуация катастрофическая, еще и с той точки зрения, что, по мнению зарубежных экспертов, экономический оптимум для России, а, следовательно, и для РС (Я), должен быть существенно выше, чем 8-10 %, поскольку состояние окружающей среды в данном случае классифицируется как экоцид [3].

В то же время, экономисты нередко ставят вопрос о разумной величине вложений в охрану окружающей среды, имея в виду, что такие вложения тормозят темпы экономического и социального развития, а вкладываемый в охрану природной среды капитал практически не дает отдачи с точки зрения производства и в явном виде не ведет к повышению материального уровня жизни населения.

В этой связи важным является осознание того факта, что устойчивое развитие является не противником экономического роста, а его существенной составляющей. Так, только комплексное использование ресурсов недр дает:

– эффект от производства и потребления дополнительной продукции;

– экономию затрат на нейтрализацию вредного воздействия отходов на окружающую среду;

– экономию затрат при замене природного сырья вторичным;

– экономию затрат на воспроизводство природных ресурсов [5].

Однозначно, что РС (Я), как субъект РФ, в одиночку не может решить стоящие перед ней проблемы, связанные с защитой окружающей среды, в том числе от образовавшихся отходов. Рациональное использование ресурсов и охрана окружающей среды – это важные задачи государственного и международного масштаба, требующие согласованных действий. Потенциал для создания предприятий по переработке отходов горного производства в РС (Я) огромен, но для привлечения бизнеса в сферу переработки отходов нужна государственная поддержка.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 году» [Электронный ресурс]: mnr.gov.ru Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [сайт]. Дата актуализации: 19.03.2014. URL: http://www.ecogosdoklad.ru/default.aspx (дата обращения: 15.07.2014).

2. Инвестиционный потенциал российских регионов в 2013 году // 18-й ежегодный рейтинг инвестиционной привлекательности регионов России 2013 года [Электронный ресурс]. URL: http://raexpert.ru/ratings/regions/2013/att1/att1-4/ (дата обращения: 25.04.2014).

3. Макар С.В., Глушкова В.Г. Экономика природопользования: учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во Юрайт, 2011. 588 с.

4. Официальная статистика // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sakha/ru/statistics/ (дата обращения: 7.08.2014).

5. Певзнер М.Е. Горная экология: учеб. пособ. для вузов. М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2003. 395 с.

УДК 622:273

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ БАРЗАССКОГО ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА КУЗБАССА

Ю.Ф. Патраков, Шаклеин С.В. М.В. Писаренко
Институт угля СО РАН, г. Кемерово

Барзасский геолого-экономический район расположен в северной части восточной окраины Кузнецкого каменноугольного бассейна. Район мало освоен промышленностью. Самый крупный

населенный пункт района п. Барзас находится в 52 км от города Кемерово. До поселка имеется железная дорога и автодорога.

В настоящее время на территории района работает Барзасский карьер. Предприятие ведет добычу щебня и гравия из природного камня и песчано-гравийных материалов объемом 700-1000 м3 в год, обеспечивая потребности Кемеровской области.

В районе обнаружены уникальные угли, горючие сланцы, известняки, огнеупорные глины, основные изверженные породы, различные строительные материалы, бокситы, бурые железняки и золото.

Из многочисленных полезных ископаемых наибольший интерес представляют своеобразные девонские угли, известные сначала как сапромикситы (М.Д. Залесский), а позднее – кутикуловые псилофитовые липтобиолиты или барзасситы (З.В. Ергольская), которые отнесены к особой генетической группе псилофитовых липтобиолитов, занимающие промежуточное положение между липтобилитами и сапропелитами. Применение собственного наименования для данных углей объясняется исключительным своеобразием микроструктуры и состава углей [1].

Особенностью барзасситов является их промежуточное положение между тяжелыми нефтями и высокометаморфизованными углями. Высокое содержание водорода (8-12%) и высокие выходы летучих веществ (50-60%, иногда до 90%) позволяют рассматривать их как ценное химическое сырье [2]. С использованием технологий традиционного пиролиза или высокотемпературной сверхкритической экстракции [3,4] возможно получение широкого спектра углеводородной продукции: компонентов моторных топлив, органического связующего, флотореагентов и др. Барзассит является естественным природным концентратором липтинита (содержание липтинита достигает 85-90% на горючую массу). В связи с этим, его предлагается использовать в качестве модифицирующей добавки в коксовую шихту для снижения в ней доли дефицитных коксующихся марок угля [5].

Ресурсы барзасситов до глубины 600 м по имеющейся геологической информации оцениваются 207 млн. т до глубины 1200 м, из них 61 млн. т до глубины 600 м. (см. табл.1)[6]. На государственном балансе числятся 30,9 млн. т по трем наиболее детальной изученным участкам (I шахтное поле, II шахтное поле и III шахтное поле).

Кедровский участок является южным продолжением Шестого месторождения, расположенного на севере района, промышленная ценность которого неясна. Вскрыт пласт листового угля мощностью около 1,8 м линиями канав пройденных по правому берегу р. Кедровки. Пробуренная в последствие скважина показала (№109) показала минимальную мощность этого прослойка, вскрытого сразу под наносами, не менее 0,5 м, однако вероятно мощность пласта будет до 2 м. Уголь этого пласта характеризуется бурым цветом и брекчиевидным сложением.

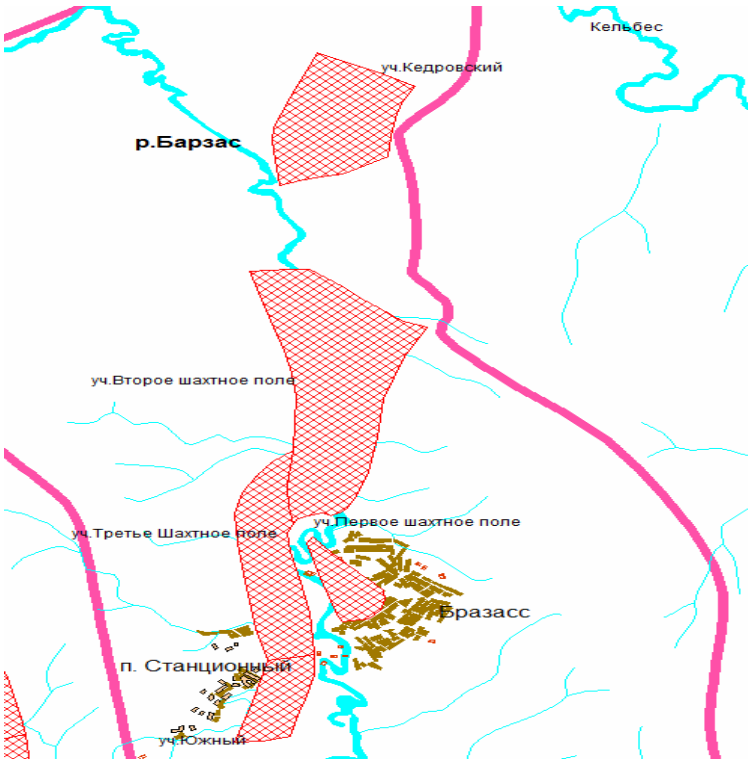


Рис.1. Схема размещения шахтных полей Барзасского месторождения барзасситов

Таблица 1

Ресурсы и запасы барзасситов, тыс. т

Наименование участков	Горизонты от поверхности			ИТОГО	Категория
	До 300 м	от 300-600м	от 600-1200 м		
I шахтное поле	2504	-	-	**2504**	$A+B+C_1+C_2$
II шахтное поле	14858	6767	-	**21265**	$A+B+C_1+C_2$
III шахтное поле	5646	1550	-	**7196**	$A+B+C_1+C_2$
Западное крыло западной антиклинали	107	9560	12530	**22197**	P_1+P_2
Восточное крыло восточн. антиклинали	89	544	3265	**3898**	P_1+P_2
Центральная часть основной антиклинали	1478	8943	-	**10421**	P_1+P_2
Кедровский участок	30400	33900	75400	**139700**	P_1+P_2

Наиболее детально изучено I шахтное поле, на котором эксплуатировалась опытная шахта Барзасская. Однако небольшой объем запасов этого участка и расположенность под поселком Барзасс, делают его не перспективным для освоения.

II шахтное поле расположено на правобережье р. Барзаса, изучено шестью разведочными линиями, двумя скважинами. На всем этом протяжении пласт падает спокойно на запад. Только на самом севере наметился небольшой поворот пласта к востоку (ось восточной антиклинали) и небольшое нарушение, срезавшее самую северную часть поля. Мощность пласта постоянно уменьшается по направлению на север, и колеблется от 0,88 до 2,88 м, средняя 1,78 м. Угол падения пласта 5-27^0. Запасы этого участка представляет собой наибольший интерес, так как горно-геологические условия благоприятны для высокоэффективной их разработки. Кроме того, угли этого участка характеризуются более высоким выходом смолы на органическую массу, выход который составляет около 35-41%, в то время как по другим участкам до 28%. Однако большая часть II-го шахтного поля расположена под болотистой поймой р. Барзаса, поэтому освоения этого участка требует осушения участка разработки.

Сланцевые отложения района с известной степью условности объединяются в дмитриевско-перебойскую толщу. Мощность сланценосной толщи по известным немногочисленным разрезам колеблется от 35 до 140 м. Четко выраженной дополнительной складчатости и значительных разрывных нарушений достоверно не установлено.

Горючие сланцы образуют две полосы, подчиненные моноклинально падающему на запад крылу под углом около 20° (рис.2). Одна из этих залежей прослеживается на правобережье р. Барзас от пос. Одиночного на севере и до пос. Дмитриевского на юге протяженностью около 5 км. Это так называемое **Дмитриевское месторождение**, которое представляет собой довольно значительную (0,5×9 км) полосу выходов сланцевой толщи, прослеженную по правому борту долины Барзаса между его притоками Калиновкой и Топкой 2-й, и разведано наиболее полно. Оно пересечено 6 шурфами и пройдены 2 колонковые скважины и штольня. Разведочные работы показали, что горючие сланцы образуют пачку пластов суммарной мощности до от 35 до 55 м. Максимальная (до 55 м) мощность установлена в средней части месторождения в 1,5-2 км от пос. Дмитриевского. К северо-западу по р. Трудной, мощность сланцевой залежи сокращается до 40 м, а к юго-востоку, по р. Чернушке – до 38 м. Тектоника месторождения несложная с относительно однообразным падением толщи на юго-запал под углами 20-25°. При пологом падении и довольной большой мощности в этой полосе сконцентрировано значительное количество горючих сланцев (порядка 131 млн. т до глубины 150 м), потенциально пригодных для разработки открытыми горными работами (табл. 2).

Вторая полоса прослеживается в верховьях р. Перебоя и известна под названием **Перебойского месторождения** горючих сланцев. По простиранию эта полоса прослежена лишь немного на север, по тому же правому притоку р. Перебоя, в русле которого и выступают горючие сланцы. Горючий сланец в этом районе образует ряд пластов (до 15) мощностью от 0.6 до 4.5 м, отделенных друг от друга значительными прослойками пустой породы. Суммарная мощность сланца достигает 40 м. По внешнему ввиду он аналогичен сланцу Дмитриевского месторождения, но по качеству хуже (содержание первичных смол в нем не превышает 3,8%). Ввиду недостаточной геологической изученности оценка ресурсов горючих сланцев этого месторождения не проводилась.

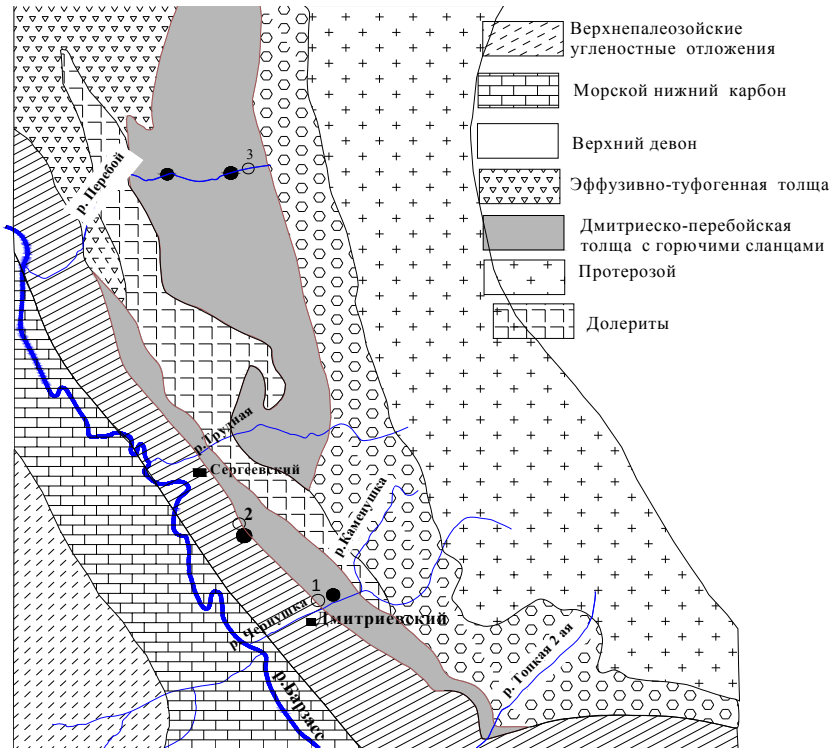


Рис.2.Схема расположения Барзасского месторождения горючих сланцев

Таблица 2

Ресурсы горючих сланцев Дмитриевского месторождения, млн. т [6]

По значимости	По степени достоверности			Интервалы глубин, м			Всего
	действительные	вероятные	возможные	до 300	300 – 600	600 – 1800	
Кондиционные	238	262	-	238	262		500
Не кондиционные	112	143	798	112	143	798	1053
ИТОГО	350	405	798	350	405	798	1553

Горючие сланцы являются высокозольными, содержание золы колеблется в пределах 63-74%, причем минеральная часть их содержит иногда до 50% карбонатов. Влажность сланцев невелика и колеблется в пределах 1,5-2,5%. Выход летучих веществ изменяется в пределах от 9 до 25%.

При полукоксовании сланцы дают от 1,5 до 10 % легкоподвижной смолы, по своему внешнему виду и составу близкой к естественной нефти, с удельным весом 0,863.

В отличие от барзасситов, условия разработки горючих сланцев, особенно Дмитриевского месторождения, следует считать исключительно благоприятными. Точно так же и перегонка их не представляла бы каких – либо затруднений, ибо сланцы не прилипают к стенкам реторт.

Для оценки обогатимости были использованы пробы плитчатого угля и горючего сланца. Основываясь на результатах фракционного анализа в среде тяжелой жидкости (раствор $ZnCl_2$), согласно ГОСТу 10100-84 исследованные образцы относятся к трудной категории обогащения. Проведены исследования по обогащению методами гидродинамической сепарации («гидросайзер») и пенной флотации, которые показали, что труднообогатимый уголь и сланец барзасского месторождения принципиально могут быть обогащены до необходимых кондиций (зольность менее 10%) данными

методами, однако выход концентрата невысок. Поэтому исследования по обогащению необходимо продолжить для поиска наиболее эффективного метода разделения.

Значительным развитием в районе пользуются основные изверженные породы – базальты и долериты (диабазы). Проведенные предварительные исследования получения каменного литья из барзасских базальтов показали, что некоторые разности базальтов (например по р. Трудная) при плавке дают хорошие результаты, показывая хорошую литьевую и кристаллизационную способность[6].

В 0,5 км к северу от пос. Барзас расположено Васильевское месторождение, представленное пластовой залежью диабазов, вытянутой с севера на юг на 800 м и с запада на восток на 1000 м. Мощность залежи изменяется от 51 м на западе до 2 м на востоке. Испытания показывают, что диабазов удовлетворяют требованиям промышленности для использования в качестве сырья для железнодорожного балласта. Качественный и количественный минералогический состав и структуры диабазов отвечают требованиям для каменного литья. Запасы диабаза составляют 1,03 млн $м^3$, с учетом возможности их прироста к западу, югу, востоку, и юго-востоку от месторождения на 5 млн. $м^3$.

В 1,3-3 км к северо-востоку от пос. Барзас расположено месторождение Васильевское II, представленное силлом диабазовых пород. В строении продуктивной толщи участвуют диабазовые и базальтовые порфириты, диабазы и реже - диабазовые туфы. Мощность полезной толщи колеблется от 22 до 72 м. Мощность вскрышных пород увеличивается с запада на восток от 1-2 до 15-27 м, среднее ее значение - 18 м, в том числе рыхлых 5 м и каменистых (некондиционные диабазы из зоны выветривания и элювия)- 13 м. Рекомендованы для использования в качестве сырья для железнодорожного балласта. Запасы сырья составляют 18,5 млн. $м^3$.

В правобережье р.Барзас, в 6 км к северо-востоку от г. Березовского расположено Одиночное месторождение базальтовых и андезитовых порфиритов, слагающие пластообразную залежь. Порфирит пригоден для каменного литья. Запасы сырья составляют 9 млн. $м^3$.

В правобережье р. Барзас, в 2 км южнее пос. Барзас в пределах Дмитриевско-Перебойского силла базальтовых порфиритов, к которому приурочено Одиночное месторождение, выявлено Труднинское проявление в форме выхода около 30 м видимой мощности базальтовых порфиритов темно-серого до черного цвета. Породы крепкие, монолитные с редкими трещинами открытого типа. Блочность, обусловленная трещиноватостью, имеет размеры от 50х50х40 см до 80х80х60 см, что отвечает требованиям к блочному камню. Если учесть, что наблюдения над трещиноватостью велись с поверхности коренного выхода, то на глубине можно ожидать увеличение размеров блочности. Декоративные свойства камня хорошие – 23-25 баллов – II класс декоративный. Физико-механические свойства отвечают всем требованиям ГОСТа.

По своему химическому составу базальты отвечают требованиям камнелитейной промышленности и могут найти комплексное применение в облицовочной и камнелитейной промышленности. Химический состав базальтовых руд порфиритов Труднинского проявления сопоставим с химическим составом Барзасских диабазов Васильевского месторождения, признанных пригодными для производства камнелитейной продукции. Прогнозные ресурсы сырья – 3,5 млн. $м^3$.

В Барзасском районе имеют значительное развитие известняки кембросилурийского возраста, известняки девонские и нижнекаменоугольные. Наибольший интерес представляет балахонский известняк нижнекаменноугольного возраста, характеризующийся значительной мощностью. Он образует многочисленные выходы, многие из которых могут разрабатываться.

На правом берегу р. Яи, напротив пос. Невского, пачка известняков достигает мощности 76 м, падение крутое на Восток. Запасы на площади с наносами не более 5 м оцениваются 1,4 млн т.

Наиболее изученным является Федоровское месторождение, расположено на правом берегу р. Полуденный Шурап, в 46 км на северо-восток от г. Кемерово, близ железнодорожной линии Кемерово-Барзас. Месторождение приурочено к отложениям визейского яруса нижнего карбона и сложено известняками, песчанистыми известняками и известковистыми песчаниками, имеющими пластовое моноклинальное залегание с углом наклона 30-35 градусов. Мощность известняков достигает 75 м. Запасы оцениваются в 2.5 млн $м^3$. Известняки и песчанистые известняки пригодны для производства щебня для армированных и неармированных бетонов, на железнодорожный балласт и для автодорожных покрытий, а также для производства бутового камня. Известковистый песчаник пригоден для производства щебня для обычных бетонов и для нижнего слоя автодорожных покрытий.

Несколько выше р.Полуденному Шурапу, против устья р. Бирюли, выступают вышележащие так называемые Перфишкины известняки нижнего карбона, которые менее песчаные.

В районе развития древних толщ, часто наблюдается развитие железистых пород. Ожелезненные породы в большинстве случаев встречаются в виде галек в руслах речек, и особенно, мелких ключиков,

при чем количество их возрастает по мере продвижения к верховьям этих ключиков. В районе р. Березовой они имеют наибольшее распространение, возможно некоторые залежи могут иметь промышленное значение. Бурые железняки развиты либо в коре выветривания, либо непосредственно на поверхности фундамента в виде прерывистых, горизонтально лежащих тел, неправильных гнезд, желваков или рыхлых глинистых масс с обломками известняков. Руды от темно- до светло-бурой окраски, представлены пористыми охристо-глинистыми разностями, реже сливными бурыми железняками. В составе руд - лимонит, гетит, кварц, каолинит, слюда. Содержание железа растворимого от 25% до 54 %. Получение из этих руд железных концентратов возможно в условиях применения метода электромагнитной сепарации с предварительным магнитизирующим обжигом. Установлено также, что бурые железняки могут применяться как минеральный пигмент – охра железистая.

Огнеупорные глины установлены на правом берегу р. Тугановского Кельбеса к северу от пос. Придорожного (Придорожское месторождение). Огнеупорная глина образует здесь до 6 пластов линзовидного характера, не всегда хорошо сопоставляющихся по отдельным разрезам. Самый нижний пласт характеризуется наибольшим постоянством, мощность его колеблется в пределах от 0,6 до 6 м на площади около 0,5 кв. км. Запасы месторождения оцениваются в 2,3 млн. т[6].

Условия разработки этого месторождения затрудняются значительными наносами, по отдельным участкам мощность вскрыши достигает 20 и более метров, но в некоторых пониженных частях месторождения выступает почти на поверхность. Часть пород вскрыши можно было бы утилизировать, как, например, кварцевые пески, а также галечники, которые могли бы найти применение при дорожном строительстве и каковые к тому же являются золотоносными. Однако месторождение удаленно от железной дороги (около 30 км).

Таким образом, учитывая технологические свойства сапромикситовых углей и горючих сланцев Барзасского геолого-экономического района, а также то, что в непосредственной близости от этих месторождений находятся лицензионные участки месторождений базальтов и известняков, можно говорить о реальной возможности и перспективности их разработки, в первую очередь сланцев Дмитриевского месторождения.

Значительный интерес представляет и Барзасское проявление минеральных вод, располагающееся в междуречье рек Барзас и Кельбес, а также в долинах рек Барзас и Яя. На отмеченном участке выявлены минеральные воды неспецифического состава – сульфатно-хлоридные натриевые с минерализацией 2,8 г/дм^3, а также минеральные сульфатные натриевые воды с минерализацией 2 и 3,6 г/л. В водах установлено значительное количество очень полезного и столь необходимого для данного региона компонента — йода (0,8 мг/дм3) [10].

Следует отметить, что освоение рассмотренных месторождений интересно не только с коммерческих, но и с общегосударственных позиций. Наличие на ограниченной площади компактно расположенных месторождений разнообразных по характеру полезных ископаемых, отработка которых возможна единым открытым способом, является предпосылкой к отработке технологической и организационных решений по комплексному освоению недр. Именно недр, а не месторождений, что существенно отличает решаемую задачу от ее традиционного восприятия, как задачи отработки месторождений с комплексом полезных компонентов. Наличие на территории России и ряда зарубежных государств близких по типу месторождений (особенно сланцевых) позволит, в условиях наличия отработанных на практике технологий переработки, повысить полноту использования минерально-сырьевой базы страны и создать систему наукоемких экспортно-востребованных технологий нового технического уровня. Понятно, что наименее затратно выполнить эту работу можно только в инфраструктурно развитом регионе, к которым относится Кемеровская область [11].

Работа выполнена в рамках программы Президиума РАН № 27.

Список литературных источников:

1. Ларищев А.А. К вопросу о природе углей Барзасского типа.// Ученые записки Томского государственного университета им. В.В. Куйбышеваю.- 1948.-№11.-С-79-100.

2. Патраков Ю.Ф. Состояние и перспективы процессов глубокой переработки углей.// Химия в интересах устойчивого развития, 2005, Т. 13, №4, С. 593-597.

3. Патраков Ю.Ф.,Федорова Н.И., Павлуша Е.С.Термическое растворение горючего сланца Дмитриевского месторождения бензолом под давлением при сверхкритических условиях. // Химия твердого топлива, 2009, №4, С.42-45.

4. Патраков Ю.Ф.,Федорова Н.И., Павлуша Е.С. Термическое растворение сапромикситового угля Барзасского месторождения в среде бензола с добавкой этилового спирта в сверхкритических условиях. //Химия твердого топлива, 2011, №4, С.32-37
5. Станкус В.М., Патраков Ю.Ф., Анферов Б.А. Легирующая присадка к коксовой шихте для производства металлургического кокса из твердых природных компонентов. Патент РФ на изобретение № 2323956, опубл.10.05.2008, Б. № 13.
6. Тыжнов А.В. Материалы по геологии Западной Сибири №3(45). Геологический очерк барзасского района Кузнецкого бассейна. -Томск, 1938.-155 с.
7. Мысина Л.М., Щербинин И.З. Запасы углей и горючих сланцев СССР, 1958.
8. Угольная база России, том 2: Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири. М.: Геоинформцентр, 2003, – 602 с.
9. Геология СССР. Том XIV. Западная Сибирь (Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская области, Алтайский край). Полезные ископаемые. Под ред. Е.А. Козловского. В 2-х книгах. Книга 1.- М., -Недра, 1982, -319 с..
10. Геология СССР. Том XIV. Западная Сибирь (Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская области, Алтайский край). Полезные ископаемые. Под ред. Е.А. Козловского. В 2-х книгах. Книга 2.- М., -Недра, 1982, -196 с.
11. Патраков Ю.Ф., Писаренко М.В., Шаклеин С.В. Оценка ресурсов альтернативных твердых горючих ископаемых Кузбасса. –ГИАБ отдельный выпуск № 6, 2013, С.-177-186.

Аннотация: Обобщены данные по условиям залегания, качеству и ресурсам девонских углей и горючих сланцев Барзасского геолого-экономического района Кузбасса, а также других полезных ископаемых. Отмечено, что наличие в районе лицензионных участков на добычу базальтов и известняка в непосредственной близости от месторождений Дмитриевского месторождения (1553 млн. т), создают предпосылки к организации добычи сланцев этого месторождения и перерабатывающих производств на основе использования ранее невостребованных видов сырья, что благоприятно скажется на состоянии минерально-сырьевой базы и приведет к созданию системы наукоемких экспортно-востребованных технологий.

Ключевые слова: барзасситы, сланцы, базальты, известняк, запасы и ресурсы.

УДК:622.213:351.823.3

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧЕТА БАЛАНСОВЫХ ЗАПАСОВ УГЛЯ

С. В. Шаклеин, д.т.н., Институт угля СО РАН, Кемеровский филиал Института вычислительных технологий СО РАН
М.В. Писаренко, к.т.н. Институт угля СО РАН, г.Кемерово

С целью учета состояния минерально-сырьевой базы страны федеральным органом управления государственным фондом недр ведется государственный баланс запасов полезных ископаемых. Законом РФ «О недрах» предусмотрено, что этот баланс должен содержать сведения о количестве, качестве и степени изученности запасов каждого вида полезных ископаемых по месторождениям, имеющим промышленное значение, об их размещении, степени промышленного освоения, добыче, потерях и обеспеченности промышленности разведанными запасами полезных ископаемых.

Информационной основой баланса является геологическая информация, представляемая предприятиями, осуществляющими геологическое изучение недр, а также государственная отчетность предприятий, осуществляющих разведку месторождений полезных ископаемых и их добычу.

Баланс запасов каменных и бурых углей формируется по субъектам Федерации и оформляется в форме таблицы, в которой приводятся сведения об участках распределенного и нераспределенного фондов недр, группируемых по бассейнам, угленосным районам и месторождениям. В таблице

указываются среднии значения или диапазон изменений основных показателей качества угля (зольность, влага, сера, низшая теплота сгорания), степень освоения, глубина подсчета запасов, группа сложности геологического строения. Для осваиваемых промышленностью участков указывается номер лицензии на право пользования недрами, год ввода предприятия в строительство или в эксплуатацию, производственная мощность предприятия, обеспеченность промышленными запасами (в годах) предприятия в целом и по действующему горизонту.

Запасы углей указываются с округлением до тысяч тонн в целом и с разделением по категориям запасов и по технологическим маркам (с указанием возможности их использования в коксохимическом производстве). Указываются запасы, которыми обладал участок на момент утверждения запасов (с указанием года и номера протокола рассмотрения), запасы на начало предшествующего года, причины изменения балансовых запасов в текущем году и запасы на начало года составления баланса. Причины изменения балансовых запасов в течение года группируются по шести направлениям: добыча, потери при добыче, разведка, переоценка, списание неподтвердившихся запасов, изменение технических границ и по другим причинам. В балансе указывается также количество промышленных запасов угля.

Принятая форма представления баланса запасов была сформирована в период существования СССР и, следовательно, ориентирована на его использование в рамках жесткой плановой системы хозяйствования при дотационном характере работы угольной промышленности. Не требует доказательств то, что в условиях рыночной системы хозяйствования, новой законодательной базы, активизации процессов государственно-частного партнерства, перехода угольной отрасли на международные системы оценки запасов требования к государственному балансу запасов, как к инструменту информационного обеспечения принятия управленческих решений в области недропользования, неизбежно меняются. Особо требуется учесть, что эффективное международное сотрудничество невозможно без наличия системы учета запасов близкой и понятной зарубежному бизнесу.

Следует, во-первых, изъять из баланса рудименты прошлого периода развития. В государственном балансе в нераспределенном фонде недр по-прежнему выделяются участки подгрупп «А» (резерв разведанных участков для строительства новых угольных предприятий) и «Б» (резерв разведанных участков для реконструкции и продления срока службы действующих предприятий). Существование таких групп в целом противоречит принятой в России системы лицензирования недр, практически не используется, но создает у зарубежных партнеров вредную иллюзию наличия в стране системы лицензированию по предварительному «сговору».

Во-вторых, указание количества запасов угля в балансе в тысячах тонн, противоречит международной практике, которая исходит из того, что «получаемые оценки ресурсов и запасов не являются результатами точных расчетов» [1]. Считается, что «представляемая учетная информация о количестве и качестве ресурсов [балансовых запасов в российской терминологии – замечание авторов] должна отражать относительную неопределенность оценок, что находит свое выражение в их округлении до соответствующего уровня значимости…» [1]. В связи с этим следует рекомендовать осуществлять округление данных о количестве запасов угля не до тысяч, а хотя бы до сотен тысяч тонн. Такое округление, как это не кажется странным, повысит уровень понимания данных баланса со стороны зарубежных партнеров. Кроме того, законодательно определенная необходимость проведения государственной экспертизы по всем фактам неподтверждения горными работами параметров геологических блоков, принятых при подсчете запасов (площадь, угол падения, мощность, плотность), уже привела к тому, что недропользователи массово начали подтасовывать данные, формально обеспечивая полное совпадение геологоразведочных данных. При этом любому специалисту совершенно ясно, что полного совпадения этих данных быть просто не может. В результате международные эксперты начинают испытывать глубокое недоверие к российской отчетности, что негативно сказывается на их оценке минерально-сырьевой базы страны и уровне капитализации отечественных добывающих компаний. Принятие нового порядка округления исключит необходимость подтасовки данных о движении запасов на предприятиях даже в случае, если внутренняя отчетность на них будет выполняться по традиционным подходам к округлению результатов подсчета.

Особо следует отметить, что содержание баланса угля, в части приводимых оценок степени разведанности месторождений, находится в противоречии с действующим законодательством, которое предусматривает, что «на основе классификации запасов полезных ископаемых, которая утверждается в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации» ([2], статья 31). В настоящее время в стране действует «Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» введенная в действие с 01.01.2008. Между тем, например, в Балансе углей каменных и бурых

Кемеровской области приведены данные о запасах, утвержденных в совершенно различные периоды, начиная с 1938 года, т. е. по требованиям ныне нелегитимных «Классификаций запасов…». Насколько различны эти требования можно иллюстрировать тем, что по последней советской классификации 1981 года запасы участков первоочередного освоения на месторождениях 1 и 2 групп сложности геологического строения должны были быть разведаны преимущественно по категориям А и В. Действующая ныне «Классификаций запасов…» трактует запасы этих категорий, как запасы участков, расположенных в пределах детализации, которые могут не совпадать с участками первоочередного освоения, т .е. как запасы сознательно переразведанные в целях доказательства правомерности принятой методики проведения геологоразведочных работ. Это обстоятельство явно указывает на существенное повышение требований к качеству разведки запасов категории С1. К сожалению, в отличие от месторождений нефти и газа, на месторождениях угля принятие новой классификации запасов не сопровождается переоценкой ранее поставленных на баланс запасов по ее требованиям. Данное упущение, являющееся явным нарушением требований ФЗ «О недрах», должно быть постепенно ликвидировано.

Данные государственного баланса запасов полезных ископаемых являются основой принятия управленческих решений различной направленности.

Одно из главнейших направлений – это определение государственных приоритетов в области развития минерально-сырьевой базы страны. К сожалению существующий формат данных баланса не позволяет объективно оценить реальное состояние государственного фонда недр. Это связано с тем, что к основными параметрами, разделяющими балансовые, забалансовые запасы и «не запасы» являются мощность пласта и зольность угля. В условиях дотационного режима работы угольной отрасли в советский период такой подход к выделению запасов выглядел вполне разумно: например, подземная добыча угля осуществлялась в СССР во всем возможном диапазоне изменения углов падения (от 0 до 90°) и при очень высокой степени нарушенности пластов (до 250 м/га по показателю А. С. Забродина). В современных рыночных условиях подземная добыча угля признается эффективной только при углах падения пластов не превышающих 30° и нарушенности на более 30-40 м/га. Можно выделить еще ряд факторов, характеризующих горно-геологические условия участков недр, например, глубина, газоносность, свойства пород кровли и почвы, которые существенно усложняют ведения горных работ, а достигая предельные значения приводят к исключению из разработки запасы. Сколько таких запасов имеет представленный в балансе участок недр установить невозможно без обращения к полной геологической документации. В результате этого органы государственного управления недр получают искаженную и весьма благостную картину состояния фонда недр приводящую к принятию ошибочных решений.

Кроме того, знание о горно-геологических условиях и количестве запасов, извлечение которых нерентабельно с точки зрения современной технологии угледобычи, позволит на основе инструментов государственно-частного партнерства развивать наиболее эффективные технологии добычи [3-5], а государству, как собственнику недр, «пригласить» бизнес принять участие в реализации крайне значимого проекта развития минерально-сырьевой базы страны на базе уже разведанных месторождений.

В связи с перечисленным, представляется целесообразным осуществить в балансе разделение запасов не только по степени разведанности и технологическим маркам, но и по их соответствию рыночным требованиям угольной промышленности.

Детальное выделение запасов угля целесообразных к отработке по технико-экономическим показателям осуществляется по результатам ТЭО кондиций и проектных работ. Однако практика выполнения этих работ в Кузбассе показывает, что на баланс предприятия ставятся геологические запасы, соответствующие кондициям по мощности и зольности, которые крайне мало изменяются от объекта к объекту, находясь в диапазоне 0,7 до 1,0 м по мощности и от 30 до 35 % по зольности. Хотя на сегодня очевидно, что при подземной разработке пласты угля, имеющие указанные выше углы падения и нарушенность, отрабатываться не будут. Для открытых горных работ факторами, определяющими целесообразность отработки запасов, кроме мощности и зольности, являются коэффициент вскрыши и дальность транспортировки горной массы. Поэтому предлагается ставить на баланс запасы, удовлетворяющие требованиям по кондициям мощности и зольности, а также с объемом транспортировки породы до 25 кубо-километров на 1 т угля – для кокса и 15 кубо-километров на 1 т угля – для энергетики при транспортной системе разработки и, соответственно, с коэффициентом вскрыши менее 11 и 14 м3/т для бестранспортной [3].

Включение данных о горно-геологических условиях участков в качестве информационно-справочных данных в государственный баланс резко повысит информативность и позволит обосновать направления развития новых технологий добычи и их ресурсную базу. Разумеется, следует предусмотреть в балансе и обязательную отметку о том, что послужила основанием постановки запасов на государственный учет: проект освоения участка недр, ТЭО кондиций или по упомянутым выше бассейновым параметрам.

В целом, представляется, что принятие предлагаемых изменений в форму государственного баланса запасов будет способствовать формированию информационной основы деятельности органов государственного управления недр и недропользователей по обеспечению инновационного развития угольной отрасти и ее минерально-сырьевой базы.

Работа выполнена при финансовой поддержки гранта РФФИ № 13-05-98049-р_сибирь_а «Обоснование концепции развития минерально-сырьевой базы Кузнецкого угольного бассейна».

Список литературы:

1. International Template for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves: Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards, July 2006. – 33 p.

2. Российская Федерация, Законы. О недрах: федеральный закон: от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 (в ред. ФЗ РФ от 03.03.1995 № 27-ФЗ, от 10.02.1999 № 32-ФЗ, от 02.01.2000 № 20-ФЗ, от 14.05.2001 № 52-ФЗ, от 08.08.2001 № 126-ФЗ, от 29.05.2002 № 57-ФЗ, от 06.06.2003 № 65-ФЗ, от 29.06.2004 № 58-ФЗ, от 22.08.2004 № 122-ФЗ, от 15.04.2006 № 49-ФЗ, от 25.10.2006 № 173-ФЗ, от 26.06.2007 № 118-ФЗ, от 01.12.2007 № 295-ФЗ, от 29.04.2008 № 58-ФЗ, от 14.07.2008 № 118-ФЗ, от 18.07.2008 № 120-ФЗ, от 23.07.2008 № 160-ФЗ, от 30.12.2008 № 309-ФЗ, от 17.07.2009 № 164-ФЗ, от 27.12.2009 № 374-ФЗ, от 19.05.2010 № 89-ФЗ, от 05.04.2011 № 52-ФЗ, от 18.07.2011 № 219-ФЗ, от 18.07.2011 № 224-ФЗ, от 18.07.2011 № 242-ФЗ, от 21.11.2011 № 331-ФЗ, от 30.11.2011 № 364-ФЗ, от 06.12.2011 № 401-ФЗ, от 07.12.2011 № 417-ФЗ, от 14.06.2012 № 74-ФЗ, от 28.07.2012 № 133-ФЗ, от 30.12.2012 № 323-ФЗ, от 07.05.2013 № 85-ФЗ, от 23.07.2013 № 227-ФЗ, от 23.07.2013 № 228-ФЗ, от 28.12.2013 № 396-ФЗ, от 28.12.2013 № 408-ФЗ) // Российская газета. – 1992. – 5 мая.

3. **Шаклеин, С. В.** О пересмотре кондиций угольных месторождений / **С. В. Шаклеин, Н. М. Яркова, С. В. Ясюченя, И. И. Зимин** // Маркшейдерский вестник.- 2003. – № 4. – С. 51-53.

4. **Шаклеин С.В., Писаренко М.В**. Об интенсивном развитии сырьевой базы угольной промышленности Кузбасса.// Минеральные ресурсы России. Экономика и управление.- 2013, -№ 6.

5. **Шаклеин С.В., Писаренко М.В**. Нетрадиционные технологии добычи угля- основа интенсивного освоения минерально-сырьевой базы Кузбасса. // Горная промышленность. – 2010. – №4.

6. **Шаклеин С.В., Писаренко М.В**. Концепция развития сырьевой базы Кузнецкого угольного бассейна.// ФТПРПИ.-2014.-№3.-С. 118-126.

7. **Шаклеин С.В., Писаренко М.В**. Пути совершенствования государственного учета балансовых запасов в направлении информационного обеспечения инновационного развития угольной отрасли. // Рациональное освоение недр.- 2014.№ 4.-С34-38.

Аннотация

Предложены рекомендации по приведению содержания государственного баланса угля в состояние, отвечающее современным законодательным требованиям, и способствующие инновационному развитию угольной отрасти и расширению минерально-сырьевой базы.

Ключевые слова: *Запасы угля, мощность пласта, зольность, горно-геологические условия.*

УДК:622.213:351.823.3

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ ОТНОШЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КУЗБАССА

С. В. Шаклеин, ведущий научный сотрудник, д.т.н., Институт угля СО РАН, Кемеровский филиал Института вычислительных технологий СО РАН;
А.А. Рожков, д.э.н., проф., директор по науке и региональному развитию Института конъюнктуры рынка угля, г. Москва.
М.В. Писаренко, ученый секретарь к.т.н. Институт угля СО РАН

Кузнецкий угольный бассейн, отрабатывается более 100 лет, является основным центром добычи угля в России. Около 58% добываемого угля в России, 77 % коксующихся и 80 % экспортного угля приходится на Кузбасс. Согласно Долгосрочной программе развития угольной промышленности России до 2030 года, Кузнецкий угольный бассейн по-прежнему останется основным угледобывающим центром, однако его вклад в общую добычу снизится с 58 до 50%. Угольная промышленность Кузбасса за долгий путь прошла приватизацию, реструктуризацию и сегодня все угледобывающие предприятия являются частными. За это время накоплен огромный опыт нормативно-методического обеспечения недропользования в условиях рынка и интеграции российской структуры угольного бизнеса с крупными международными рынками. Однако некоторые из действующих ныне нормативно-правовых положений не способствуют эффективному внедрению новых подходов и, соответственно, должны быть актуализированы [1] применительно к новым условиям.

В современных условиях, в связи с истощением фонда благоприятных по горно-геологическим условиям участков нераспределенного фонда недр, рациональное недропользование становится невозможным при сохранении действующей заявительной системы лицензирования, которая ныне часто превращается в инструмент санкционированной государством выборочной отработки недр. Переход на программное лицензирование, при котором участки недр и последовательность их ввода в эксплуатацию в целом по России должны определяться специальной технико-экономически обоснованной национальной программой, уже явно назрел [3].

Необходимость такого подхода актуальна и в связи с тем, что проблему «нехватки» благоприятных участков недр существенно усилили кризисные явления последних лет, имеющие следствием резкие колебания цен на уголь даже в течение одного календарного года. Многие аналитики связывают причины резких колебаний цен с развивающимися процессами глобализации и, если это действительно так, то «сглаживания» цен в обозримой перспективе ожидать не следует. Очевидно, что при падении цен недропользователь вынужден переводить часть ранее технологичных (активных) запасов в нецелесообразные к отработке, а при росте цен рентабельно отрабатывать ранее некондиционные запасы. Ясно, что вновь создаваемое предприятие должно быть рентабельным во всем возможном диапазоне цен на уголь. Поскольку себестоимость добычи напрямую определяется сложностью горно-геологических условий, то это означает ускоренное сокращение ресурсного потенциала отрасли за счет исключения из оборота участков (или их фрагментов) средней и относительно высокой сложности горно-геологических условий, рентабельная отработка которых возможна не во всем ожидаемом диапазоне колебания цен[4].

В качестве наиболее очевидного направления организации добычи в условиях нестабильных цен и дефицита участков с благоприятными горно-геологическими условиями представляется переход предприятий на работу в следующем режиме: в период роста цен на уголь осваивается участок со сложными горно-геологическими условиями, а в период падения цен - с благоприятными. К сожалению, применение столь очевидной идеи в пределах одного предприятия вступает в конфликт с основным и объективно существующим принципом организации горных работ – принципом максимальной их концентрации. Поэтому работа в таком режиме может быть реализована только на вновь проектируемых

предприятиях, ведущих одновременную разработку двух и более различных по сложности горно-геологических условий участков. Отсюда следует необходимость представления к лицензированию сразу группы участков. Формирование таких групп участков может быть осуществлено только в системе программного лицензирования.

Собственно, переход к системе программного лицензирования представляется неизбежным, но требует серьезного научного и организационного обеспечения по направлениям лицензирования участков строительства новых предприятий и участков, необходимых для поддержания мощности уже действующих. При разработке системы следует ориентироваться на принципы частно-государственного партнерства и учитывать, что без постоянной актуализации созданной программы лицензирования она может стать сдерживающим фактором в развитии отрасли.

Как известно, проблема поддержания мощности действующих предприятий за счет так называемых «прирезок» много лет поднималась недропользователями и в текущем году наконец-то получила правовое решение в форме возможности изменения лицензионных границ на бесконкурентной основе.

Однако в практике угольных предприятий возникают ситуации, требующие крайне оперативного изменения границ горных отводов. Их возникновение связано с порядком указания лицензионных границ участков недр, преимущественно свойственным угольным месторождениям. В качестве таких границ часто используются выходы пластов на горизонты и реально существующие геологические структуры, например, крупные дизъюнктивные нарушении. Установленное геологоразведкой положение этих границ впоследствии координируется и фиксируется в горноотводных актах. За счет того, что геологоразведочные данные, полученные при любой плотности разведочной сети, всегда обладают погрешностями, горными работами обязательно будет фиксироваться несоответствие координат угловых точек отводов относительно их словесного описания. Например, при подходе горных работ к границе участка установленной по линии обреза пласта нарушением выявляется, что фактически нарушение несколько смещено и находится за пределами координированного отвода. В соответствии с действующими требованиями недропользователь вынужден останавливать горные работы, а запасы, заключенные между координированным контуром лицензии и его текстовым описанием безвозвратно теряются в недрах. Аналогичная ситуация наблюдается и при ограничении лицензионного участка по глубине горизонтом в случае, если угол падения пласта фактически оказывается несколько меньше, чем ожидалось. Формально недропользователь может включить такие запасы в свой горный отвод как путем инициирования конкурса или аукциона на рассматриваемый фрагмент недр, так и используя единожды разрешенную бесконкурентную форму. Но на практике использовать их невозможно. Это связано с тем, что факт неподтверждения проявляется лишь при проведении подготовительных выработок, остановка которых даже на очень короткий срок невозможна, поскольку они необходимы для воспроизводства очистного фронта. Для того, чтобы избежать безвозвратных потерь части запасов необходим специальный механизм корректировки границ горных отводов в случае если они являются реально существующими геологическими границами или горизонтами. Причем такое изменение должно носить уведомительный, а не согласовательный характер, поскольку длительность принятия решения не может превышать нескольких дней.

Чрезмерное увлечение согласовательными процедурами всегда имеет отрицательные последствия. Так внедряемая процедура оперативного изменения запасов действующих добывающих предприятий предполагает необходимость проведения государственной геологической экспертизы составляющих движение запасов, за исключением декларированных объемов добычи и потерь, т.е. фактически – всех составляющих, связанных с подтверждаемостью результатов геологоразведочных работ. Представляется сомнительным, что движение запасов, вызванное неподтверждением подсчетных параметров (например, тем, что фактическая мощность пласта в подсчетном блоке составила 2,00 м, при принятой при подсчете запасов 1,90 м) должно быть предметом государственной экспертизы. Подготовка материалов для проведения такой экспертизы отнимает у работников предприятий достаточно много времени и требует материальных затрат. Поэтому, учитывая то, что подобное движение всегда разнонаправлено (с некоторым преимуществом проявления случаев занижения количества запасов по данным разведки), геологические службы предпочитают вообще не показывать такое движение. Главным следствием этого является не искажение государственной отчетности (что само по себе является нарушением), а подрыв доверия к российской геологоразведочной документации и, соответственно, снижение капитализации бизнеса. Компетентные лица, проводящие международную оценку ресурсов и запасов предприятия, прекрасно понимают, что результаты геологоразведочных работ в принципе не могут быть безошибочными, а факт полного совпадения прогнозных и фактических данных воспринимают как

явный признак фальсификации данных, масштабы которых не очевидны. В связи с этим следует отказаться от идеи государственной экспертизы изменения количества запасов, связанного с неподтверждением подсчетных параметров и фиксировать их внутренними актами предприятий (как это имело место в советский период), проверка содержания которых может выполняться органами Росприроднадзора.

Однако изменения запасов, связанные с переоценкой балансовой принадлежности запасов (выявление запасов нецелесообразных к отработке по технико-экономическим причинам) обязательно должны быть предметом государственной экспертизы. Причем такая экспертиза, в отличии от сложившейся практики, обязательно должна не только рассматривать экономическую целесообразность или высокую промышленную опасность их отработки, но и оценивать причины, по которым они не были предварительно выявлены. Следует помнить, что списание запасов участков с «внезапно» выявившимися усложненными геологическими условиями практически всегда приводит к утрате промышленного значения части расположенных рядом пригодных к отработке запасов. Если бы контур реально нецелесообразных (невозможных) к отработке запасов был бы установлен до начала проведения подготовительных выборок, то такие запасы во многих случаях могли бы быть вовлечены в отработку. Собственно, «внезапность» появления участков списания является следствием действия только одной из двух причин. Во-первых, иметь место в результате исчерпания возможностей геологоразведки, а, во-вторых, являться результатом «экономии» недропользователем средств, направляемых на геологоразведочные работы. Представляется, что во втором случае недропользователь должен нести материальную ответственность за утрату промышленной значимости части балансовых запасов, примыкающих к контуру действительно нецелесообразных к отработке в форме признания их сверхнормативными потерями [4-7].

Для исключения, имеющего место сохранения на балансе предприятиями подлежащих списанию запасов (что в системе международной экспертизы рассматривается как недобросовестная попытка увеличить капитализацию компании) необходимо предусмотреть, что направление в органы государственного управления недр документов на списание утративших балансовую значимость запасов должно осуществляться не позднее, чем через год после утраты доступа к ним. В противном случае такие запасы следует признавать сверхнормативными потерями.

Инструментом, призванным повысить качество геологического изучения участков и, тем самым, снизить уровень списаний запасов является «опережающее геологическое изучение недр», которое, в соответствии со статьей 23 федерального закона «О недрах», относится к числу обязательных государственных требований по рациональному использованию и охране недр. Но на угольных месторождениях такой вид работ в настоящее время практически не осуществляется, а эксплуатационная разведка проводиться лишь с целью локализации уже вскрытых горными работами участков усложнения горно-геологических условий. Такие работы не могут быть отнесены к категории «опережающих» [3].

Парадоксально, но введенное в законе «О недрах» и фигурирующее в лицензионных соглашениях понятие «опережающее геологическое изучение недр» является понятием, совершенно не раскрытым в нормативно-методических документах. Отсутствие такого «раскрытия» не позволяет корректно осуществлять подготовку раздела «Эксплуатационная разведка» проектной документации и контролировать выполнение государственного требования. Логично предположить, что в основу программы работ по опережающему геологическому изучению недр должен быть положен анализ характера размещения контуров запасов различной степени достоверности. Именно зоны локально пониженной степени разведанности и должны являться предметом опережающего изучения недр. Выделение таких зон может быть объективно предварительно осуществлено на основе применения количественных методов оценки достоверности запасов, применение которых является обязательным по требованиям пункта 16 действующей «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых».

Если подходить к рассматриваемой проблеме несколько шире, то следует также признать, что в случае, если по результатам статистического наблюдения за движением запасов будет установлен недопустимо высокий уровень их списания и неподтверждения, то Росприроднадзор, осуществляющий контроль и надзор за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр, должен получить право, по согласованию с ЦКР ТПИ Роснедра, потребовать от недропользователя выполнения дополнительных геологоразведочных работ, а в случае неисполнения этого требования – аннулировать решение о признании участка недр подготовленным к промышленному освоению.

При рассмотрении проблем геологического обеспечения ведения горных работ не следует забывать, что характерной особенностью добычи твердых полезных ископаемых является невозможность ее осуществления без присутствия людей в опасных условиях подземной горной среды. Особую опасность эта среда представляет при ведении подземной добычи угля. При этом следует помнить, что все технические и технологические решения по обеспечению промышленной безопасности при строительстве и эксплуатации шахт принимаются под условием их соответствия не реальным геологическим условиям, а их геологоразведочным моделям. Отсюда качественная геологическая информации становится в настоящее время одной из главных предпосылок к обеспечению безопасности горного производства [2].

Поэтому повышение полноты и достоверности геологической информации в целях обеспечения промышленной безопасности также является одной из задач, а может быть и главной задачей «опережающего геологического изучения недр». Понятно, что исполнению любых государственных требований должно фиксироваться и доказываться. В связи с этим, в дополнение к действующей «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых», разделяющей запасы на категории разведанности по сути дела с экономических позиций, для действующих угледобывающих предприятий целесообразно дополнительно ввести «Промышленную классификацию достоверности запасов» предполагающую их разделение на две категории. Первая из них должна квалифицировать границы контуров, в пределах которых обеспечивается уровень разведанности, достаточный для решения вопросов промышленной безопасности, а вторая – рационального использования недр. Контуры таких категорий не должны охватывать весь участок недр, а должны быть расположены в районе контура ведения горных работ и постоянно перемещаться вместе с ними. Собственно, необходимый уровень разведанности этих категорий может быть индивидуально установлен для каждого конкретного предприятия по результатам специального мониторинга достоверности запасов, методология проведения которого уже определена нормативным документом «Общества экспертов России по недропользованию».

Внедрение «Промышленной классификации достоверности запасов» будет несомненным вкладом геологической отрасли в решение поставленной «Долгосрочной Программой развития угольной промышленности…» задачи снижения аварийности и травматизма не менее, чем на 30 %. Представляется, что этот вклад будет весьма значим, что следует из того, что более 50 % всех несчастных случаев в горной промышленности мира вызван внезапным обрушением кровли, т.е. несоответствием принимаемых технических решений реальной горно-геологической обстановке.

В целом, реализация предложенных в работе направлений развития законодательного и нормативно-правового обеспечения недропользования в угольной отрасли Кузбасса благоприятно скажется на ее состоянии и обеспечит решение задач, поставленных Правительством России в ДП-2030

Список литературы

Шаклеин С.В., Рогова Т.Б. Мониторинг достоверности запасов и его использование для оценки сырьевой базы угольных компаний.// Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. - 2009. - № 4. С. 35-38.

Шаклеин С.В., Рогова Т.Б. Направления совершенствования Российской системы оценки достоверности запасов твердых полезных ископаемых в контексте обеспечения безопасности горных работ. //Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2010. № 6. С. 19-24

Подтуркин Ю.А., Коткин В.А., Мельникова А.В., Шаклеин С.В. Опережающее геологическое изучение недр - инструмент системы мониторинга управления в сфере недропользования. //Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2009. № 4. С. 32-34.

Рогова Т.Б., Шаклеин С.В. Риски компаний России, действующие в сфере недропользования. // Менеджмент и бизнес-администрирование. 2010. № 1. С. 90-95.

Писаренко М.В., Шаклеин С.В. Подход к созданию системы многоуровневых горно-геометрических моделей угольных месторождений. // Маркшейдерия и недропользование. 2010. № 5. С. 38-41.

Писаренко М.В., Шаклеин С.В. Многоуровневые горно-геометрические модели угольных месторождений . // Маркшейдерия и недропользование. 2011. № 4. С. 49-51.

Шаклеин С.В., Крекова А.В. Геологическое обеспечение рационального использования запасов угольных месторождений рационального 2010. № 1. С. 36-38.

Работа выполнена при финансовой поддержки гранта РФФИ № 13-05-98049-р_сибирь_а «Обоснование концепции развития минерально-сырьевой базы Кузнецкого угольного бассейна»

Аннотация

Рассмотрены направления развития нормативно-методического обеспечения недропользования в угольной отрасли, направленные на ускорение инновационного развития угольной отрасли Кузбасса, повышение эффективности и уровня промышленной безопасности по геологическому фактору, расширения ее сырьевой базы.

Ключевые слова: недропользование, угольная отрасль, законодательство, развитие сырьевой базы, рациональное недропользование, инновационное развитие промышленная безопасность

РАЗДЕЛ III: ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 622.648

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НА МЕСТАХ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

Е.С. Злобина (студент, ФГБОУ ВПО Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия)

В современном мире очень остро стоит вопрос о переработке промышленных отходов с получением из них полезных продуктов и о возможности использования сырья вторично. Ведь запасы полезных ископаемых не безграничны. Кемеровская область, с площадью всего 95,5 тыс. км^2 (0,56 % от территории России), занимает 1-е место в России по количеству образующихся промышленных отходов.

Основной объем отходов обусловлен деятельностью предприятий горнодобывающей промышленности, преимущественно угледобывающей.

Существующие технологии обогащения углей являются неэффективными при переработке низкосортного сырья и отходов углеобогащения в виду низкой селективности процесса, из-за высокой зольности и тонкодисперсности. Поэтому, в основном данные продукты практически не перерабатываются и направляются в хранилище, т.е. остаются невостребованными.

Особенность предлагаемой нами технологии заключается в использовании альтернативного способа обогащения углеродных материалов методом масляной агломерации, что позволит селективно отделять минеральные частицы от органической части угля при его обогащении с получением концентрата, приемлемого для энергетики и коксования.

Научные результаты исследований имеют практическое значение, так как их реализация позволит:

- улучшить экологическую обстановку в Кемеровской области (в том числе, за счёт сокращения или даже полной ликвидации угольных отходов в виде тонкодисперсных частиц);
- более полно и комплексно использовать сырьё и материалы, в том числе вторично;
- расширить сырьевую базу производства;
- создать принципиально новую продукцию.

Проведенные исследования показывают эффективность применения угольного концентрата для процесса коксования и возможность применения масляной агломерации с целью получения ценного коксохимического сырья хорошего качества и соответственно получения качественного кокса.

Связующий реагент, применяемый при данном способе обогащения, во многом определяет себестоимость процесса. Это может быть топочный мазут, термогазойль, отработанное машинное масло с коксохимического производства, дизельное топливо, и т.д. Следует отметить, что использование последнего реагента делает процесс более эффективным и экономически выгодным.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НА МЕСТАХ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

Е.С. Злобина (студент, ФГБОУ ВПО Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия)

Показано направление переработки отходов предприятий угольной отрасли. Показан экологический аспект и возможность получения новых видов продукции из отходов производства.

ENVIRONMENTAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS RECYCLING THE COAL INDUSTRY FIELD OF EDUCATION

ES Zlobina (student Ulianov Kuzbass State Technical University named TF Gorbachev, Kemerovo, Russia)

Shows the direction of waste coal industry. Shows the environmental aspect and the ability to produce new products from waste products.

УДК 681.518.54

ВИБРОДИАГНОСТИКА ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯНЫХ ТИПА ВДК 12-44(2х1600)

Герике Борис Людвигович, главный научный сотрудник,
Герике Павел Борисович, старший научный сотрудник,
Институт угля СО РАН, г. Кемерово, Россия

Аннотация В статье рассмотрены результаты диагностирования вентилятора главного проветривания ВДК-12-44 (так называемая «спарка»). Показано, что проектная схема измерения вибрации на кожухе вентилятора не лишена недостатков и требует доработки.

Все технические устройства, применяемые на опасном производственном объекте в процессе эксплуатации, подлежат экспертизе промышленной безопасности [1]. Важным звеном при проведении экспертизы является определение износа оборудования путем диагностирования его технического состояния [2]. От технического состояния оборудования зависят не только экономические показатели, но и безопасность работы обслуживающего персонала

Шахтный вентилятор главного проветривания ВДК-12-44 производства фирмы KANAM (Китай) на сегодняшний день является одной из наиболее мощных и технически совершенных установок такого класса, работающих в России (рис. 1).

Рис. 1. Внешний вид вентиляторной установки главного проветривания ВДК-12-44

В рамках проведения сертификационных испытаний было произведено полное вибродиагностическое обследование машины на всех режимах ее работы.

Система оборудована штатными датчиками, но места их установки расположены на защитном кожухе, вдали от подшипниковых узлов, где виброакустический сигнал претерпевает ряд изменений и затухает. Поэтому показания штатной системы вибрационного мониторинга являются недостоверными, и на их основе нельзя проводить анализ технического состояния агрегата, а, тем более прогнозировать

ресурс остаточной работоспособности. В ходе выполнения работ были даны рекомендации по проектированию новой схемы мониторинга, с использованием датчиков российского производства, закрепленных на лобовинах статоров приводных электродвигателей (рис. 2). На рисунке 2 обозначены: E_1 и E_2 – 1 и 2 ступени вентилятора, соответственно, 1 и 3 – передние подшипники 1 и 2 ступеней, соответственно, 2 и 4 – задние подшипники1 и 2 ступеней, соответственно, индексами В, П и О – вертикальное, поперечное и осевое направления измерения вибрации.

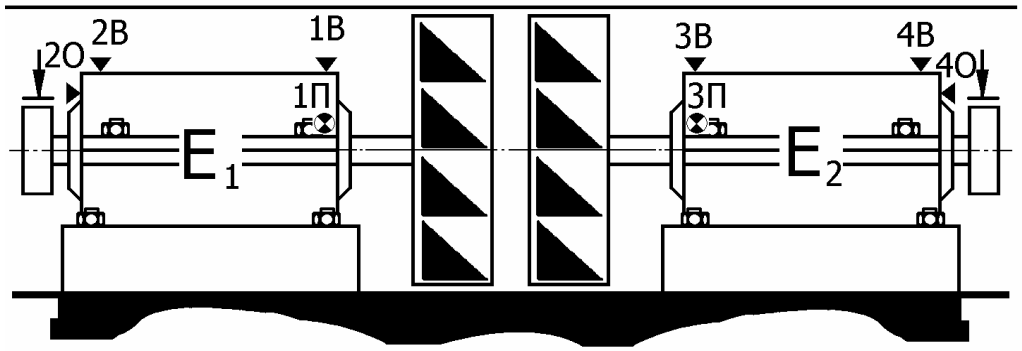


Рис. 2. Схема установки датчиков вибрации на вентиляционной установке ВДК-12-44

Проведенное исследование включало в себя ряд замеров вибрационных характеристик на различных режимах работы вентилятора, последовательном включении/выключении ступеней, при реверсе.

Работа по проведению вибродиагностического обследования была выполнена в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ ISO 10816-1-97 «Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях», ГОСТ 12.1.012-94 «Вибрационная безопасность».

Измерения и анализ параметров вибрации произведены с использованием коллектора/анализатора данных Диана 2М и программного обеспечения Атлант.

Классификация технического состояния оборудования произведена в соответствии с рекомендацией завода-изготовителя и не противоречит материалам стандарта ГОСТ ISO 10816-1-97 для вентиляторов с установленной мощностью 2х1600 кВт и частотой вращения ротора 500 об/мин со следующей шкалой оценок:

- **хорошо** – сборка узлов машинного агрегата оптимальна, вероятность появления дефектов на протяжении длительной эксплуатации минимальна ($V_{СКЗ} \leq 1{,}8$ мм/с);
- **удовлетворительно** – сборка узлов обеспечивает минимальную вероятность появления эксплуатационных дефектов на протяжении межремонтного пробега ($1{,}8 < V_{СКЗ} \leq 4{,}5$ мм/с);
- **допустимо** – повышенная вероятность преждевременного выхода узла из строя, машинный агрегат требует ремонта, повышенный уровень механических колебаний должен быть устранен ($4{,}5 < V_{СКЗ} \leq 11{,}2$ мм/с);
- **недопустимо** – дальнейшая эксплуатация может привести к аварийному отказу машинного агрегата ($V_{СКЗ} > 11{,}2$ мм/с).

Проведенные экспериментальные исследования вибрации позволяют заключить, что в целом состояние основных приводов комплекса удовлетворяет требованиям завода-изготовителя и действующих стандартов на вибрационную активность, однако обозначился и ряд проблем [3].

1. Величина интенсивности вибрации (среднее квадратическое значение виброскорости) во всех контрольных точках находится в пределах установленной для данного типа вентиляторов нормы.
2. Практически во всех контрольных точках наиболее значимыми являются компоненты вибрации, обусловленные лопаточными частотами 1 ступени (N = 19). Связывается это с технологией проведения измерений на кожухе вентилятора.
3. В районе переднего и заднего подшипников электродвигателя наибольшая компонента вибрации приходиться на частоту $2xf_{сети}$, что является признаком электрической асимметрии статора асинхронного электродвигателя (см. рис. 3).

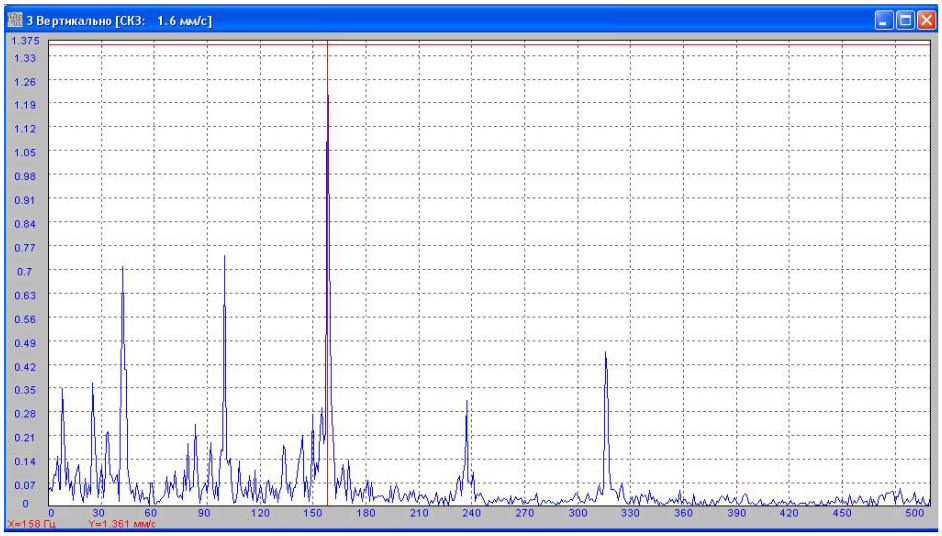


Рис. 3. Спектр вибрации переднего подшипника электродвигателя с присутствующими 2-ой и 3-ей гармониками и ярко выраженной вибрацией на частоте $2xf_{сети}$. Самая большая составляющая спектра приходится на частоту $f = 19xf_{ротора}$

Аналогично могут проявляться и другие дефекты электромагнитного характера – фазовая асимметрия питающей сети и межвитковое замыкание в обмотках активной стали. Для достоверного диагностирования необходимо установить симметричность фазных напряжений сети и измерить тангенциальные колебания статора.

4. Максимум вибрации зарегистрирован в замере вертикальной компоненты виброскорости на кожухе в самом удаленном месте (рядом с креплением кожуха с диффузором) на частоте $19xf_{ротора}$ и её обертонах (1,5х, 2х и 3х), что может быть связано только с пульсацией воздушного потока (см. рис. 4).

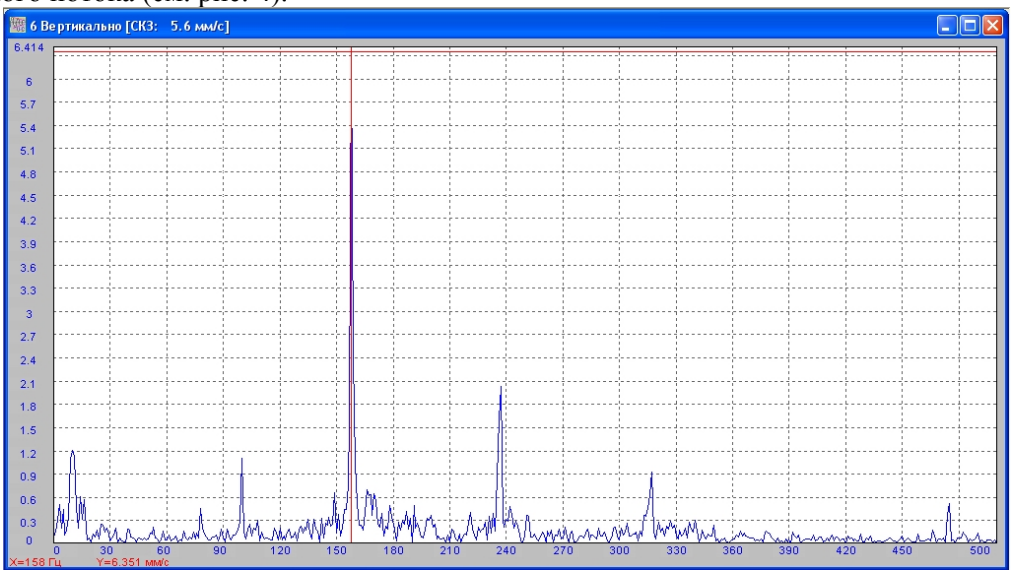


Рис. 4. Спектр виброскорости, характеризующий пульсацию потока воздуха

5. Механических дефектов монтажа (дисбаланс валопровода, расцентровка, дефекты подшипников качения) в ходе проведения вибродиагностического обследования обнаружено не было.

Выполнение вышеуказанных требований и рекомендаций позволит существенно повысить срок службы отдельных узлов и агрегатов машины и избежать выхода оборудования из строя, что, в конечном счете, положительным образом скажется на производительности установки в целом и позволит минимизировать издержки, связанные с внезапными отказами.

Предложенная схема мониторинга позволит вести постоянный контроль состояния оборудования по параметрам вибрации, что обеспечит не только своевременное выявление зарождающиеся дефекты и оценивание степени их опасности, но и явится основой для разработки экспертной системы диагностики. Кроме того, необходимо организовать работу по созданию нормативно-методической базы

оценки (формирования критериев предельного технического состояния) и прогнозирования технического состояния по параметрам механических колебаний (для чего потребуется значительный объем статистической информации, необходимой для построения прогностических моделей).

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-93 (Собрание законодательства Российской Федерации, 1997, № 30, ст. 3588).
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.03.01 г. № 241 «О мерах по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов на территории Российской Федерации».
3. Герике Б.Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов. – В 2-х ч.: Ч.2. Диагностика технического состояния на основе анализа вибрационных процессов. – Кемерово: Кузбас.гос.техн.ун-т., 1999. – 230 с.

УДК 681.518.54

ВИБРОДИАГНОСТИКА ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯНЫХ

Герике Борис Людвигович, главный научный сотрудник, Хорешок Алексей Алексеевич, зав. лабораторией (Институт угля СО РАН, г. Кемерово, Россия), Дрозденко Юрий Вадимович, старший преподаватель, Шахманов Виталий Николаевич, соискатель (КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева)

Аннотация В статье рассмотрены результаты диагностирования осевого вентилятора главного проветривания ВОКД-1,8. Показано формирование дефекта, связанного с нарушением жесткости крепления турбины к фундаменту.

В статье приведены результаты диагностирования осевого вентилятора главного проветривания ВОКД-1,8, схема измерения вибрации на котором приведена на рис. 1.

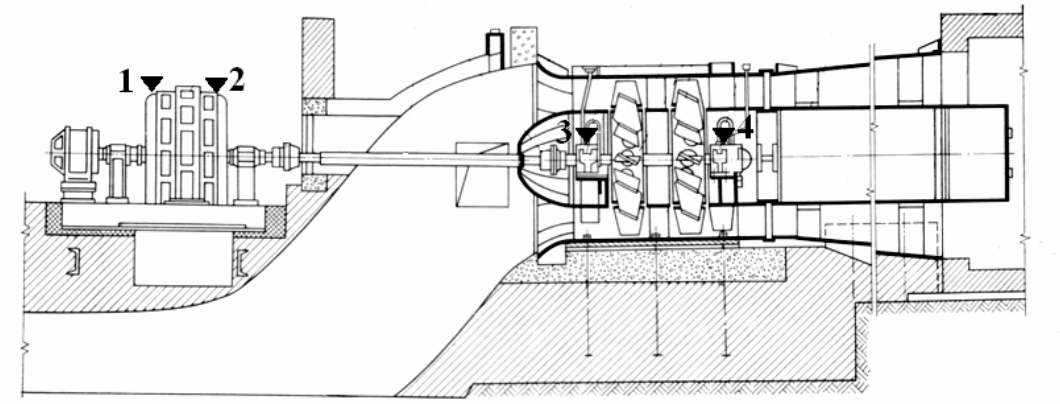


Рис. 1. Контрольные точки измерения вибрации на осевом вентиляторе главного проветривания ВОКД-1,8

Во всех контрольных точках производится измерения по трём ортогональным направления (вертикальном, поперечном и осевом).

Каждый замер должен содержать информацию:

- об общем уровне вибрации в стандартном частотном диапазоне ($V_{СКЗ\ 10\text{-}1000Гц}$);
- о спектре среднеквадратичного значения виброскорости в частотном диапазоне 10…200 Гц;
- о спектре пикового значения виброускорения в частотном диапазоне 2000…5000 Гц.

Помимо измерений вибрационной активности опорных узлов агрегата должны быть выполнены измерения общего уровня вибрации на анкерных болтах крепления турбины к фундаменту и самом фундаменте (рис. 2).

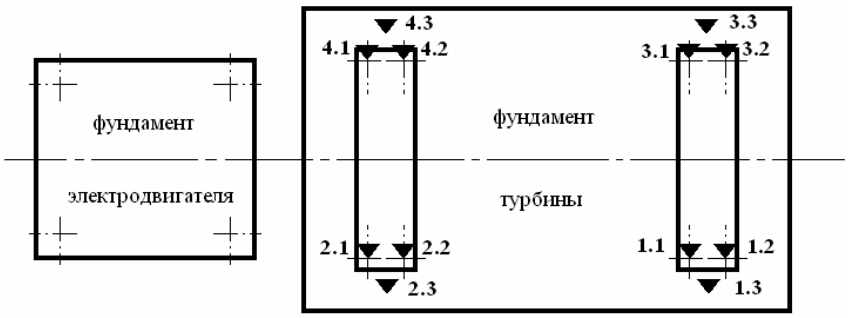


Рис. 2. Контрольные точки измерения вибрации на фундаменте турбины осевого вентиляторе главного проветривания

Все измерения производятся в вертикальной плоскости. Точки Х.1 и Х.2 принадлежат головкам анкерных болтов. Точка Х.3 принадлежит фундаменту.

По общему уровню интенсивности вибрации опор техническое состояние оценивается:

- электропривода – удовлетворительное;
- турбины вентилятора – недопустимое.

Сравнение вибрации фундаментов агрегатов №1 и №2 приведено в табл.1.

Таблица 1. Интенсивность вибрации фундаментов

АГРЕГАТ	$V_{СКЗ}$, мм/с											
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3
№1	0,35	0,15	0,18	0,15	0,19	0,40	0,27	0,14	0,33	0,13	0,28	0,26
№2	1,02	11,6	20,1	8,63	2,60	14,5	1,04	0,77	1,13	28,7	2,78	22,7

Интенсивность вибрация фундамента агрегата №2 превышает все допустимые нормы (нормально работающий фундамент должен снижать вибрацию опор турбины не менее чем в 10 раз, чему соответствует работе фундамента агрегата №1) [1].

Для выяснения причин повышенной вибрации необходимо произвести спектральный анализ результатов проведенного обследования. Как показывает анализ низкочастотной вибрации опор ротора турбины основной причиной повышенной вибрации является нарушение жесткости опор турбины.

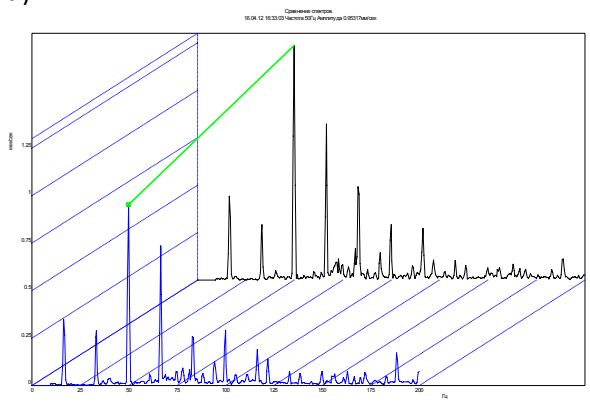
Из анализа механических колебаний в 3 контрольной точке следует, что прогрев подшипников в течение примерно 4 часов приводит к некоторому снижению общего уровня вибрации, но характер низкочастотных колебаний изменения не претерпевает (рис. 3).

Аналогичная картина наблюдается и в 4 контрольной точке (рис. 4).

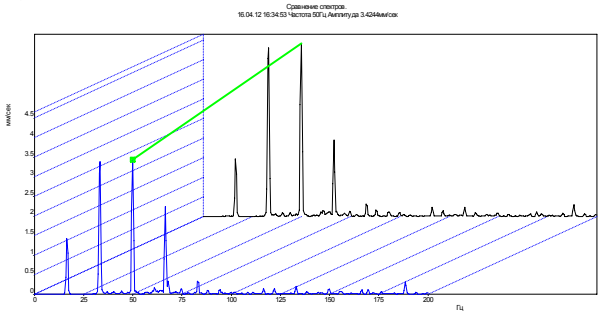
Из анализа механических колебаний в 3 контрольной точке следует, что прогрев подшипников в течение примерно 4 часов приводит к некоторому снижению общего уровня вибрации, но характер низкочастотных колебаний изменения не претерпевает (рис. 4).

Сравнение спектров механических колебаний, формирующихся на приводном двигателе и опорах турбины вентилятора приведено на рис. 5.

а)

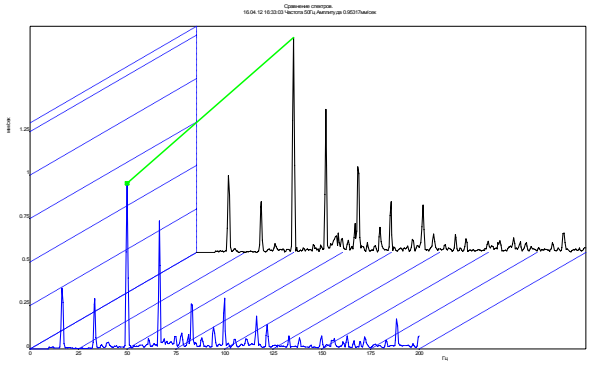


б)



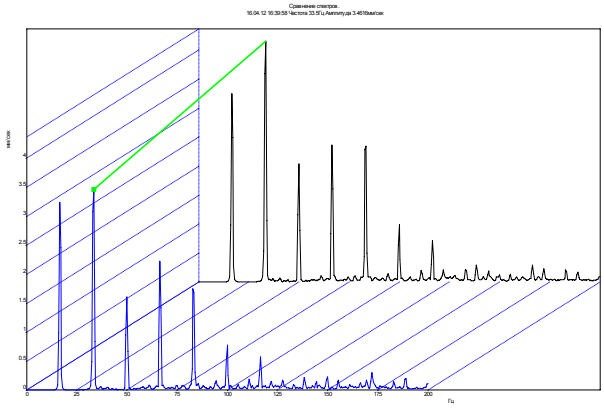
в)

Рис. 3. Сравнение спектров в 3 контрольной

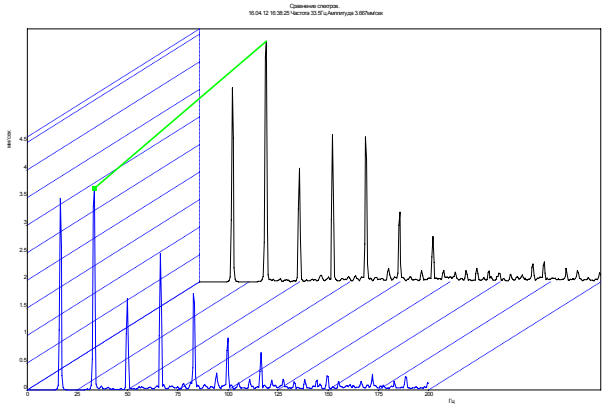


а)

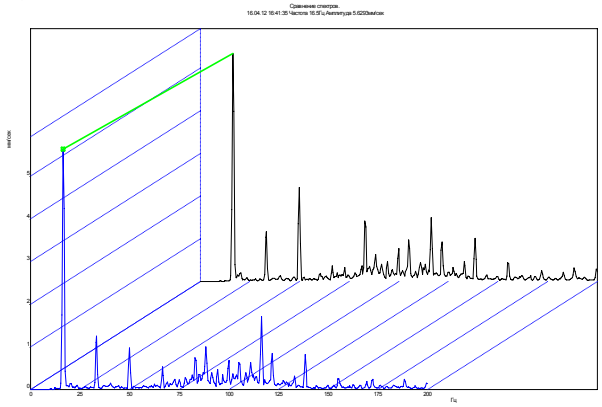
точке (задний – 13:29 час, передний – 16:33 час):
вертикальная (*а*), поперечная (*б*) и осевая (*в*)



б)

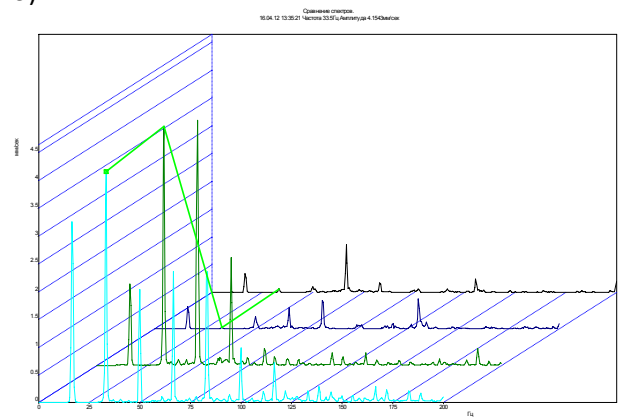


в)

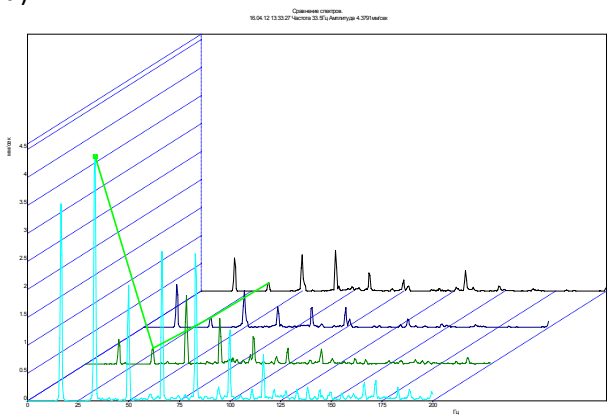


а)

Рис. 4. Сравнение спектров в 4 контрольной точке (задний – 13:37 час, передний – 16:42 час):
вертикальная (*а*), поперечная (*б*) и осевая (*в*)

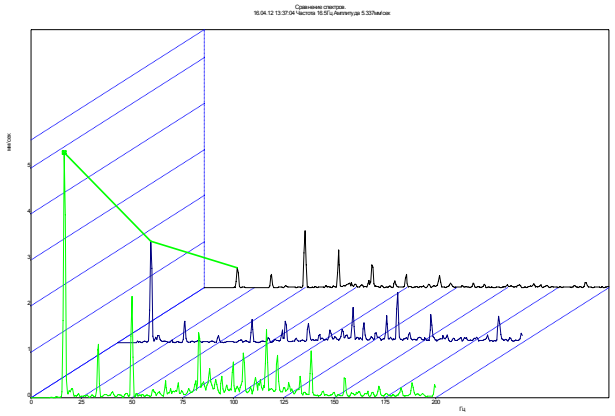


б)



в)

Рис. 5. Сравнение спектров в 1 и 4 контрольных точках: вертикальная (*а*), поперечная (*б*) и осевая (*в*)



Из анализа данных, представленных на рис. 5 следует, что по мере перемещения контрольной точки от заднего подшипника электродвигателя к опоре турбины в коке интенсивность вибрации возрастает и достигает своего максимума в поперечном направлении на опорах ротора турбины.

Характер спектрального распределения гармоник радиальных составляющих (особенно поперечной) виброскорости свидетельствуют о нарушении жёсткости опорной системы турбины агрегата №2.

Результаты выполненных исследований позволяют сделать следующие выводы:

– техническое состояние вентилятора главного проветривания ВОКД 1,8, агрегат №2, ствол Вентиляционный, ОАО рудник «Весёлый» оценивается как недопустимое. Основной причиной повышенной вибрации турбины вентилятора является нарушение опорной жесткости подшипниковых узлов, расположенных со стороны кока (3 контрольная точка) и диффузора (4 контрольная точка);
– сравнительный анализ интенсивности вибрации фундаментов агрегатов №1 и №2 указал на полное отсутствие гашения колебаний фундаментом под опорами №3 и №4 турбины агрегата №2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Диагностика горных машин и оборудования./ Б. Л. Герике, П. Б. Герике, В.С. Квагинидзе, Г.И. Козовой, А. А. Хорешок.// М.: ИПО «У Никитских ворот», 2012. – 400 с.

УДК 622.81

АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩИХ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ СИСТЕМ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВОВ

Д.Ю. Палеев, д.т.н., зав. лаб. аэрологии и систем безопасности угольных шахт
(Институт угля, СО РАН, г. Кемерово)

В последние годы наметилась опасная тенденция применения шахтах не прошедших серьёзных испытаний средств пожаротушения и взрывозащиты. К сожалению, в России отсутствует экспериментальная база испытаний этих средств в условиях максимально приближенных к натурным. Поэтому все испытания проводят на их срабатывание при наступлении аварийной ситуации, но никак на их эффективность. В результате автоматические системы локализации взрывов АСВП-ЛВ.1М и ВЛЗ-У «СТАРТ» получили разрешение на применение без их всесторонней экспериментальной проверки.

Более того, организация-разработчик взрыволокализующей системы начинает разрабатывать и утверждать собственные нормативные документы в виде ГОСТов и Инструкций, в которых нет места другим конкурирующим системам. При этом каждый разработчик начинает изменять уже устоявшуюся терминологию, внося в нее не только свое понимание физических процессов, происходящих при взрывах в шахте, но и принципов взрывозащиты, подгоняя их под декларируемые характеристики разрабатываемых ими систем. В результате желаемое выдается за действительное и оказывается, что рекламируемая автоматическая система на самом деле не автоматическая, а с принудительным

срабатыванием и не является взрыволокализующей. Отсюда и неэффективность таких систем в аварийных ситуациях.

Следует отметить, что эффективность традиционных водяных и сланцевых заслонов разработчики новых взрыволокализующих систем попросту помножили на ноль. Конечно, у этих систем есть недостатки, они не перекрывают весь диапазон интенсивности набегающих на них ударных волн и работают только в определенном его диапазоне. Но этот диапазон, как и технические характеристики их применения, в свое время были получены в результате нескольких тысяч натурных экспериментов в целом ряде стран, в том числе и в России. И они срабатывали и локализовывали взрывы в заявленном диапазоне при условии правильного их применения. Примером может служить взрыв в 2013 г. на шахте № 7 в Кузбассе. Однако заслоны часто эксплуатируются с грубыми нарушениями, что сводит их эффективность к нулю. Примером могут служить две аварии, которые недавно потрясли нашу угольную промышленность.

- *Шахта «Ульяновская» 2007 год.* Вся сланцевая пыль на полках лежала в полиэтиленовых мешках, т.е. в транспортной упаковке. Так, видите ли, легче было переносить их на новое место. В результате сланцевые заслоны были просто блокированы и шахта - обречена.
- *Шахта «Распадская» 2010 год.* При осмотре одного из уклонов был обнаружен сохранившийся заслон с натянутой под корытами с водой на всю его длину металлической сеткой. Остатки такой сетки были обнаружены и на месте разрушенных заслонов.

Очень показательны испытания на взрыволокализующие свойства заслонов АСВП-ЛВ.1М (рисунок 1), проведенные в Китае в штреке «Шандунской компании Ли Е». Испытания проводились при двух схемах расположения АСВП-ЛВ.1М относительно забоя испытательного штрека (60 и 100 м), длины насыпки угольной пыли (70 и 110 м) и объеме взрывчатой смеси метана 50 м^3.

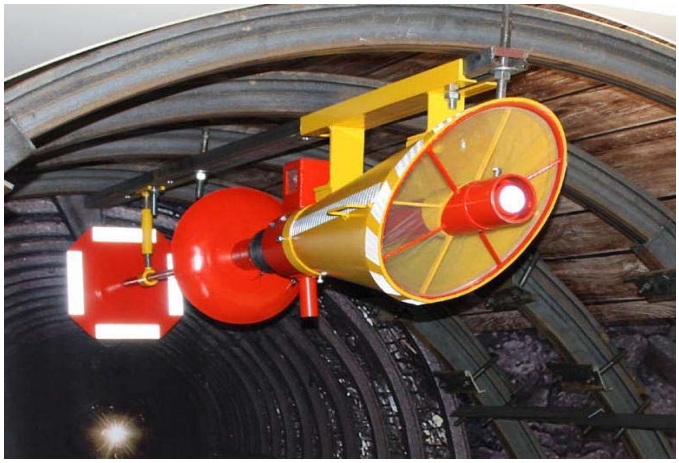


Рисунок 1 – Взрыволокализующий заслон АСВП-ЛВ.1М

АСВП-ЛВ.1М располагался за пределами насыпки угольной пыли на расстоянии 10 м от ее края. Это говорит о том, что пламя сгорает ещё до соприкосновения с формирующимся облаком огнетушащего порошка. Следовательно, испытание проведено лишь на срабатывание АСВП-ЛВ.1М, но не на проверку ее эффективности. Для действительной проверки взрыволокализующих свойств этой системы необходимо, чтобы насыпка угольной пыли располагалась по всей длине испытательного штрека.

Следует также отметить, что заявленная разработчиками АСВП-ЛВ.1М область их применения не подтверждена экспериментами. Простые оценки показывают, что

- Газодинамические характеристики ударной волны и следующего за ней потока сжатого газа из-за малого веса выбрасываемого огнетушащего порошка (25 кг) практически не изменяются. Поэтому давление в ударной волне не снижается. Следовательно, АСВП-ЛВ.1М нельзя называть системой взрывоподавления.

- Конструкция АСВП-ЛВ.1М испытывает сильный динамический удар со стороны набегающей на нее ударной волны ещё до начала выброса огнетушащего порошка. Элементы ее конструкции, как правило, деформируются, крепление не выдерживает и направление выброса порошка становится случайным, формирующееся облако огнетушащего порошка может быть неоднородным и не перекрывать всё сечение выработки. Установка срабатывает во внештатном режиме.

- В результате АСВП-ЛВ.1М оказалась неэффективной в качестве основного заслона, а из-за высокого порога срабатывания по избыточному давлению (0,2 атм) она будет неэффективна и в качестве вспомогательного заслона для подавления вспышек метана и угольной пыли в начальной стадии их возникновения.

Причем, после каждой аварии разработчики этой системы не соглашаются с выводами экспертных комиссий и подают результаты применения этой системы в сильно искаженном виде, заявляя, что за их заслонами не погиб не один человек, что совершенно не соответствует действительности.

Заявляемые разработчиками огнегасительные концентрации их ингибирующего порошка получены в лабораторных условиях предотвращения воспламенения неподвижной взрывоопасной смеси при атмосферном давлении. Ингибирование же турбулентного фронта пламени взрыва происходит в условиях высоких давлений, скоростей и высокой температуры. В этих условиях количество активных центров, инициирующих цепные реакции горения, резко возрастает и заявленных огнегасительных концентраций используемого порошка просто не хватит, даже если она будет обеспечена в точке встречи порошка с фронтом пламени.

Прежде чем спускать АСВП-ЛВ.1М в шахту, разработчики этой системы должны провести полномасштабные ее испытания. Например, для отработки автоматических систем взрывозащиты *BVS* в Западной Европе было проведено около 800 взрывов в экспериментальных шахтах. В нашем же случае – ни одного.

«Научно-производственным предприятием «ШАХТПОЖСЕРВИС» недавно разработан водяной взрыволокализующий заслон ВЛЗ-У «СТАРТ» Рисунок 2), назначение которого – снижение всех поражающих факторов взрыва до приемлемого уровня средствами конструкционной защиты.

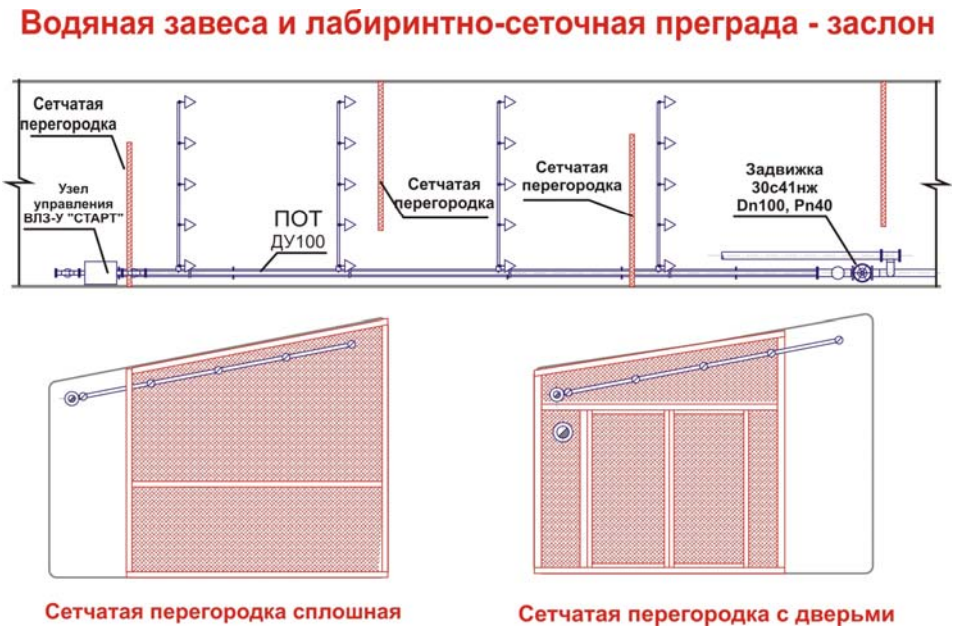


Рисунок 2 - Взрыволокализующий заслон ВЛЗ-У «СТАРТ»

Предлагаемая система по своей эффективности выгодно отличается от существующих. Причем, эта система, как утверждают разработчики, единственная, которая выполняет свое назначение и при повторных взрывах, улавливает летящие предметы, предупреждает персонал об угрозе взрыва и защищает его от продуктов взрыва. Более того, по утверждению разработчиков, предлагаемая система защищает горные выработки от разрушения и снижает давление в ударной волне до 70 %. Данный заслон уже имеет разрешение Ростехнадзора РФ на применение в угольных шахтах

Испытания его проводились с использованием пылевоздушных, метановоздушных и метанопылевоздушных сред. При всех испытаниях в камере воспламенения объёмом 6 м^3 создавалась метановоздушная смесь с концентрацией метана 9,5 %. Однако по этой системе есть возражения:

- Заслон должен сохранять работоспособное состояние при скоростях потока 2500 м/с и давлениях 16 атм. Однако это нереально. Конструкция заслона будет разрушена, а сетчатые перегородки из-за высокого сопротивления набегающему потоку будут просто сметены.

- Предлагаемая конструкция взрыволокализующего заслона не прошла испытаний во взрывной штольне в декларируемом диапазоне параметров взрыва (давление – не менее 16 атм, скорость – не

менее 2500 м/с). Поэтому нет оснований говорить о его заявленной эффективности и тем более о возможности локализации повторных взрывов.

Система ВЛЗ-У «СТАРТ» тоже не была испытана в экспериментальной штольне. Её испытания на стенде сечением 1 $м^2$ при низких давлениях нельзя считать окончательными. Подобные эксперименты не масштабируются, т.к. невозможно выполнить основные критерии подобия для таких процессов. Поэтому разработчикам рекомендуется перед спуском этой системы в шахту провести серьезные её испытания, чтобы снять все вопросы.

АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩИХ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ СИСТЕМ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВОВ

Д.Ю. Палеев, д.т.н., зав. лаб. аэрологии и систем безопасности угольных шахт
(Институт угля, СО РАН, г. Кемерово)

В статье показывается, что применяемые в угольных шахтах автоматические взрыволокализующие заслоны не прошли экспериментальную проверку во взрывных штольнях в декларируемом диапазоне параметров взрыва. Поэтому при авариях они показали свою неэффективность.

ANALYSIS OF EXPOLSION LOCALIZATION SYSTEMS USED IN COAL MINES

Dr. D.Y. Paleev, Head of the Laboratory of Aerology and Systems of Coal Mine Safety
(Institute of Coal, SB RAS, Kemerovo)

The paper shows that the automatic explosion localization barriers used in coal mines have failed pilot-test in blasting tunnels in the declared range of the explosion parameters. Therefore, in case of accidents, they proved ineffective.

УДК 331.461.2

ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ ОАО «ЮК ГРЭС»

Аспирант Поздняков Алексей Николаевич, ФГБОУ ВПО «Сибирский Государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия
К.б.н., доцент Семина Ирина Сергеевна, зав. кафедрой горно-промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВПО «Сибирский Государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия
К.х.н., Лежава Светлана Анатольевна, доцент кафедры горно-промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВПО «Сибирский Государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия

По результатам анализа инцидентов в ОАО «ЮК ГРЭС» за 11 лет с 2000 по 2010 гг. [1] повреждения электротехнического оборудования занимают второе место – 14,86% от общего количества. Наиболее повреждаемым электротехническим оборудованием в ОАО «ЮК ГРЭС» по результатам указанного анализа являются электрические генераторы (9 случаев), электродвигатели (6 случаев) и трансформаторы (3 случая), на их долю приходится 48,6% всех инцидентов.

По результатам анализа аварийности на электроэнергетическом оборудовании ОАО «ЮК ГРЭС» в качестве предметов исследования можно выделить силовые трансформаторы и электрические

генераторы, что обусловлено размером экономического ущерба от аварийности (см. рис. 1 – соответственно в 3,5 и 3 раза больше, чем на электродвигателях) и использованием опасных веществ: трансформаторного масла и водорода, соответственно [1].

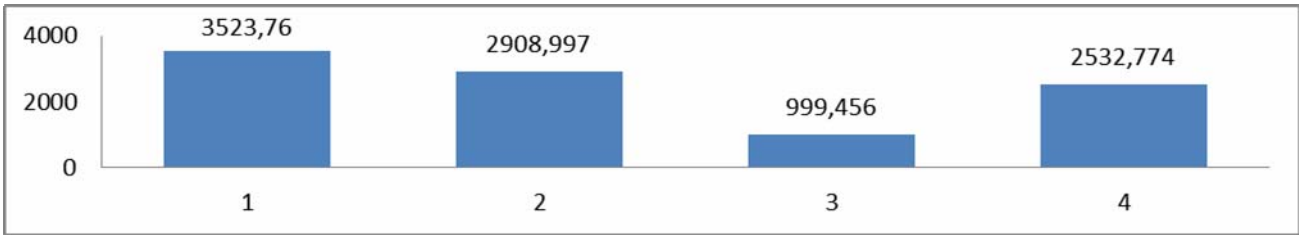


Рис. 1 – Данные по экономическому ущербу от инцидентов (тыс. руб.) на электротехническом оборудовании в ОАО «ЮК ГРЭС» за 11 лет с 2000 по 2010 гг.: 1 – трансформатор; 2 – электрический генератор; 3 – электродвигатель; 4 – остальное электротехническое оборудование.

Оценка риска заключается в определении вероятности причинения вреда персоналу и населению и ущербу имуществу и окружающей природной среде. Оценка вероятности причинения вреда персоналу и населению сводится к определению индивидуального, коллективного и социального риска его поражения (в основном, необратимого). Оценка вероятности нанесения вреда имуществу и окружающей природной среде заключается в определении потенциальной возможности реализации сценария аварии, последствия которой могут нанести указанный ущерб. На первом этапе для каждой аварии рассчитываются вероятность реализации различных сценариев ее развития. На втором этапе проводится непосредственно расчет индивидуального, коллективного и социального риска.

Возможный полный ущерб при авариях на декларируемых объектах будет определяться прямыми потерями, затратами на локализацию (ликвидацию последствий) аварии, социально-экономическими потерями вследствие гибели и травматизма людей, экологическим ущербом.

Результаты расчета ущерба для наиболее опасных и вероятных аварий на электроэнергетическом оборудовании ОАО «ЮК ГРЭС» приведены в табл. 1 [2].

Таблица 1 – Экономический ущерб при реализации возможных аварий

№ п/п	Декларируемый объект	Наиболее опасные аварии	Вид и величина ущерба, тыс. руб.			
			Прямой ущерб	Расходы на ликвидацию последствий аварий	Социально-экономические потери	Экологический ущерб
1.	Турбинный цех	Сценарий С1-3 – разгерметизация системы уплотнения турбогенератора, взрыв водородно-воздушной смеси в помещении с последующим пожаром масла	63200	6320	1495	40,3
2.	Электролизная станция	Сценарий С2-3 – взрыв водородно-воздушной смеси в открытом пространстве при катастрофической разгерметизации ресивера водорода.	2100	210	1560	Отсутствует
3.		Сценарий С2-4 – взрыв ТВС в помещении электролизной станции при разгерметизации водородного контура электролизера.	1500	150	750	Отсутствует
4.	Площадки ОРУ	Сценарий С4-3 – физический взрыв трансформатора и пожар пролива масла вследствие пробоя изоляции	37200	3720	1300	72,5
5.	Масло	Сценарий С4-5 – пожар	1590	160	715	120

	хозяйство	пролива масла при разгерметизации ж/д цистерны				
		Итого	105590	10560	5820	232,8

Коллективный риск определяет масштаб ожидаемых последствий для людей от потенциальных аварий и оценивается ожидаемым количеством пораженных (в данном случае – погибших) в результате аварий на рассматриваемой территории за определенный промежуток времени. Распределение коллективного риска на электроэнергетическом оборудовании ОАО «ЮК ГРЭС» приведено в табл. 2 [2].

Таблица 2 – Распределение коллективного риска по составляющим на электроэнергетическом оборудовании ОАО «ЮК ГРЭС»

Наименование составляющей	Коллективный риск гибели персонала, чел/год
Турбинный цех	2,79E-04
Электролизная станция	2,10E-04
Открытая трансформаторная подстанция ОРУ-110кВ	7,59E-05
Открытая трансформаторная подстанция ОРУ-35кВ	1,07E-05
Открытая трансформаторная подстанция 35/6кВ	6,60E-06
Приемно-сливное устройство маслохозяйства	9,45E-06
Открытый склад масел	3,63E-06
Станция перекачки масел	1,98E-06

Отмеченный уровень риска поражения персонала ОАО «ЮК ГРЭС» от возможных аварий на объекте не превышает значения среднего риска для высокоопасных производственных объектов [2].

По результатам анализа риска предлагаются современные методы обследования электрических генераторов ОАО «ЮК ГРЭС» для своевременного выявления и устранения возникающих повреждений [2] (применение во время ремонтов метода ВНИИЭ по определению неисправностей узлов и деталей турбогенератора путем микрорентгеноспектрального анализа продуктов их износа в составе загрязнений; выполнение контроля плотности прессовки сердечника статора на работающем турбогенераторе по спектру виброакустических сигналов; использование ультразвукового метода ВНИИЭ выявления дефектов и контроля плотности прессовки активной стали; определение местных перегревов в турбогенераторах по продуктам пиролиза изоляции в охлаждающем газе; измерение частичных разрядов в изоляции отдельных стержней обмотки статора без ее распайки во время ремонта с выводом ротора (метод ВНИИЭ) и пр.).

Маслонаполненное электротехническое оборудование размещено на территории открытых трансформаторных подстанций ОРУ-110 кВ, ОРУ-35 кВ и 35/6 кВ ОАО «ЮК ГРЭС» последовательно в один ряд и находится в площади безвозвратных потерь (в среднем 225 м^2) при аварии по сценарию С4-3 на соседнем трансформаторе [2].

При разгерметизации ж/д цистерны на приемно-сливном устройстве маслохозяйства площадки трансформаторной подстанции (сценарий С4-5) площадь безвозвратных потерь составит до 1330 м^2 [2].

В целях повышения надежности и безопасности электроэнергетического оборудования, установленного на площадке трансформаторной подстанции, предлагается:

1) установка противопожарных железобетонных перегородок (рис. 2) между последовательно размещенным в один ряд маслонаполненным электротехническим оборудованием на территории открытых трансформаторных подстанций ОРУ-110 кВ, ОРУ-35 кВ и 35/6 кВ ОАО «ЮК ГРЭС» для предотвращения развития эффекта «домино» при возникновении аварии по сценарию С4-3;

2) монтаж систем отвода, включающих в себя маслоотводы и емкость аварийного сбора масла для уменьшения площади растекания масел при авариях на ОРУ-35 кВ и 35/6 кВ, а также на приемно-сливном устройстве маслохозяйства площадки трансформаторной подстанции ОАО «ЮК ГРЭС» (сценарий С4-5). На территориях ОРУ-110 кВ и открытого склада масел указанные системы функционируют.

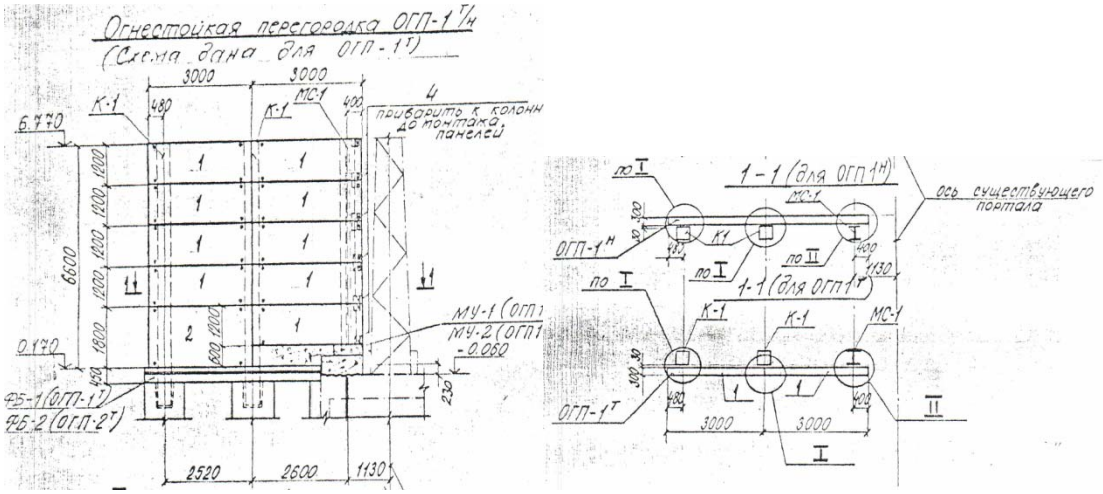


Рис. 2 – Чертеж противопожарных железобетонных перегородок для ОРУ-110 кВ, ОРУ-35 кВ и 35/6 кВ ОАО «ЮК ГРЭС»

Библиографический список

1. Поздняков А.Н., Лежава С.А. Технический контроллинг, как функция поддержки управления аварийностью // Вестник Сибирского Государственного индустриального университета. – 2013. – №2. – С. 33-39.

2. Декларация промышленной безопасности опасных производственных объектов открытого акционерного общества «Южно-Кузбасская ГРЭС» / Д.З. Хасанов, П.О. Посаженников, А.Н. Поздняков и др., – Калтан, 2009. – 565 с.

Аннотация

В докладе представлены результаты оценки риска возникновения аварий на электроэнергетическом оборудовании ОАО «ЮК ГРЭС». По результатам анализа риска предложены меры по снижению уровня риска на электроэнергетическом оборудовании ОАО «ЮК ГРЭС».

Abstract

The report presents the results of the risk of accidents in the electricity equipment OJSC «Southern Kuzbass Power Plant». Based on the results of risk analysis proposed measures to reduce the level of risk in the electricity equipment OJSC «Southern Kuzbass Power Plant».

УДК 622.831.325.3

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕБИТА ГАЗА В ДЕГАЗАЦИОННЫЕ СКВАЖИНЫ БОЛЬШОЙ ДЛИНЫ

Л. А. Шевченко

Рассматриваются вопросы газовыделения в длинные дегазационные скважины, впервые применяемые на шахтах Кузбасса. Даются рекомендации по уточнению расчета дебита скважин с учетом периода их бурения.

Ключевые слова: угольный пласт, скважина, дебит, дегазация, эффективность.

The questions in the long degassing of gas wells, first used in Kuzbass mines. Recommendations are made to clarify the calculation of workover given period of their drilling.

Keywords: coal seam wells, flow rate, degassing efficiency.

Непрерывный рост добычи угля в Кузнецком угольном бассейне сопровождается постоянным вводом в эксплуатацию новых шахт и разрезов, оснащенных высокопроизводительной техникой, средствами транспорта и современной инфраструктурой. Вместе с тем рост угледобычи сопровождается также повышением потенциальной опасности и аварийности в шахтах, так как резко возрастает газообильность очистных забоев прямо зависящая от их производительности. Переход большинства шахт на новые технологии высокопроизводительной выемки угольных пластов одним-двумя забоями, способными давать до 25-30 тыс. тонн в сутки, создал новые проблемы в управлении газовым режимом шахт, решение которых требует новых подходов, как с технической, так и с организационной точек зрения [1].

Одним из эффективных путей решения данной проблемы является глубокая дегазационная подготовка угольных пластов к выемке на основе новых технологических схем извлечения метана из угольного массива с помощью длинных скважин, Подобный способ предварительной дегазации был впервые применен в Кузбассе в 2011 году на шахте им. С. М. Кирова в ОАО СУЭК-Кузбасс, в 2012 году на шахте «Костромовская» ОАО «Белон»[1]. С увеличением длины скважин возникают новые особенности их работы в массиве в части формирования дебита метана на разных этапах.

Газовыделение в дегазационную скважину начинается сразу после начала бурения и идет в нарастающем режиме вплоть до его окончания, после чего происходит медленный переход на нисходящую ветвь (рис. 1).

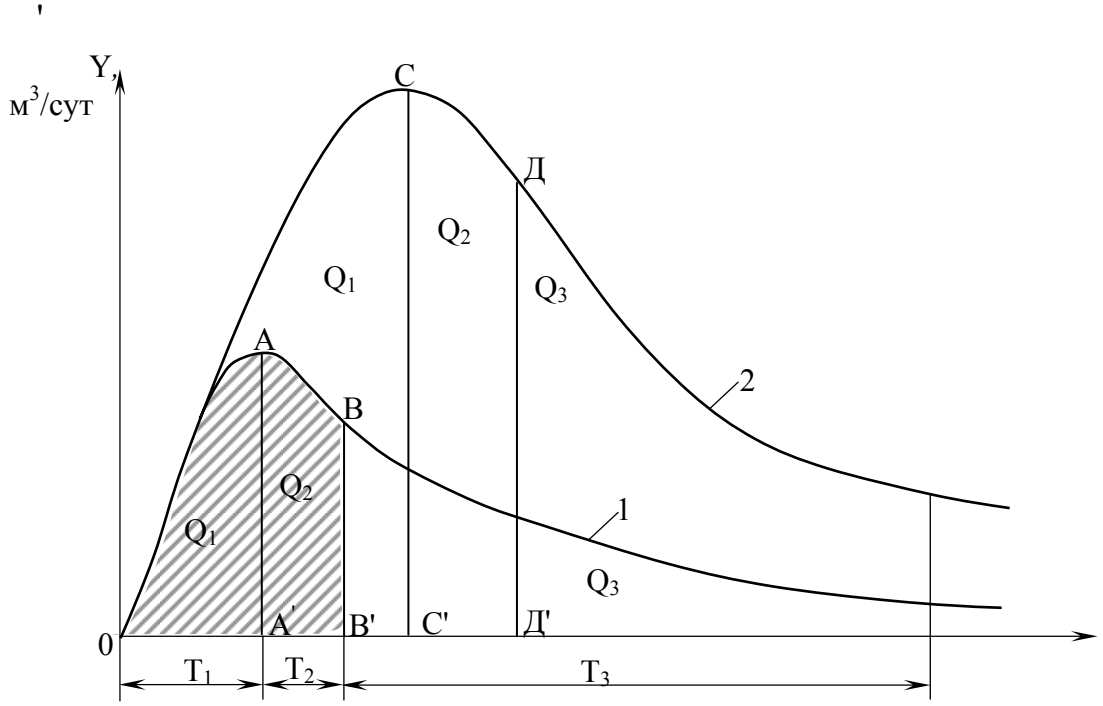


Рис. 1 Этапы газовыделения в скважины разной длины, включая процесс бурения, 1 – короткие скважины (100-150 м), 2 – длинные скважины (до 1000м)

Совершенно очевидно, что объем газа, выделившегося из массива в скважину в период бурения, будет зависеть от ее длины и времени бурения. Заметим, что данный объем не фиксируется приборами контроля скважин ввиду физической невозможности их установки, хотя в этот период происходит наиболее интенсивное газовыделение.

После окончания бурения (период T_1) производится оснащение скважин, их герметизация и подключение к дегазационному трубопроводу, на что также уходит некоторый период времени T_2 (рис.1) и лишь только по истечении временного интервала ($T_1 + T_2$) начинается работа скважины под вакуумом с регулярным производством замеров ее дебита (период T_3).

В результате этого зафиксированная часть газа, выделившегося в скважину, оказывается намного меньше фактического его количества, а это в свою очередь, ведет к ошибкам в расчетах эффективности

работы скважин и занижению объемов извлеченного метана из угольного пласта при его предварительной дегазации. Коэффициент потерь газа в этом случае может быть выражен формулой

$$K_n = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1 + Q_2 + Q_3} \qquad (1)$$

где Q_1 – объем газа, выделившегося за время бурения, м^3; Q_2 – объем газа, выделившегося после бурения за время, прошедшее до оснащения скважины замерными устройствами, м^3; Q_3 – объем газа, выделившегося после подключения скважины к дегазационной сети и вакуум-насосу до полного окончания ее функционирования, м^3.

Все величины, входящие в формулу (1), определяются экспериментально. Первый замер осуществляется сразу после извлечения бурового става из скважины по достижении ее проектной глубины (точка А), второй сразу после герметизации (точка В). По замерам в этих двух точках можно с достаточной точностью рассчитать объем газа, выделившегося как в период бурения Q_1, так и на отрезке времени от момента его окончания, до подключения к вакуум-насосу Q_2. Геометрически эти объемы аппроксимируются площадями фигур ОАА′ и А′АВВ,′, представляющими из себя соответственно треугольник и трапецию. Аналогичные объемы газовыделения можно выделить и для скважин большой длины (площади фигур ОСС′ и С′СДД′. Дальнейшее газовыделение будет определяться площадями фигур, расположенных правее линии ВВ′ и ДД′до окончания функционирования скважин под вакуумом.

Этот отрезок времени является наиболее длительным и характеризуется убывающим характером газовыделения в скважину, темп снижения которого зависит от остаточной газоносности пласта и его фильтрационных свойств. Для определения функции изменения дебита газа в скважину на этом этапе уже недостаточно знать его величину, определенную ранее в точках А и В, а необходимо накопить некоторое количество экспериментальных данных, характеризующих темп снижения газовыделения во времени на протяжении одного - двух месяцев. Тогда изменение дебита метана в скважину можно будет выразить уравнением

$$Y = Y_0 e^{-\beta t} \qquad (2)$$

где Y_0 – дебит газа в начале отрезка T_3 м^3/сут; β – коэффициент, характеризующий темп снижения дебита газа во времени, 1/сут; t – время, сут.

Из данного уравнения определяется значение коэффициента β, который является важнейшей газодинамической характеристикой угольного пласта с учетом ориентации скважины в пространстве относительно его основных систем трещин. Необходимо отметить, что экспериментальное определение данного коэффициента требует некоторого достаточно длительного времени, однако, будучи рассчитанным для группы скважин конкретного угольного пласта, он может использоваться для скважин других серий этого пласта, имеющих аналогичное расположение в пределах его мощности.

Исследования, проведенные нами на различных пластах Кузбасса, позволили определить значения коэффициентов β для скважин по-разному ориентированных относительно основных систем трещин угольного массива. С этой целью исследовалось газовыделение в скважины, ориентированные по восстанию, по простиранию, вкрест простирания угольных пластов, а также в межпластовую породную толщу в зону будущего выработанного пространства Прокопьевско-Киселевского, Томусинского и Ленинского районов Кузбасса (табл. 1).

Таблица 1

Значения коэффициентов β для разных схем расположения скважин в угольных пластах

Расположение скважин	Шахта, пласт	Мощность, м	Угол падения, град	Срок службы скважин, сут	Начальный дебит, м3/сут	Коэф. β ,1/сут
По восстанию пласта	«Коксовая»					
	Прокопьевский	3,0	65	270	78,4	0,0016
	Горелый	9,0	76	365	172,2	0,0027
	Мощный	17,0	87	540	90,8	0,0009
	«Распадская»					
	Пласт 7-7а	4,31	9	35		
	Скв. № 40				47,0	0,0061
	Скв. № 41				65,0	0,0044
	Скв. № 43				58,0	0,0050
По простиранию пласта	«Коксовая»					
	Лутугинский	3,5	87	210	157,0	0,0026
	Мощный	17,0	87	240	55,5	0,0075
Вкрест простирания	«Коксовая»					
	Горелый	9,0	65	1800	1165,0	0,0011
	Лутугинский	4,0	65			
	Мощный	17,0	66	1800	959,4	0,0005
В зону выработанного пространства (межпластовая породная толща)	«им. С.М.Кирова»					
	Болдыревский	2,25	8	77	1,0	0,0120

Из табл. 1 четко видны различия как в величинах начального дебита газа, в качестве которого принималось газовделение из скважины после герметизации устья, так и в темпах его дальнейшего снижения во времени.

Таким образом, можно полагать, что полный объем газа, выделившегося в дегазационную скважину, в общем случае будет складываться из трех составляющих: количество метана, выделившегося в процессе бурения (площадь фигуры Q_1), количество метана, выделившегося от момента окончания бурения до подключения скважины к магистральной сети (площадь фигуры Q_2), и количество газа, выделившиеся после герметизации устья скважины до окончания ее функционирования (Q_3). При этом, если величины Q_1 и Q_2 определяются по ходу работ, то для расчета величины Q_3 потребуется некоторый период времени, который позволит выявить тенденцию и темпы снижения газовыделения во времени (коэффициент β в формуле (2).

Изложенный подход к расчету дебита газа из скважин позволяет более точно рассчитывать объем каптируемого метана из угольного пласта, что повышает достоверность прогноза его остаточной газоносности, от которой зависит газовая ситуация во время производства очистных работ. Неучет объемов Q_1 и Q_2, что зачастую имеет место на практике, приводит к занижению показателей эффективности дегазации и, как следствие, к повышению объема буровых работ. Вместе с тем

необходимо иметь в виду, что вышеуказанные соотношения зависят от длины скважины и значительно возрастают с ее увеличением. Для длинных скважин возрастает доля метана, выделившегося в процессе бурения, для коротких скважин наибольшая доля газа выделяется после их подключения к вакуум-насосу, что снижает потери газа при расчетах.

При бурении скважин, большой длины, возможны остановки работы бурового станка по разным причинам до нескольких суток. В этом случае кривая газовыделения в скважину может иметь иной вид по сравнению с газовыделением при непрерывном бурении (рис 2).

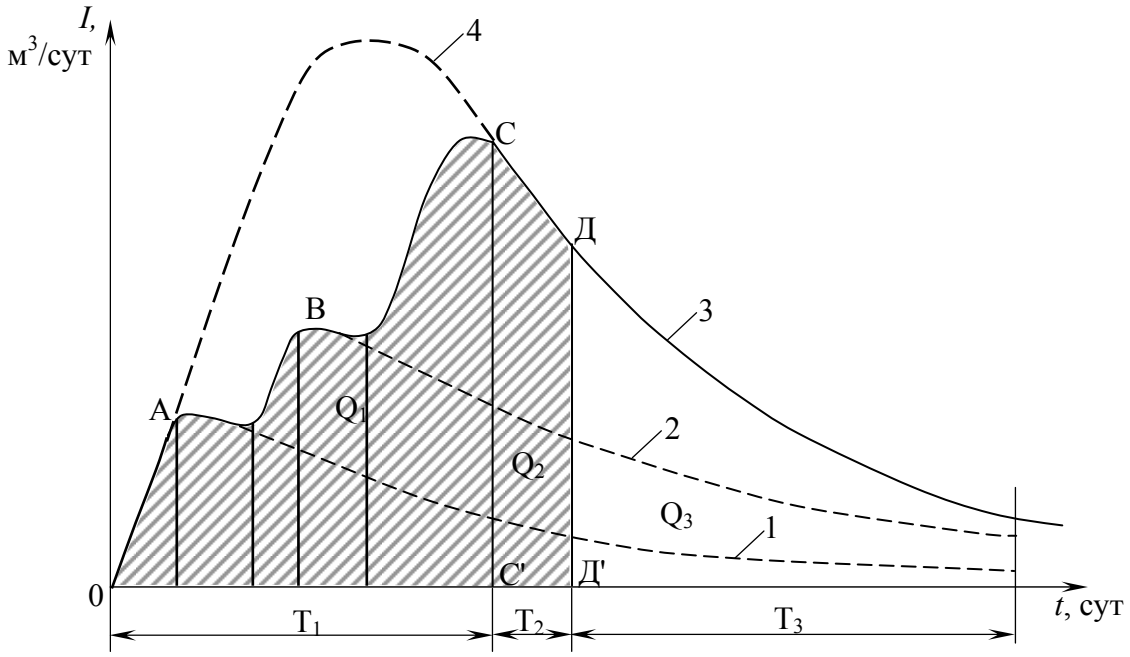


Рис. 2 Характер газовыделения в скважину при бурении с остановками в точках А, В, С (точка С конечная)

После каждой остановки (точки А, В, С) режим истечения газа переходит на исходящую ветвь (кривые 1,2,3), а при возобновлении бурения вновь начинает возрастать. Количество подобных циклов равно количеству остановок, однако объем каптированного метана по окончании бурения формируется более сложным образом, чем объем, при непрерывном бурении скважины аналогичной длины.

В процессе бурения скважин большой длины (до 1000м), с остановками, процесс газоотдачи с их различных участков носит комбинированный характер, сочетающий в себе, как отмечалось, участки затухания и роста газовыделения , приуроченные соответственно к моментам прекращения бурения и его возобновления. По достижении скважиной проектной глубины все участки ее траектории и скважина в целом переходят в режим плавного снижения дебита газа, продолжающийся практически до окончания газовыделения из массива.

Вместе с тем как с научной, так и с практической точек зрения важно знать характер газоотдачи с ее внутренней поверхности скважины на каждом участке ее длины в любой момент времени, что позволит более точно рассчитывать объем каптированного метана из угольного пласта. Для воспроизводства основных характерных точек кривой газовыделения в скважину при бурении с остановками (точки А, В, С), необходимо произвести замеры дебита метана в моменты соответствующих остановок без извлечения бурового става, что в принципе возможно, и фиксировать при этом время истекшее после начала бурения (длительность перерывов). В результате может быть получена кривая на рис.2

В данном случае количество извлеченного метана за время бурения аппроксимируется площадью фигуры ОАВСС'. После точки С скважина по всей длине работает в затухающем режиме по аналогии с кривой дебита газа, формирующейся при непрерывном бурении (рис.1). Из рис.2 видно, что при уменьшении времени перерывов бурения и их количества кривая 3 примет форму кривой 4, т.е. перейдет на режим непрерывного бурения.

Здесь также как и в первом случае после окончания бурения скважины потребуется некоторое время для ее оснащения замерными устройствами и герметизации (участок СД), в течение которого также идет газовыделение по аналогии с одноименным участком на рис.1. и лишь после точки Д

начинаются регулярные замеры дебита. В этом случае общий объем метановыделения также будет складываться из тех же слагаемых, что были выделены при непрерывном бурении, но при другом соотношении между ними.

В случае бурения с перерывами при известных допущениях также можно использовать метод геометрических аппроксимаций при расчетах газовыделений в скважину на каждом характерном этапе. Так, на рис.2 в пределах площади фигуры Q_1 можно условно выделить отдельные составляющие, соответствующие временным отрезкам работы и остановки бурового станка. В этом случае площадь геометрической фигуры ОАВССДД^1 может быть представлена как совокупность треугольника ОАА^1 и пяти трапеций, каждая из которых будет аппроксимировать объемы газа, выделяющегося в периоды бурения и его остановки. Экспериментальные данные по характерным точкам кривой АВСД получить технически несложно, достаточно только делать замеры дебита метана в моменты остановки и возобновления бурения. После точки Д замеры идут в обычном порядке.

В рассмотренных выше вариантах формирования дебита скважин не учитывалось изменение напряженного состояния массива, пересекаемого скважиной. В случае пересечения скважиной зон разгрузки или повышенного горного давления ее дебит будет иметь еще более сложный характер, для чего потребуются дополнительные замеры особенно на стадии бурения. Что касается расчета извлеченных объемов метана, то здесь также можно использовать методику геометрических аппроксимаций, изложенную выше.

В заключение отметим, что начавшееся в Кузбассе применение скважин большой длины, характеризующееся неравномерностью фильтрационных процессов через их внутреннюю поверхность, сложностью траекторий бурения, необходимостью их корректировки в случаях отклонения от проектного направления создает условия, которые необходимо учитывать при анализе газоотдачи дегазируемого массива с целью исключения потерь объемов извлекаемого метана при расчетах, что дает реальный экономический эффект через уменьшение объема буровых работ.

Подобный подход не противоречит основным положениям Методических рекомендаций о порядке дегазации угольных шахт, а лишь позволит более полно рассчитать остаточную газоносность массива и обеспечить достижение ее директивных показателей к моменту начала разработки угольных месторождений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мазаник Е.В. Новые технологии дегазации шахт Кузбасса / Мазаник Е.В., Гришин В.Ю., Шевченко Л.А.// Вестник КузГТУ – 2014. – № 3. – С. 19-22.

2. Шевченко Л.А. Процессы газоотдачи газоносного массива в длинные скважины / Вестник КузГТУ. – 2014. – № 3 – С. 51…55.

РАЗДЕЛ IV: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДОБЫЧИ УГЛЯ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

УДК 622.236

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ РАЗРУШЕНИЯ УГОЛЬНОГО МАССИВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Адамков А.В.
к.т.н. доцент, кафедры РМПИ ПС, ФГБОУ ВПО Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (Кемерово)
Сиволапова А.С.
студентка группы ГБ-101, ФГБОУ ВПО Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (Кемерово, Россия)

Abstract

Advantages and disadvantages of combin technology of roadway construction are revealed. Taking into account the revealed disadvantages, the tunneler and the technology of carring out mine workings by kerving block way are developed.
(ill. 2, Tab. 1. References: 11)

Аннотация

Отмечены достоинства и недостатки разрушения массива горных пород при проведении выработок. С учетом выявленных недостатков разработан, проходческий агрегат и способ разрушения при проведении горных выработок врубоблочным способом.
(Рис.2. Табл. 1. Библиогр. 11 источников.)

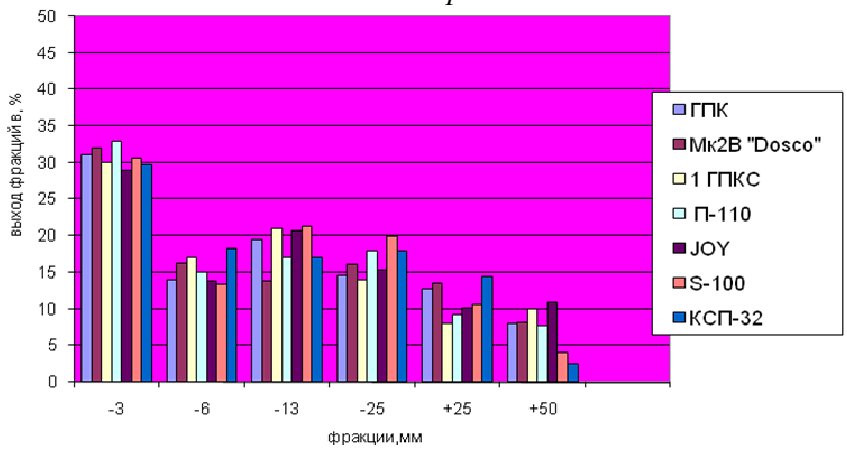
В настоящее время разрушение угольного массива при проведении подготовительных выработок осуществляется проходческими комбайнами избирательного действия.

Разрушение угольного массива при проведении подготовительных выработок при помощи проходческих комбайнов избирательного действия несмотря на бесспорные достоинства имеет следующие существенные недостатки: при разрушении горных пород высокая запыленность воздуха в выработке в десятки раз превышающая допустимые санитарные нормы, переизмельчение разрушаемого массива (содержание мелочи в раздробленной массе угля с величиной комков класса 0-25 мм. достигает 85%). Результаты исследований гранулометрического состава разрушенного угля при проведении подготовительных выработок на шахтах Кузбасса представлены в табл.1 и диаграмме на рис.1.[1]

Таблица 1. Гранулометрический состав разрушенного массива на шахтах Кузбасса

Класс, мм	ОАО «Шахта имени С.М. Кирова»			ОАО «Шахта Заречная»	
	Комбайн				
	ГПК	12СМ15 «JOY»	П – 110	1ГПКС	Мк2В «Dosco»
	Выход классов в % от веса пробы				
50 – 100	6,08	8,14	7,2	8,6	5,77
25 – 50	14,69	13,52	12,3	9,73	13,25
Более 25	20,77	21,66	19,5	18,33	19,02
13 – 25	13,25	16,68	20,2	14,06	15,88
6 – 13	20,78	11,9	12	20,73	22,5
3 – 6	11,86	14,76	18,3	15,88	14,3
0 – 3	33,34	35	30	31	28,3
0 – 25	79,23	78,34	80,5	81,67	80,38
Всего	100	100	100	100	100

Рис.1. Гранулометрический состав разрушенного угольного массива проходческими комбайнами избирательного действия



Минимальная энергоемкость процесса разрушения и снижение измельчения угля достигаются путем целесообразного выбора конструктивных и режимных параметров, схемы набора рабочего инструмента, соотношения скоростей резания и подачи и др. [1,2,3,4,]

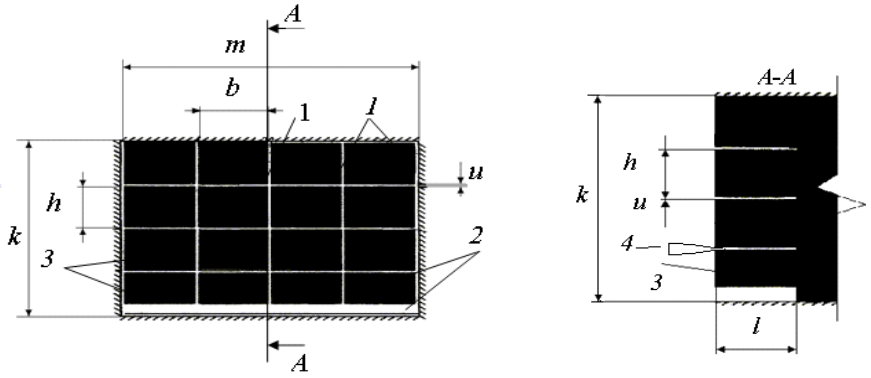
Исследования, выполненные ранее применительно к роторным исполнительным органам проходческих комбайнов, позволили установить, что путем предварительного нарезания щелей, ослабляющих массив, возможно, существенно улучшить итоговые показатели процесса разрушения горной породы. Возникло предположение, что предварительное ослабление массива щелями, нарезанными тем или иным механическим или не механическим способом, может облегчить и повысить показатели эффективности процесса разрушения угольного массива. [4]

Как известно, наименьшее усилие и энергоемкость разрушения угля могут быть достигнуты в процессе отрыва (скола) отдельных кусков от массива. При этом энергоемкость разрушения можно полагать пропорциональной пределу прочности угля растяжению G_p, как наименьшему его сопротивлению по сравнению с другими видами деформаций. Разрушение угольного массива отрывом (сколом) позволит, кроме того, уменьшить пылеобразование и улучшить сортность. При этом способе разрушения проникновения в массив устройств отрыва (скола) может осуществляться через шпуры или щели. [1,2]

За последние годы выполнен значительный объем исследований по разработке и обоснованию новых методов, способов и средств разрушения массива горных пород. [1,2,3,4,5,6,7,8] Рассмотренные работы указывают на целесообразность перспективность проведения дальнейших исследований и разработок комбинированных способов и средств разрушения горных пород.

В результате теоретических и экспериментальных исследований нами разработан проходческий агрегат (патент RU №2209979). [1,9,10,11] На рис.2 представлена схема обработки забоя и параметры блоков разрушения угольного массива проходческим агрегатом.

Рис.2. Схема обработки массива и параметры блоков при разрушении врубоблочным способом: 1-*первый вертикальный вруб, 1-вертикальный вруб, 2горизонтальный вруб, 3-угольный блок, 4-клиновидный исполнительный орган, u-высота вруба, k-высота выработки, m-ширина выработки, b-ширина блока, h-высота блока, l-глубина вруба (длина блока).*



Разрушение угольного массива врубоблочным способом при помощи проходческого агрегата наиболее целесообразно осуществлять следующим образом: в угольном массиве баровым исполнительным органом, расположенным слева от продольной оси агрегата проводят первый вертикальный вруб 1на всю высоту выработки. От первого вертикального вруба 1, правым баровым исполнительным органом по кровле выработки проводят горизонтальный вруб до правого борта выработки. Одновременно левым баровым исполнительным органом, на определенном расстоянии проводят вертикальные врубы *1* до левого контура выработки. После проводят горизонтальные врубы 2, начиная по почве выработки левым и правым баровым исполнительным органом, причем горизонтальный вруб по почве выработки целесообразно проводить на высоту трех врубов с целью дополнительного обнажения массива для обеспечения скола блоков. При переходе на выемку третьего снизу горизонтального вруба обоими барами, начинается откалывание блоков клиновым устройством между первым и вторым горизонтальными врубами и далее очередных в направлении снизу вверх. После завершения выемки горизонтальных врубов в верхней части выработки начинают выемку вертикальных врубов в новой заходке в нижней части выработки. Характерной особенностью врубоблочного способа разрушения является совмещение операций по образованию врубов и разрушению блоков: баровыми исполнительными органами осуществляется образование врубов, одновременно с производством врубов с некоторым отставанием клиновидным исполнительным органом разрушают угольные блоки, и далее процессы образования и отламывания блоков производятся одновременно.

Достоинствами данного способа является его относительная простота, использование в качестве базовых хорошо развитых технологий и техники, сравнительно низкая энергоёмкость, обусловленная тем, что разрушение угольного блока происходит путем крупного скола. Гранулометрический состав разрушенного угля является одним из показателей эффективности разрушения. Гранулометрический состав разрушаемого массива характеризует энергоемкость процесса разрушения. Чем крупнее раздроблен угольный массив, тем меньше энергии затрачено на его разрушение. Энергоемкость разрушения-скола блоков существенно ниже, чем энергия, затрачиваемая на образование врубов, что и обуславливает эффективность всего разрушения. Снижение пылеобразования при разрушении массива значительно повысит безопасность и комфортность работ.

Список литературы

1. Егошин, В.В. Гранулометрический состав разрушенного угольного массива при проведении конвейерного штрека / В.В. Егошин, А.В. Адамков // Вестн. Кузбас. гос. техн. ун-та. - 2002. - № 4. С. 17-18.
2. Кичигин, А.Ф. Механическое разрушение горных пород комбинированным способом. – М.: Недра, 1972. – 256 с.
3. Бунин В.И., Шаламанов В.А., Гостюшев М.В. Современные способы разрушения угля и пород // Вестник КузГТУ. 2001 №2.С.60.-62.
4. Барон Л.И., Глатман Л.Б. Влияние параметров режима резания на гранулометрический состав продуктов разрушения горной породы // Научные сообщения /ИГД им.А.А.Скочинского. – 1971. – Вып.50 –51. –С.12 –23.
5. Аксенов В.В. Научные основы геовинчестерной технологии проведения горных выработок и создания винтоповоротных агрегатов. Рук. Дисс. доктора техн. наук. Кемерово: ИУУ СО РАН. 2004, – 306с.
6. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Синтез конструктивных решений исполнительных органов геоходов // Горный информационный аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining informational and analytical bulletin (Scientific and technical journal). Горное машиностроение / М.: издательство «Горная книга» – 2010. – ОВ №3. С. 49-54.
7. Vladimir V. Aksenov, Mikhail Yu. Blaschuk, Mikhail V. Dubrovskii. Estimation of torque variation of geohod transmission with hydraulic drive // Applied Mechanics and Materials Vol. 379 (2013) pp 11-15 © (2013) Trans Tech Publication, Switzerland doi: 10.4028/ www.scientific.net/ AMM.379.11.
8. V.V. Aksenov, A.A. Khoreshok, V.Yu. Beglykov. Justification of creation of an external propulsor for multipurpose shield-type heading machine – GEO-WALKER // Applied Mechanics and Materials Vol. 379 (2013) pp 20-23 © (2013) Trans Tech Publication, Switzerland doi: 10.4028/ www.scientific.net/ AMM.379.20.

9. Адамков, А. В. К оценке энергоемкости разрушения массива проходческими комбайнами / А. В. Адамков, В. В. Егошин // Науч. работы студентов-магистрантов : сб науч. тр. Кузбас. гос. техн. ун-т. - 1999. - №1. С. 61 - 63.
10. Адамков, А.В. Состояние запыленности воздуха в забоях подготовительных выработок при работе проходческих комбайнов / А. В. Адамков // Вестн. Кузбас. гос. техн. ун-та. - 2004. - № 1. С. 56 – 59.
11. Патент RU №2209979 C1, кл 7 E 21 D 9/10, E 21 C 27/16. Проходческий Агрегат / В.В. Егошин, А.В.Адамков – Опубл. 10.08.2003, Бюл. № 22

УДК: 622.23.054

ОБЗОР И АНАЛИЗ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЦОВЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ

Аксёнов В.В.[1], Хорешок А.А.[1,2], Ананьев К.А.[2], Ермаков А.Н.[2]
[1] – Институт угля СО РАН, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10.
[2] – ФГБОУ ВПО "Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва", г. Кемерово, ул. Весенняя, 28.

АННОТАЦИЯ: Рассмотрены существующие методики определения параметров резцовых исполнительных органов горных машин и расчёта усилий на резцах. Дана оценка применимости методик для расчёта параметров исполнительных органов геохода.
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: горные машины, геоход, исполнительный орган, резец, методика.
ABSTRACT: Main existing methodologies for determination the parameters of cutting drums of mining machines and for calculation of forces on cutters are considered. Possibility of methodologies usage for design of cutting drums of geokhod is evaluated.
KEYWORDS: mining machines, geokhod, cutting drum, cutter, methodology.

Для выбора, расчёта и оценки конструктивных и кинематических параметров исполнительных органов (ИО) разрушения необходимо применение специальных методик расчёта. Такие методики разработаны и широко применяются для многих классов существующих машин. Разрабатываемые в настоящее время геоходы [1-3] не имеют самостоятельных методик расчёта параметров ИО, что ставит задачу поиска, анализа и оценки существующих методик.

Основой для расчёта исполнительных органов угледобывающих машин служит ОСТ 12.44.258-84 [4] применяемый взамен ОСТ 12.47.001.-73 [5]. Имея некоторые отличия в алгоритме расчёта, ОСТ 84-го года решает те же задачи и имеет аналогичную область применения. Данный ОСТ предназначен, для расчёта параметров исполнительных органов очистных комбайнов различных типов (шнековые, барабанные, цепные) и позволяет определять или принимать по рекомендациям практически все значимые параметры исполнительных органов различных типов.

Ряд существующих методик для других типов ИО ссылаются на ОСТ 12.44.258-84. Так СТП 004013.0.030-84 [6], предназначенный для расчёта средних нагрузок на коронках для бурения по углю, рекомендует определять временное сопротивление угля одноосному сжатию по формулам приведённым в ОСТ, а выражение для определение усилия резания в нём отличается только эмпирическими коэффициентами.

РД12.25.137-89 [7] ставит основной задачей определение коэффициента вариации нагрузки на трансмиссию по известным параметрам стреловидного исполнительного органа проходческого комбайна оснащённого резцами. В приложении 3 этого документа приводится методика определения сил резания и подачи на ИО.

В работах [8,9] предложены выражения для определения усилий резания на резцах различного типа и хотя полноценными методиками данные работы не являются, так называемая, методика Эванса является достаточно новой (198?) и широко применяется по данным зарубежной литературы.

Не рассмотрен ряд методик основанных с незначительными изменениями на ОСТ 12.44.258-84 или явившихся для него основанием [10,11].

Для удобства рассмотрения и оценки методик составлен алгоритм (рисунок 1). Алгоритм в общем виде отражает параметры определяемые различными методиками расчёта и взаимосвязь между этими параметрами.

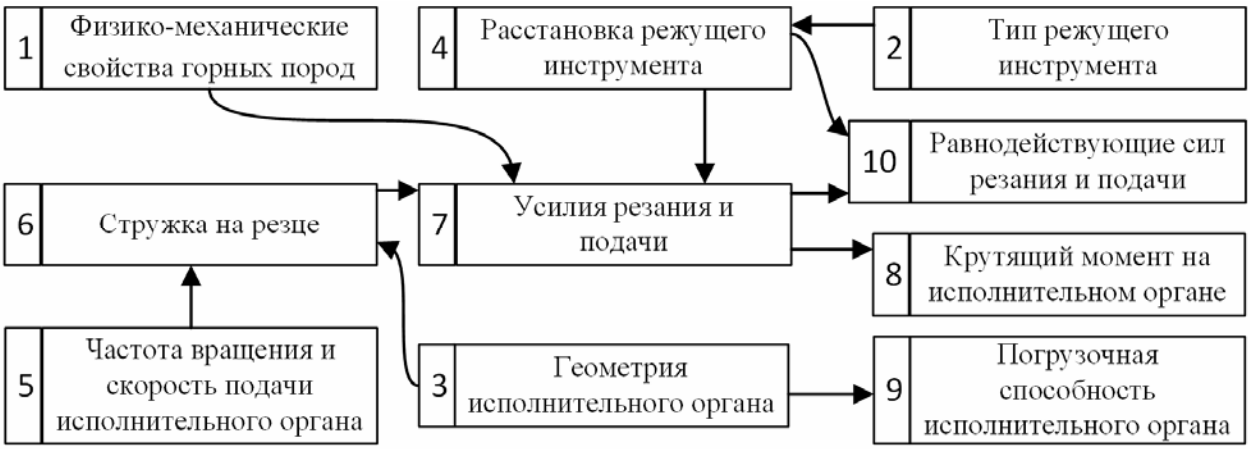


Рисунок 1 – Алгоритм определения параметров режущих исполнительных органов

В таблице 1 приведены основные параметры входящие в методики расчёта в соответствии с алгоритмом (рисунок 1).

Таблица 1 – Учёт методиками расчёта параметров исполнительных органов

Методика	**Номера блока-параметра по рисунку 1**			**Основной параметр оценки свойств пород**
	Определяемые параметры	**Входные параметры**	**Параметр не учитывается**	
СТП 004013.0.030-84	6,7,8	1,2,3,4,5	9, 10	Сопротивляемость резанию, Н/см
ОСТ 12.44.258-84	2,3,4,5,6,7,8,9,10	1	-	Сопротивляемость резанию, Н/см
РД 12.25.137-89	6,7,8,9,10	1,2,3,4,5	-	Крепость пород по Протодьяконову, ед
Методика ИГД им. А. А. Скочинского	6,7,8	1,2,3,4,5	9, 10	Сопротивляемость резанию, Н/см
Методика Эванса	7		2,3,4,5,6,7,8,9,10	Временное сопротивление одноосному сжатию и растяжению, МПа

Основными параметрами при расчёте ИО являются усилия резания и подачи на одиночном резце (блок 7 на рисунке 1). Зависимости для определения этих параметров представлены в каждой из рассмотренных методик. В связи с отсутствием данных о сопротивляемости пород резанию (методики СТП 004013.0.030-84 и ОСТ12.44.258-84) и недостаточной экспериментальной подверженностью методик использующих параметры сопротивления одноосному сжатию и/или растяжению [12] (методика Эванса) наиболее рациональным для определения усилий на резцах при разработке ИО геохода представляется использование зависимостей РД12.25.137-89.

Особенностью рассмотренных методик является наличие большого числа эмпирических коэффициентов, определённых при испытания различных машин и типов ИО в реальных условиях. При расчёте таких величин в отношении ИО геохода к ним, вероятно, необходимо будет вносить поправки, связанные с особенностями работы геохода. В части определения кинематических параметров и стружек на резцах (блоки 5 и 6 на рисунке 1), из-за особенностей характера подачи геохода, ни одна из существующих методик не может быть применена для расчёта ИО геоходов.

Рассмотренные методики не в полной мере соответствуют требованиям, которые необходимо учитывать при расчёте ИО геоходов различного типа, что ставит задачу разработки специальной методики расчёта параметров ИО геоходов с использованием некоторых зависимостей из известных методик.

Список литературы:

1. Ермаков А.Н., Аксёнов В.В., Хорешок А.А., Ананьев К.А. Обоснование требований к исполнительным органам формирования законтурных каналов геохода// Вестн. КузГТУ. 2014. № 2. С. 5-7.
2. Аксенов В.В., Блащук М.Ю., Чернухин Р.В. Формирование требований к энергосиловой установке геохода // Горный информационный аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining informational and analytical bulletin (Scientific and technical journal). Современные технологии на горнодобывающих предприятиях / М.: издательство «Горная книга» – 2012. – ОВ № 7. С. 263-267.
3. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Ананьев К.А., Ермаков А.Н. Разработка схемных решений исполнительных органов геоходов//Изв. вузов. Горный журнал. 2014. № 3. С. 73-76.
4. ОСТ 12.44.258-84. Комбайны очистные. Выбор параметров и расчёта сил резания и подачи на исполнительных органах. Методика. М.: изд-во Министерства угольной промышленности СССР, 1985.- 108 с.
5. ОСТ 12.47.001-73. Комбайны очистные. Выбор параметров и расчёт сил резания и подачи на исполнительных органах. Методика. М.: Минуглепром СССР, 1973. 184 е.,
6. СТП 004013.0.030-84. Расчёт средних нагрузок на коронках для бурения скважин по углю. Методика., 1984.– 23 с.
7. РД 12.25.137-89. Комбайны проходческие избирательного действия. Расчёт исполнительных органов. — М., 1989. — 75 с.
8. Evans I., Pomeroy C. D. The strength, fracture and workability of coal, 1966.
9. Evans I. A theory of the cutting force for point-attack picks //Geotechnical and Geological Engineering. – 1984. – Т. 2. – №. 1. – С. 63-71.
10. Давыдов Б.JI., Скородумов Б.А. Расчёт и конструирование угледобывающих машин.- М.: Госгортехиздат, 1963.- 418 с.
11. Альшиц Я, И,, Верклов Б. А., Воронецкий А . Н . Горные машины,.- М,: Госгортехиздат, 1961, 490 с,
12. Kuidong G. et al. A theoretical model for predicting the Peak Cutting Force of conical picks //Fracture and Structural Integrity. – 2013. – №. 27. – С. pages 43-52.

УДК 622.28

ОБЗОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОСТОЯННОЙ КРЕПИ

Аксенов В.В. проф, Садовец В.Ю. доцент, Сапрыкин А.С. студент,
ЮТИ ТПУ, Юрга, Россия

Аннотация. Приведен обзор технических решений устройств для возведения постоянной крепи, описан принцип их работы, а также выявлены их основные недостатки.

Abstract. Provides an overview of technical solutions for devices Raise Denia permanent support, described how they work, as well as identifying their oc-new flaws.

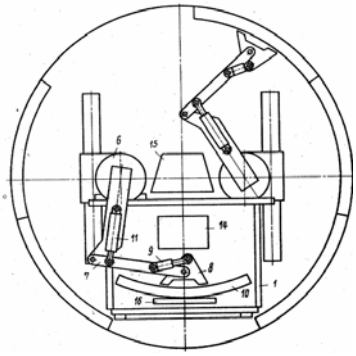
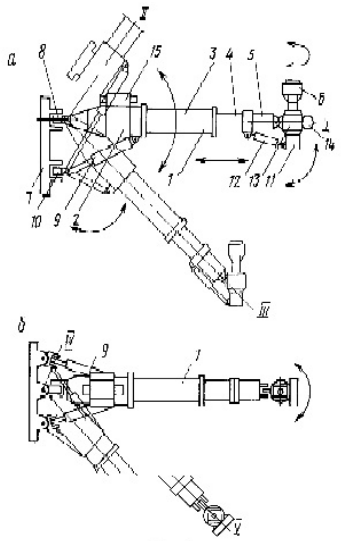
При возведении горных выработок, подземных сооружений и магистральных тоннелей одним из основных процессов, определяющих скорость и стоимость образования полости в подземном пространстве, является крепление. По сравнению с другими технологическими операциями проходческого цикла возведение постоянной крепи характеризуется большой долей ручного труда [1].

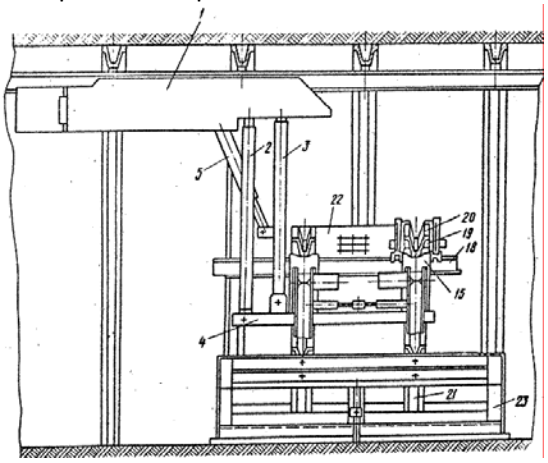
В настоящее время на базе Юргинского технологического института ведутся разработки по созданию нового вида горно-проходческой техники - геохода, реализующего принципы геовинчестерной технологии образования полости в подземном пространстве (ГВТ) [2]. Сдерживающим фактором внедрения новой технологии является отсутствие технических решений крепевозводящего модуля, отвечающего требованиям предъявляемых геовинчестерной технологией [3].

Целью работы является найти и сравнить существующие технические устройства крепеустановщиков.

В настоящее время при механизации возведения постоянной крепи применяются различные технические устройства, конструктивные схемы, достоинства и недостатки некоторых из них представлены в таблице 1.

Таблица 1

№	Технические решения	Достоинства	Недостатки
1	патент №935624  Устройство включает в себя тележку 1, на которой установлено Г- образное звено 6, На звене 7 установлен захват 8 и гидроцилиндр доворота 9 элементов 10 сборной обделки. Звено 7 приводится в движение гидроцилиндром 11, а для компенсации погрешностей перестановки устройства и ликвидации монтажного зазора между кольцом и переносимым элементом предназначены силовые цилиндры 12 и 13.	1) в устройстве не применяется электрическое оборудование; 2) одновременная установка двух секций крепи 3) пошаговый принцип работы, что позволяет избегать попыток спешки. 4) совмещение операций разработки забоя с удалением породы и монтажа обделки.	1) устройство занимает центральную часть выработки; 2) отгрузка породы производиться только кода схваты располагаются в верней части выработки; 3) жёстко закреплён с конвейером что затрудняет разгрузку. 4) устройство применимо только при проведении выработок с диаметром более 5 м.; 5) шаговый принцип передвижения; 6) шаговый принцип работы приводит к простоям проходческого комбайна.
2	патент №2078935  Крепеустановщик стреловидного типа состоит из кронштейна, основного корпуса стрелы, который задним концом размещен в расточках крепеустановщика, телескопически выдвижной части стрелы, гидродомкрата раздвижности, сменной удлиняющей проставки, на конце которой	1) гидрозахват имеет возможность поворота вокруг своей продольной оси; 2) возможность подачи элемента крепи в любое место периметра выработки; 3) устройство позволяет установку штучной крепи при проведении или восстановлении горных выработок.	1) возведение штучной крепи; 2) недостаточная маневренность при выполнении операций по креплению; 3) наличие в забое дополнительной установки для возведения крепи на колесно-рельсовом или гусеничном ходу, что затрудняет организацию и выполнение технологического процесса проходки; 4) подъемный параллелограммный механизм не имеет возможности поворота в горизонтальной плоскости, что значительно сужает фронт погрузочно-

	шарнирно закреплен гидрозахват, гидродомкратов подъема и поворота, стрелы крепеустановщика, а также механизма поворота стрелы относительно продольной осичто создает возможность установки рамы крепи последовательно из отдельных элементов, а также осуществлять погрузочно-разгрузочные работы.		разгрузочных работ при проведении горных выработок; 5) кронштейн присоединен к монтажной плите посредством карданного шарнира, что позволяет осуществлять его поворот в горизонтальной и вертикальной плоскостях
3	Авторское изобретение № 785504  Подвесной крепеустановщик предназначено для механизации крепления горных выработок металлической арочной крепью. Устройство состоит из рамы 1, механизмов подъема, состоящих из тяг 2, рычагов 3, соединенных в шарнирный четырехзвенник, обеспечивающий параллельное перемещение подъемного стола 4 и домкратов 5. На подъемном столе установлены две поворотные переставные плиты 6. К ним шарнирно прикреплены направляющие 10, оборудованные двумя фиксаторами: 11.	1) перемещение осуществляется по монорельсу; 2) зарядка устройства крепевозведения производится вне зоны крепления; 3) позволяет устанавливать несколько секций крепи одновременно	1) для перемещения устройства требуется установка монорельса; 2) при зарядки элементами крепи устройство занимает практически все сечение выработки; 3)

Проведенный анализ конструктивных решений устройств для возведения постоянной крепи и принципов их работы выявил следующие их недостатки:

- внутренние пространство крепеустановщиков занято оборудованием и устройствами для возведения крепи, что затрудняет перемещение материалов, оборудования и людей в забой выработки и обратно;

- при использовании любого технического устройства для возведения крепи необходимо установка элементов временной крепи;

- требуется установка специальных устройств перемещения крепеустановщиков – монорельсов, переставных или передвижных рельсовых путей;

- отсутствие возможности проведения выработок при условии – насколько переместились столько и закрепили.

Список литературы:

1. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Синтез технических решений нового класса горнопроходческой техники // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2009. № 8. С. 56-63.
2. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Бегляков В.Ю., Бурков П.В., Блащук М.Ю., Сапожкова А.В. Компоновочные решения машин проведения горных выработок на основе геовинчестерной технологии // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2009. № 1. С. 251-259.
3. Аксенов В.В. Научные основы геовинчестерной технологии проведения горных выработок и создания винтоповоротных агрегатов // диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Кемерово, 2004.
4. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Оценка необходимости создания крепевозводящего модуля геохода и его функциональных устройств. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S3. С. 9-14.

Аннотация.

Приведен обзор технических решений устройств для механизации возведения арочной крепи из специального профиля, описан принцип их работы, а также выявлены их основные недостатки.

Abstract.

Provides an overview of technical solutions for mechanical devices-tion erecting arch support with special profile, described how they work, as well as identifying their main drawbacks.

В настоящее время активно развиваются элементы геовинчестерной технологии проведения выработок. Геовинчестерная технология, обладая отличительными особенностями в сравнении с существующими технологиями, является перспективным направлением в области освоения подземного пространства [1].

Геовинчестерная технология (ГВТ) – процесс механизированного проведения горных выработок с формированием и использованием системы законтурных винтовых и продольных каналов, в котором операции по разработке забоя, уборке горной массы, креплению выработанного пространства, а также перемещению всей проходческой системы на забой осуществляются в совмещенном режиме [2].

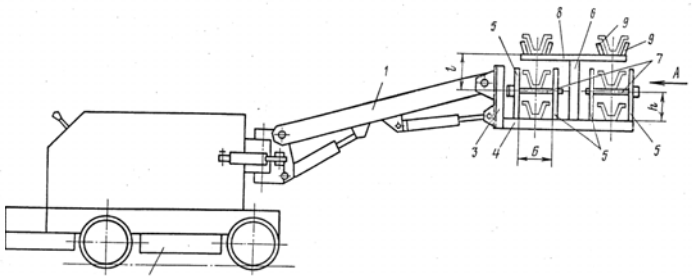
Анализ существующих схем геовинчестерной технологии [3] показал отсутствие в них технических решений крепевозводящего модуля, являющегося основным устройством реализующим принцип – «на сколько переместились столько и закрепили».

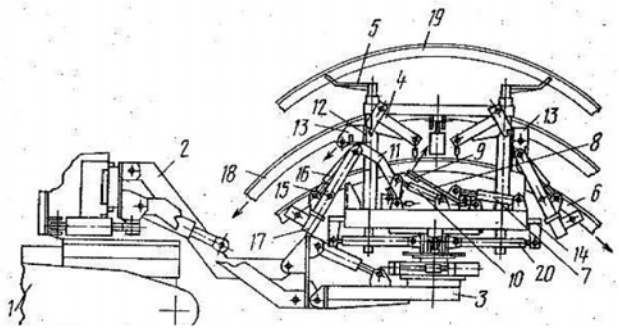
Отсутствие в структуре геоходе крепевозводящего модуля [4], его обоснованных технических решений, а также методик расчета конструктивных, силовых и прочностных параметров функциональных элементов крепеустановщика, адаптивного к установке различного типа крепи, делают геовинчестерную технологию проведения выработок не завершенной.

Поэтому работа, направленная на создание методологии разработки и обоснования функциональных и конструктивных элементов крепевозводящего модуля является актуальной.

В настоящее время при механизации возведения рамной крепи применяются различные технические устройства. Достоинства и недостатки основных технических решений представлены в таблице 1.

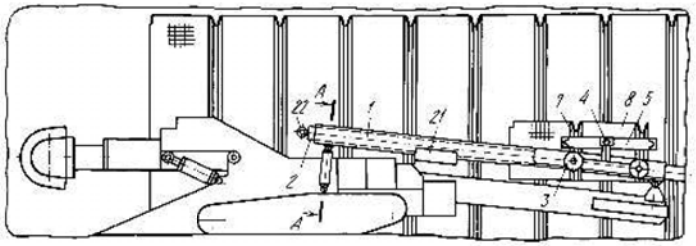
Таблица 1

№ рис	Описание технического решения	Достоинства	Недостатки
1	Крепеустановщик патент SU 1094416 A1  Крепеустановщик, включающий ходовую часть с механизмом передвижения, подъемный механизм и подъемный стол с желобчатыми опорами, образующими гнезда для элементов крепи, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности и точности установки элементов крепи, гнезда размещены в одной вертикальной плоскости в несколько ярусов, при этом боковые стенки гнезд нижнего и среднего ярусов выполнены в виде вертикальных направляющих с отверстиями, в которые вставлены пальцы, образующие опоры среднего яруса, а верхний ярус выполнен в виде стойки с поворотными траверсами.	1. повышение производительности достигается за счет забора пакета крепи; 2. точности установки элементов крепи.	1. большие габариты транспортируемого пакета крепи; 2. сложная конструкция подъемного стола; 3. наличие гидроцилиндров для удержания боковых элементов крепи; 4. недостаточная надежность консольного крепления боковых элементов крепи.

2	Крепеустановщик патент RU 2002057  	1. снижение трудоемкости возведения крепи; 2. в крепеустановщике нижний и средний ярусы снабжены механизмами сбрасывания; 3. повышение безопасности при монтаже арочной крепи.	1. сравнительно высокая трудоемкость, обусловленная необходимостью ручного труда при сбрасывании элементов арочной крепи со стола крепеустановщика; 2. отсутствие необходимой безопасности, т.к. работа по сбрасыванию элементов крепи производится в незакрепленной зоне забоя.

Продолжение таблицы 1

	Загрузка крепеустановщика крепями производится в закрепленной части выработки. при этом стол 3 устанавливается так, что элементы крепи расположены вдоль оси машины. При загрузке поворотные опоры 13 откидываются для загрузки нижнего яруса. Затем производится загрузка среднего яруса элементами 18 арочной крепи. Перемещение крепеустановщика в забой производится посредством ходовой части 1. В забое стол 3 поднимается с помощью рукояти 2, при этом достигается перпендикулярное расположение протяженных элементов крепи относительно продольной оси выработки. Сбрасывание начинается с нижнего яруса Для облегчения процесса стыковки служит шарнир 15, соединяющий двуплечий рычаг 4 и поворотную часть 17, изменение положения которой производится посредством гидроцилиндра 16.		
3	Устройство для возведения арочной крепи.	1. не имеет своего механизма перемещения; 2. располагается на единой конструктивной базе с	1. повышенная трудоемкость крепления выработок; 2. необходимость выполнения

	 В исходном состоянии стрела перегружателя комбайна занимает нижнее положение, выдвижная стрела 2 вместе с размещенной на ней тележкой 3 и монтажным столом 5 переведены в крайнее правое положение с тем, чтобы облегчить укладку верхняков 7 арочной крепи вместе с затяжками 8. После проведения выработки на величину заходки тележку 3 с закрепленными на монтажном столе 5 элементами крепи и затяжками перемещают вдоль выработки по выдвижной стреле 2.	проходческим комбайном; 3. установка крепи производится практически в зоне разрушения горного массива.	промежуточных операций по перегрузке верхняков крепи с крана укосины на цепной конвейер, а с него на подъемный стол; 3. при установке крепи требуется остановка проходческого комбайна

Проведенный анализ конструктивных решений устройств для механизации возведения рамных крепей и принципов их работы выявил следующие их недостатки:

- внутренние пространство крепеустановщиков занято оборудованием и устройствами для возведения крепи, что затрудняет перемещение материалов, оборудования и людей в забой выработки и обратно;

- при использовании любого технического устройства для возведения рамной крепи необходимо установка элементов временной крепи;

- требуется установка специальных устройств перемещения – монорельсов, переставных или передвижных рельсовых путей;

- отсутствие возможности проведения выработок при условии – насколько переместились столько и закрепили.

Список литературы:

5. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Синтез технических решений нового класса горнопроходческой техники // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2009. № 8. С. 56-63.
6. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Бегляков В.Ю., Бурков П.В., Блащук М.Ю., Сапожкова А.В. Компоновочные решения машин проведения горных выработок на основе геовинчестерной технологии // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2009. № 1. С. 251-259.
7. Обоснование необходимости создания систем крепи горных выработок при проходке геовинчестерной технологии Аксенов В.В., Казанцев А.А., Дортман А.А. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S3. С. 138-143.
8. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Оценка необходимости создания крепевозводящего модуля геохода и его функциональных устройств. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S3. С. 9-14.

УДК 622.275

КОМБИНИРОВАННАЯ РАЗРАБОТКА СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ КУШЕЯКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЗБАССА

Анферов Б. А. – ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук
Кузнецова Л. В. – ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт угля Сибирского отделения Российской академии наук
г. Кемерово, Россия

Развитие угольной промышленности Кузбасса сопровождается ухудшением ряда показателей, в частности, негативным воздействием горных работ на окружающую природную среду. В связи с чем, в качестве приоритетного направления необходимо решить задачу снижения землеемкости добычи при строительстве новых угледобывающих предприятий за счет развития комбинированного открыто-подземного способа разработки [1].

Дополнительные производственные мощности по добыче угля, учитывая наличие балансовых запасов, можно ввести в эксплуатацию в Терсинском геолого-экономическом районе Кузбасса, в частности, на геологическом участке «Кушеяковский-II» [2]. В его границах находятся крутонаклонные (40-45 градусов) пласты 58-80 с углями марки Г, пригодными для коксования и производства синтетического жидкого топлива методом деструктивной гидрогенизации [3]. Пласты 58, 59, 65, 67, 69-72, 74, 75 имеют мощности 1,28-5,1 м и формально пригодны для разработки [4, 5]. Однако участок

признан нецелесообразным для освоения ни открытым способом (из-за высокого коэффициента вскрыши и экологических последствий) ни подземным (из-за отсутствия эффективной технологии).

Авторами разработана технология комбинированной открыто-подземной разработки сближенных угольных пластов 67 и 69 с применением серийно выпускаемых мобильных средств механизации [6]. В пластах 67 и 69, мощностью 5,1 и 3,6 м, соответственно, в границах участка до горизонта +100 м сосредоточено 4,8 млн. т угля. Между ними залегает пласт 68-й, мощность которого является нерабочей как для открытого способа разработки, так и для подземного. В породах почвы пласта 67 залегает пласт 65-й на расстоянии до 50 м, также нерабочей мощности (0,86 м). Технология разработки пластов 67 и 69 основана на использовании пласта 65 для вскрытия, подготовки и отработки пластов рабочей мощности.

На выходе пласта 65 под наносы сооружают горизонтальную рабочую площадку (рис. 1), с которой с помощью проходческого комбайна со стреловидным исполнительным органом и самоходного вагона проводят прямолинейную наклонную выработку по пласту 65 под углом, допустимым для средств механизации, в сторону одной из границ участка по простиранию с присечкой пород кровли и почвы. Так как угольный пласт обладает изменчивой гипсометрией, а наклонная выработка должна быть прямолинейной, то в забое наклонной выработки пласт может быть как в середине площади забоя, так и сбоку в любую сторону. Наклонную выработку крепят металлической рамной крепью с железобетонной затяжкой.

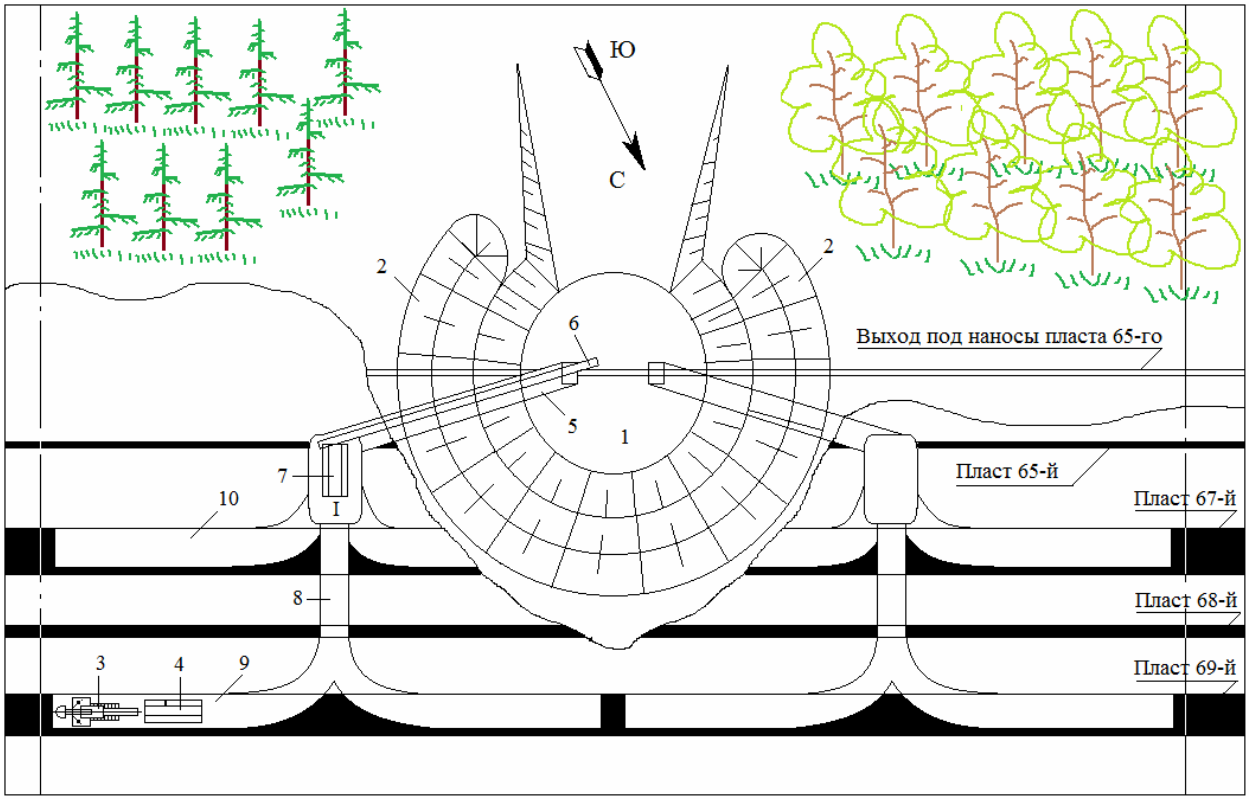


Рисунок 1. Схема вскрытия и подготовки угольных пластов 67 и 69-го (вид в плане): 1 – рабочая площадка; 2 – породный отвал; 3 – проходческий комбайн;4 – самоходный вагон; 5 – наклонная выработка; 6 – ленточный конвейер; 7 – бункер-перегружатель; 8 – квершлаг; 9 – выемочная камера пласта 69-го; 10 – выемочная камера пласта 67-го; I – слоевая камера первого горизонтального слоя

На глубине ниже зоны выветренного угля (15…20 м) на мощность вынимаемого слоя сооружают горизонтальную слоевую камеру I с присечкой пород кровли и почвы пласта 65-го (рис. 2). При такой глубине заложения слоевой камеры I длина наклонной выработки составит 125-135 м. После сооружения слоевой камеры в наклонной выработке монтируют став ленточного телескопического конвейера, допускающий продольный наклон става; привод конвейера располагают на рабочей площадке. Вплотную к хвостовой части конвейера в слоевой камере устанавливают бункер-перегружатель. Из слоевой камеры комбайном проводят квершлаг в сторону пласта 69-го, который плавным закруглением внедряют в этот пласт в сторону той же границы участка по простиранию, т.е. в ту же сторону, что и направление проведения наклонной выработки. Далее производят очистные работы в выемочной камере первого слоя: комбайном отбивают уголь пласта 69-го, грузят его в самоходный вагон, который доставляет его в слоевую камеру I, где посредством бункера-перегружателя перегружает

на ленточный конвейер. Проветривание выемочной камеры осуществляют при помощи става вентиляционных труб, подвешенного под кровлю выработки и наращиваемого по мере удлинения камеры, и вентилятора местного проветривания.

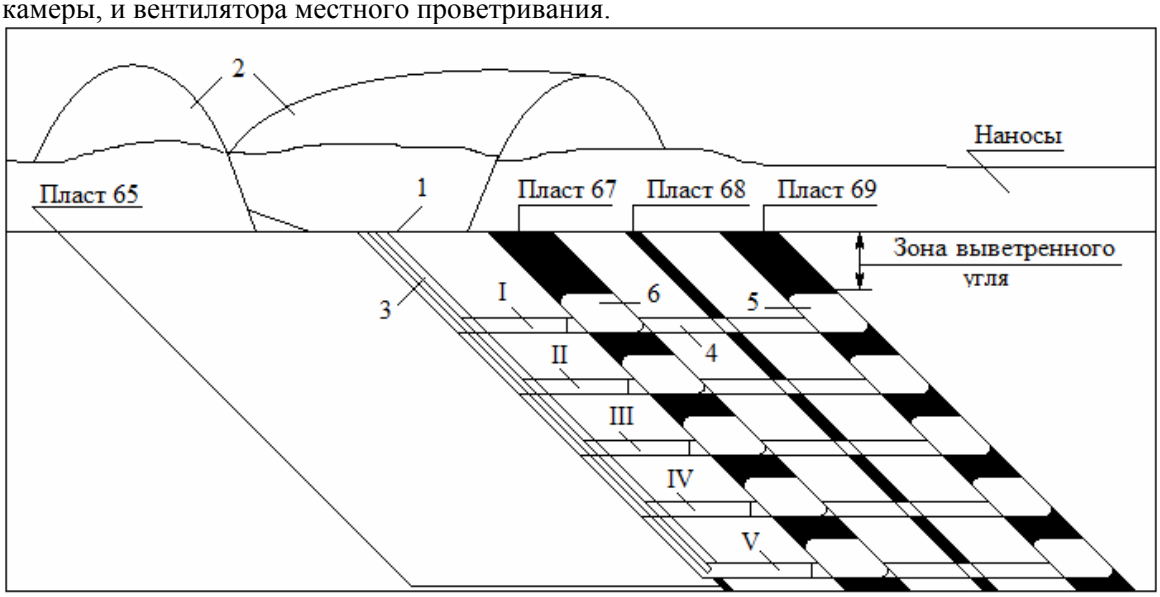


Рисунок 2. Схема вскрытия и подготовки угольных пластов (поперечный разрез): 1 – рабочая площадка; 2 – породный отвал; 3 – наклонная выработка; 4 – квершлаг; 5 – выемочная камера пласта 69-го; 6 – выемочная камера пласта 67-го; I, II, III, IV, V – слоевая камера

При подходе комбайна к границе участка по простиранию очистные работы в отработанной выемочной камере останавливают, комбайн из квершлага плавным закруглением опять внедряют в этот же пласт, но в другую сторону и продолжают очистные работы. Вынув уголь на проектную длину выемочной камеры, комбайн и вагон возвращают в слоевую камеру. Далее аналогичным образом начинают очистные работы по выемке угля пласта 67-го также в выемочных камерах, проводимых по пласту во взаимно противоположных направлениях. По окончании выемки угля в выемочных камерах пласта 67-го очистные работы останавливают; сокращают длину ленточного конвейера, бункер-перегружатель и самоходный вагон устанавливают в наклонной выработке в линию, а комбайном осуществляют удлинение наклонной выработки до уровня следующего слоя, который принимают с учетом мощности вынимаемого слоя и оставления соразмерных междукамерных целиков; сооружают на этом уровне слоевую камеру II и далее как описано выше. При подготовке следующего слоя вынутую породу размещают в выемочных камерах отработанного слоя. Затем подготавливают третий слой с сооружением слоевой камеры III и т.д. Количество слоев может быть принято из условий, определяемых горно-геологическими и горнотехническими факторами (горное давление, физическая прочность угля и вмещающих пород, условия проветривания и т.д.).

По окончании выемки угля на возможную длину в выемочных камерах обоих пластов средства механизации выводят на дневную поверхность, где с этой же рабочей площадки начинают проведение следующей наклонной выработки, но в сторону противоположной границы по простиранию. Если учесть, что длина Кушеяковского участка по линии простирания пластов составляет 3500 м, длина выемочной камеры – 150-200 м, то длина выемочного участка по простиранию составит не более 500 м. Нагрузка на очистной забой составит до 400 т в смену. На геологическом участке может быть задействовано до 7 выемочных участков, действующих одновременно или последовательно.

Данный способ не требует большой площади дневной поверхности для осуществления разработки свиты сближенных угольных пластов, более того, вынутую породу размещают в выемочных камерах. За счет минимальных объемов вскрышных работ и утилизации породы в выработанном пространстве обеспечиваются сохранение природного ландшафта территории, значительное снижение землеемкости ведения горных работ и минимальные объемы последующей рекультивации нарушенных земель.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ р_сибирь_а № 13-05-98030 «Укрепление сырьевой базы угольной промышленности Кузбасса за счет освоения Терсинского геолого-экономического района».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клишин В. И., Ордин А. А., Ческидов В. И., Федорин В. А. Основные концепции оценки предельных объемов добычи угля открытым и подземным способами в Кузбассе // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2009. – ОВ №7. – С. 47-52.

2. Станкус В.М., Анферов Б.А., Кузнецова Л.В. Состояние и перспективы освоения Терсинского геолого-экономического района Кузбасса // Уголь. – 2006. – № 11. – С. 37-40.

3. Угольная база России. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский бассейны; месторождения Алтайского края и Республики Алтай). - М: ЗАО «Геоинформцентр», 2003. - Т. II. - 604 с.

4. Геологический архив ФГБУН Институт угля СО РАН, г. Кемерово. Фонд Юзвицкого А.З., ТКБУТ. Инв. № 3133, лист 1.

5. Геолого-промышленная карта Кузнецкого бассейна. М-б 1:100 000 / Под ред. А. З. Юзвицкого. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2000.

6. Пат. 2490454 Российская Федерация, МПК E21C 41/00. Способ открыто-подземной разработки мощного крутонаклонного угольного пласта / Кузнецова Л.В., Анферов Б.А.; заявитель и патентообладатель ИУ СО РАН. № 2012109088; заявл. 11.03.2012; опубл. 20.08.2013, Бюл. № 23. 8 с.

Аннотация

Рассмотрена комбинированная технология разработки сближенных мощных крутонаклонных угольных пластов мобильными средствами механизации. На выходе под наносы нижнего пласта-спутника свиты сооружают рабочую площадку, с которой по пласту-спутнику проводят наклонную выработку до глубины первого слоя ниже зоны выветренного угля. На уровне почвы слоя формируют камеру, из которой проводят квершлаг. Очистные работы ведут, начиная с верхнего пласта, в выемочных камерах, проводимых из квершлага по обеим сторонам. После отработки первого слоя наклонную выработку углубляют до уровня второго слоя с оставлением междукамерных целиков.

It is considered combined technology of mining approached thick steep coal seams by mobile facility to mechanizations. On output under alluviums of the lower seam-satellite of the retinue erect the worker a platform, from which on seam-satellite conduct the tilted drift before depth first layer below zones of aired coal. At a rate of ground layer form the camera, from which conduct crosscut. Mining lead, as from upper seam, in extraction cameras, conducted from crosscut on both directions. After completion getting works in first layer tilted drift deepen before level second layer with leaving between-camera untouched coal area.

УДК 622.23.05

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ И ТРЕБОВАНИЯ К УЗЛУ СОПРЯЖЕНИЯ СЕКЦИЙ ГЕОХОДА

М.Ю. Блащук, к.т.н., доцент,
А.А. Дронов, аспирант, ассистент,
Д.А. Михеев, студент.
Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Юрга, Россия E-mail: mby.tpu@gmail.com

Исходя из особенностей работы и конструкции определены требования к узлу сопряжения секций геохода.

Proceeding from features of work and design requirements to bearing unit of geokhod are defined.

Традиционные технологии проведения подземных выработок основаны на использовании таких горных машин как проходческие комбайны и щиты различных конструкций. При этом использование традиционных горных машин осложнено рядом ограничений[1]:

малый диапазон углов проведения горных выработок;

большая металлоемкость оборудования;

сложность создания достаточных тяговых и напорных усилий для разрушения крепких горных пород;

малая безопасность ведения горных работ в призабойной зоне.

Данные ограничения не влияют на процесс проходки в случае если в формировании тяговых и упорных усилий участвует не только поверхность на контакте воздушной среды и геосреды, но и весь окружающий горный массив в целом. Технология проведения горных выработок по данному принципу получила название геовинчестерная технология (ГВТ)[2,3].

Данный принцип работы стал возможным благодаря созданию агрегатов нового класса – геоходов (рисунок 1).

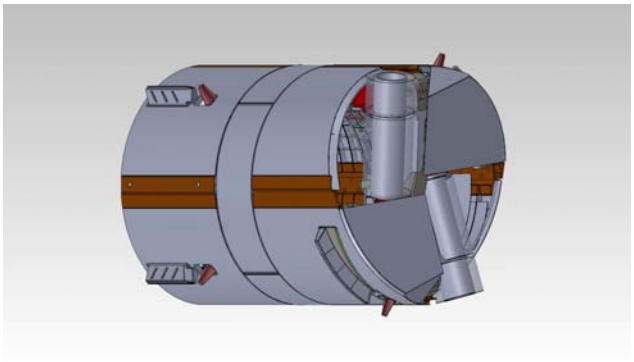


Рис. 1. Геоход.

Геоход состоит из двух секций круглого сечения. На головной секции расположены исполнительный орган и внешние движители, выполненные в виде винтовых лопастей. Хвостовая (стабилизирующая) секция оснащена элементами противовращения, имеющими вид «крыльев» расположенных по периметру секции вдоль направления движения геохода. Элементы противовращения служат для восприятия реактивных нагрузок и удерживают стабилизирующую секцию от вращения. Трансмиссия геохода выполнена таким образом, что опираясь на неподвижную стабилизирующую секцию, вращательное движение передается головной секции. Головная секция благодаря внешнему движителю ввинчивается в горный массив. При этом головная секция осуществляет как вращательное, так и поступательное движение. Стабилизирующая секция осуществляет только поступательное движение на забой.

У первых геоходов ЭЛАНГ-3 и ЭЛАНГ-4 был реализован прерывистый режим подачи на забой. В ЭЛАНГ-3 при продвигании головной секции на некоторую величину хвостовая подтягивалась гидроцилиндрами вращения. В геоходе ЭЛАНГ-4 с этой целью были введены гидроцилиндры надвига.

Главным отличием геохода нового поколения является его конструктивная схема, которая реализует принцип совмещенного перемещения секций. Данная схема основана на введении в конструкцию геохода узла сопряжения секций (УСС).

В ходе анализа конструкций применяемых в горной и строительной технике было установлено, что наиболее близкими по функциональному и конструктивному исполнению к УСС являются опорно-поворотные устройства (ОПУ) и подшипниковые узлы роторных исполнительных органов проходческих щитов[4].

При этом геоход имеет ряд особенностей, которые обуславливают отличия УСС от ОПУ:

все операции по проходке и креплению горной выработки выполняются одновременно;

замена и ремонт узлов возможны лишь на месте;

существует возможность выполнять свои функции при любом пространственном положении;

внешние габариты УСС сопоставимы с размерами формируемой горной выработки;

геоход имеет возможность маневрирования;

отгрузка горной массы, а также обслуживание и ремонт геохода проводятся с использованием внутреннего пространства агрегата.

На основании особенностей работы геохода и его заявленных характеристик были сформированы требования к УСС:

конструкция УСС должна обеспечивать непрерывность рабочего цикла;

конструкция УСС должна быть модульной, унифицированной;

конструкция УСС должна обеспечивать управление курсом движения геохода;

конструкция УСС должна обеспечивать работу геохода при любом его пространственном положении;

конструкция УСС должна обеспечивать проведение сборки, монтажа и ремонта узла на месте, а также простоту транспортировки в разобранном виде;

конструкция УСС должна обеспечивать достаточное внутреннее пространство для монтирования других элементов геохода.

Полученные результаты достигнуты в ходе реализации комплексного проекта при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ. Договор №02.G25.31.0076.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Блащук М.Ю., Бегляков В.Ю., Тимофеев В.Ю., Сапожкова А.В.Разработка требований к основным системам геохода// Горное оборудование и электромеханика, Москва, 2009–№5, С. 3-7

2. Аксенов В.В. Научные основы геовинчестерной технологии проведения горных выработок и создания винтоповоротных агрегатов. Рук. Дисс. доктора техн. наук. Кемерово: ИУУ СО РАН. 2004, – 306с.

3. Аксенов В.В., Ефременков А.Б. Геовинчестерная технология и геоходы - наукоемкий и инновационный подход к освоению недр и формированию подземного пространства // Уголь/ Москва, 2009– №2. С.26-29.

4. Блащук М.Ю., Дронов А.А. Обзор опорно-поворотных устройств горной и строительной техники в целях создания узла сопряжения секций геохода // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: труды Международной научно-практической конференции, Кемерово, 8-11 Октября 2013. - Кемерово: «Экспо-Сибирь», 2013 - С. 97-100

УДК 622.285

ВЛИЯНИЕ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ НА РАЗВОРОТ ПЕРЕКРЫТИЯ ПРИ ПЕРЕДВИЖКЕ

Буялич Г. Д., профессор, Шейкин В. И., инженер
gdb@kuzstu.ru
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева
Россия, г. Кемерово

Приведены результаты наблюдений за разворотом перекрытия при передвижке крепи в зависимости от её силовых параметров.

The results of observation of the reversal of overlap when shifting lining depending on its power settings.

Вопросами изучения влияния силовых параметров механизированной крепи на схемы взаимодействия секций с трудноуправляемыми и труднообрушаемыми кровлями угольных пластов были посвящены многие исследования, в том числе и на кафедре горных машин и комплексов КузГТУ [1-4].

Основное отличие таких схем взаимодействия заключается в различных значениях разворотов перекрытия крепи, которые сопровождаются различными опусканиями кровли над забойными и завальными рядами гидростоек. Одни из них характеризуются разворотом перекрытия на забой и сопровождаются вывалами из кровли в призабойной зоне, а другие – разворотом перекрытия на завал и сопровождаются усилением прижатия к кровле забойной консоли.

В процессе исследований проводились инструментальные наблюдения за разворотами перекрытия при различных номинальных рабочих сопротивлениях и начальных распорах рядов гидростоек. При этом начальный распор в гидростойках изменялся от давления насосной станции до номинального рабочего. Изменение давления начального распора производилось с помощью гидросистемы [5].

Разворот перекрытия определяется опусканиями кровли за цикл над забойным и завальным рядами гидростоек, которые определяются силовыми параметрами механизированной крепи как в процессе работы, так и при начальном распоре [4,6-12].

Кроме того, опускания кровли за цикл складываются из опусканий кровли во время силового взаимодействия крепи с кровлей (основное время работы) и из опусканий кровли за время передвижки (снятия распора, передвижки и начального распора).

По результатам наблюдений было выявлено, что за время передвижки разворот перекрытия (и опускания кровли над завальным и забойным рядами гидростоек) составляет значительную величину и определяется номинальным рабочим сопротивлением крепи и удельным начальным распором секции.

Статистические зависимости поворота перекрытия за передвижку имеют вид

$$\alpha^{П} = a_1 + a_2 q_0 + a_3 \gamma_{P0} + a_4 t ,$$

где

$\alpha^{п}$ – угол поворота перекрытия крепи за передвижку, град;

q_0 – удельный начальный распор, равный отношению суммарного сопротивления крепи при начальном распоре к поддерживаемой площади, МПа;

γ_{P0} – относительная координата точки приложения на перекрытии равнодействующей от начального распора, равная отношению расстояния от забойного конца перекрытия до точки приложения равнодействующей от усилий гидростоек к длине перекрытия;

t – время передвижки, ч.

Полученные зависимости позволяют оценить разворот перекрытия секции крепи за время передвижки в зависимости от силовых параметров крепи при начальном распоре и её номинального рабочего сопротивления.

Список литературы.

1. Механизм взаимодействия механизированных крепей с кровлями угольных пластов / Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов, В. И. Шейкин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – Отд. вып. 3 : Горное машиностроение. – С. 122–125.

2. Буялич, Г. Д. Направления совершенствования механизированных крепей для отработки угольных пластов в сложных горно-геологических условиях // Горная техника : добыча, транспортировка и переработка полезных ископаемых : каталог-справочник. – СПб. : Славутич, 2007. – С. 10–16.

3. Буялич, Г. Д. Влияние параметров начального распора крепи на схемы взаимодействия её с трудноуправляемой кровлей / Г. Д. Буялич, В. И. Шейкин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2010. – Отд. вып. 3 : Горное машиностроение. – С. 82–87.

4. Буялич, Г. Д. Экспериментально-теоретическая оценка и обоснование параметров механизированных крепей для сложных горно-геологических условий пологих угольных пластов : автореф. … док-ра техн. наук : 05.05.06 / Буялич Геннадий Даниилович. – Кемерово, 2004. – 32 с.

5. Гидросистема механизированной крепи : а. с. 883490 СССР, МКИ3 Е 21 D 23/16/ А. Н. Коршунов, В. Д. Ялевский, Б. А. Александров, Г. Д. Буялич, В. М. Горышев, П. М. Шароглазов, В. В. Анохин ; заявитель Кузбас. политехн. ин-т. – № 2892714/22–03 ; заявл. 07.03.80 ; опубл. 23.11.81, Бюл. № 43. – 4 с.

6. Особенности взаимодействия механизированных крепей поддерживающего типа с кровлей / Б. А. Александров, Г. Д. Буялич, Ю. М. Леконцев, А. С. Фролов // Вопросы горного давления : сб. науч.

тр. / Ин-т горн. дела СО АН СССР. – Новосибирск, 1988. – № 46 : Геомеханические аспекты разработки механизированных крепей. – С. 67–70.

7. Коршунов, А. Н. Повышение адаптивности механизированной крепи поддерживающего типа при отработке пластов с трудноуправляемыми кровлями / А. Н. Коршунов, Г. Д. Буялич // Вопросы горного давления : сб. науч. тр. / Ин-т горн. дела СО АН СССР. – Новосибирск, 1985. – Вып. 43 : Взаимодействие механизированных крепей с боковыми породами. – С. 137–139.

8. Коршунов, А. Н. Результаты исследований взаимодействия крепи поддерживающе-оградительного типа с трудноуправляемыми кровлями / А. Н. Коршунов, Г. Д. Буялич // Механизация очистных и проходческих работ : сб. науч. тр. / Кузбас. политехн. ин-т. – Кемерово, 1985. – С. 41–44.

9. Леконцев, Ю. М. Взаимодействие системы крепь – породы при регулируемом начальном распоре механизированной крепи / Ю. М. Леконцев, Г. Д. Буялич // Вопросы горного давления : сб. науч. тр. / Ин-т горн. дела СО АН СССР. – Новосибирск, 1983. – Вып. 41 : Адаптивность механизированных крепей. – С. 56–58.

10. Расширение технологических возможностей механизированных крепей / Б. А. Александров, А. Н. Коршунов, А. И. Шундулиди, Г. Д. Буялич, Ю. М. Леконцев, Ю. А. Антонов. – Кемерово : Изд-во Томского ун-та, Кузбассвузиздат, 1991. – 372 с.

11. Особенности взаимодействия механизированных крепей с боковыми породами в сложных горно-геологических условиях пологих и наклонных пластов / Б. А. Александров, Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов, Ю. М. Леконцев, М. Г. Лупий. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2002. – 144 с.

12. Контактное и силовое взаимодействие механизированных крепей с боковыми породами / Б. А Александров, Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов, В. И. Шейкин. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2003. – 130 с.

УДК 622.285

О ДИНАМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЯХ БЛОКА КРОВЛИ ПРИ РЕАКЦИИ КРЕПИ В ВИДЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКИ

Буялич Г. Д., профессор, Буялич К. Г., доцент,
Умрихина В. Ю., аспирант
gdb@kuzstu.ru
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева
Россия, г. Кемерово

Приведены результаты численного решения дифференциального уравнения динамических колебаний блока кровли, нагруженного реакцией крепи в виде распределённой нагрузки.

The results of numerical solution of the differential equation of dynamic fluctuations block roof, loaded reaction lining in the form of a distributed load.

При отработке угольных пластов с труднообрушаемыми кровлями нередко возникают ситуации, в процессе которых происходят вторичные осадки основной кровли с динамическими проявлениями горного давления со стороны боковых пород [1, 2]. При этом скорость и величина воздействия блоков кровли на металлоконструкцию крепи варьируются в широких пределах и определяются силовыми параметрами крепи, а также мощностью и свойствами пород слоев непосредственной и основной кровель [2-5].

В работах [6-10] была предпринята попытка математического описания процесса динамического воздействия блока кровли на крепь после хрупкого разрушения пород. При этом реакция со стороны крепи на блок кровли была представлена в виде сосредоточенной силы.

В данной работе дано описание математического моделирования взаимодействия блока кровли с крепью, реакция которой представлена в виде распределённой нагрузки.

Расчётная схема для описания колебательного процесса блока кровли представлена на рис.1.

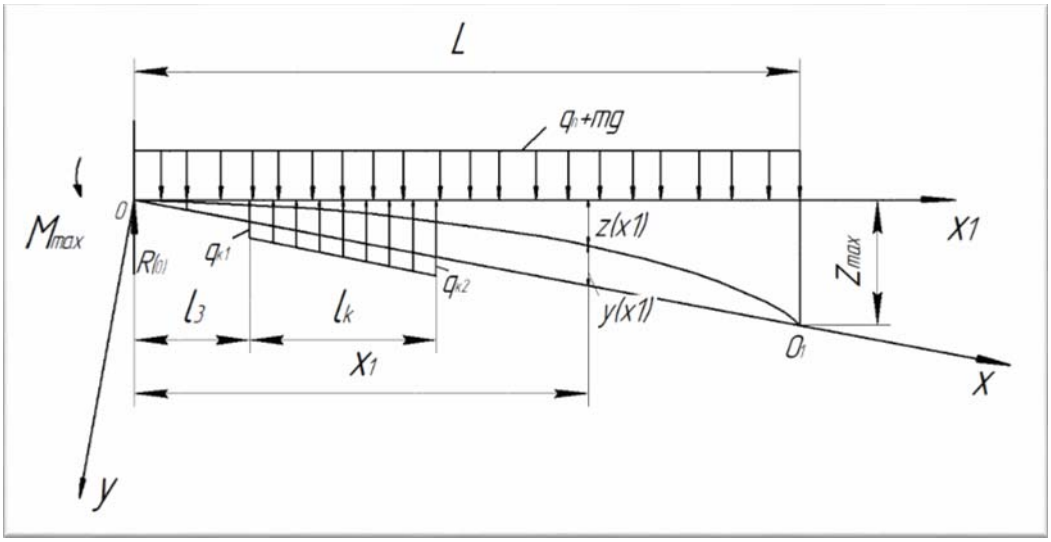


Рис. 1. Расчётная схема

На схеме изображена равномерная пригрузка со стороны вышележащих пород и прогибы *y*, соответствующие деформированному блоку в момент времени, предшествующий хрупкому разрушению. Со стороны крепи на блок действует распределённая трапецеидальная нагрузка, соответствующая сопротивлению крепи.

Обозначения на схеме (рис. 1):

q_{k1} и q_{k2} – соответственно, величина распределённой нагрузки от секции крепи со стороны забойной и завальной концов перекрытия;

l_k – длина перекрытия секции крепи;

l_3 – расстояние от забоя до забойного конца перекрытия;

$q_п$ – величина пригрузки со стороны вышележащих пород;

mg – величина пригрузки от веса блока;

M_{max} – максимальный изгибающий момент в заделке в момент времени, предшествующий хрупкому разрушению пород кровли;

$R_{(0)}$ – реакция в заделке в момент времени, предшествующий хрупкому разрушению пород кровли;

L – длина блока кровли;

z_{max} – максимальный прогиб блока кровли в момент времени, предшествующий хрупкому разрушению пород кровли;

x1 – направление оси для определения прогибов блока кровли в момент времени, предшествующий хрупкому разрушению пород кровли;

y и x – направление осей для определения параметров колебаний блока кровли в момент времени, после хрупкого разрушения пород кровли.

Колебания блока кровли можно описать неоднородным дифференциальным уравнением в частных производных четвёртого порядка

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \frac{E_0 J}{m} \cdot \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = g,$$

где $\partial^2 y / \partial t^2$ - вторая производная прогиба блока кровли по времени;

J - момент инерции поперечного сечения блока;

E_0 – модуль упругости первого рода пород кровли;

$\partial^4 y / \partial x^4$ - четвёртая производная прогиба блока кровли по его длине;

g - ускорение свободного падения;

m - распределённая масса блока кровли.

Решение данного дифференциального уравнения, найденное в общем виде по методу Фурье [4-6] для реакции крепи, представленной в виде сосредоточенной силы, показало, что в месте приложения

реакции крепи перемещения пород кровли имеют ярко выраженный колебательный характер и определяются параметрами как крепи, так и кровли.

В данной работе приводится решение дифференциального уравнения численным методом при граничных и начальных условиях, соответствующих приведённой расчётной схеме с распределённой нагрузкой, приложенным усилиям и деформациям блока перед его хрупким разрушением.

По результатам расчётов получены амплитуды и формы колебаний блока кровли после его хрупкого разрушения в зависимости от физико-механических свойств пород, параметров кровли и параметров механизированной крепи.

Приведённый в работе метод позволяет по значениям параметров кровли и значениям параметров крепи определить форму колебаний и величину воздействия кровли на крепь очистной выработки.

Список литературы.

1. Механизм взаимодействия механизированных крепей с кровлями угольных пластов / Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов, В. И. Шейкин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – Отд. вып. 3 : Горное машиностроение. – С. 122–125.

2. Буялич, Г. Д. Направления совершенствования механизированных крепей для отработки угольных пластов в сложных горно-геологических условиях // Горная техника : добыча, транспортировка и переработка полезных ископаемых : каталог-справочник. – СПб. : Славутич, 2007. – С. 10–16.

3. Буялич, Г. Д. Исследование работы предохранительного клапана ЭКП в период резких осадок кровли / Г. Д. Буялич, Ю. М. Леконцев, Б. А. Александров // Механизация горных работ : межвуз. сб. науч. тр. / Кузбас. политехн. ин-т. – Кемерово, 1978. – Вып. 2. – С. 49–55.

4. Буялич, Г. Д. Экспериментально-теоретическая оценка и обоснование параметров механизированных крепей для сложных горно-геологических условий пологих угольных пластов : автореф. … док-ра техн. наук : 05.05.06 / Буялич Геннадий Даниилович. – Кемерово, 2004. – 32 с.

5. Александров, Б. А. Влияние начального распора механизированной крепи на частоту и интенсивность резких осадок кровли / Б. А. Александров, Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2002. – № 6. – С. 21–22.

6. Математическая модель процесса динамического обрушения / Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов, К. Г. Буялич, М. В. Казанцев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – Отд. вып. 7 : Современные технологии на горнодобывающих предприятиях. – С. 233–237.

7. О модели динамического взаимодействия крепи с кровлей / Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов, К. Г. Буялич, М. В. Казанцев, В. М. Римова // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2012 : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 1–2 нояб. 2012 г. В 2-х т. Т. 1 / КузГТУ. – Кемерово, 2012. – С. 149–153.

8. Буялич, Г. Д. Оценка характера взаимодействия крепи с труднообрушаемой кровлей // Совершенствование технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых : сб. науч. тр. / Ассоциация «Кузбассуглетехнология». – Кемерово, 1995. – № 9. – С. 35–37.

9. Особенности взаимодействия механизированных крепей с боковыми породами в сложных горно-геологических условиях пологих и наклонных пластов / Б. А. Александров, Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов, Ю. М. Леконцев, М. Г. Лупий. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2002. – 144 с.

10. Буялич, Г. Д. О форме динамических колебаний блока кровли при реакции крепи в виде сосредоточенной силы / Г. Д. Буялич, К. Г. Буялич, В. Ю. Умрихина // Перспективы инновационного развития угольных регионов России : сб. тр. IV Междунар. науч.-практ. конф. – Прокопьевск, 2014. – С. 133-134.

УДК 622.285

СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ В AUTODESK INVENTOR 2014 ДЛЯ АНАЛИЗА НАПРЯЖЕНИЙ

Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин, С. В. Увакин
Кузбасский государственный технический университет

В докладе рассмотрены основные способы построения модели в Autodesk Inventor 2014 для выполнения расчетов методом конечных элементов. Представлены результаты расчетов. Сделан вывод о влиянии способа построения модели на результаты расчета.

The report describes the main methods of constructing models in Autodesk Inventor 2014 to perform calculations using finite element method. Showing results of calculations. It is concluded that there is influence of the method of constructing the model on the calculation results.

Благодаря увеличению производительности современных компьютеров, при расчете горных машин, свободно стали использоваться численные методы расчета. Наиболее эффективным и распространенным методом расчета горных машин является метод конечных элементов [1-8].

Большинство из САПР позволяют проводить инженерные расчеты этим методом. Но точность проводимых расчетов зависит не только от выбранного программного продукта, но и от способа проведения самого расчета. Рассмотрим для примера расчет упрощенной детали проведенный в Autodesk Inventor 2014 тремя различными способами и сравним их результаты.

Помимо создания геометрических моделей, Inventor позволяет проводить расчеты методом конечных элементов с помощью модуля «Анализ напряжений»

Для создания моделей в Inventor необходимо выполнить следующие пункты [9]:

- создать деталь и задать её свойства;
- задать условия закреплений, моментов, сил и т.д.;
- разбить модель на сетку конечных элементов;
- провести расчёт, его анализ, скорректировать свойства, условия и геометрию модели.

В Inventor можно создать модель различными способами. Рассмотрим несколько основных вариантов построения простой модели, представленной на рис 1.

Первый вариант представляет из себя две детали, скрепленных сварочным швом созданным специальным модулем «Сварка» Во втором – детали скрепляются созданным геометрическим телом с заданными контактными парами в местах соединений. В третьем варианте деталь создана модулем «Упростить» и представлена как единое целое тело.

Все три модели имеют одинаковые геометрические размеры, заданы одинаковые свойства материалов, условия закрепления, приложены одинаковые нагрузки и создана одинаковая сетка конечных элементов. Заданы одинаковые параметры расчета: максимальное число циклов уточнения – 10, критерий остановки – 5 %.

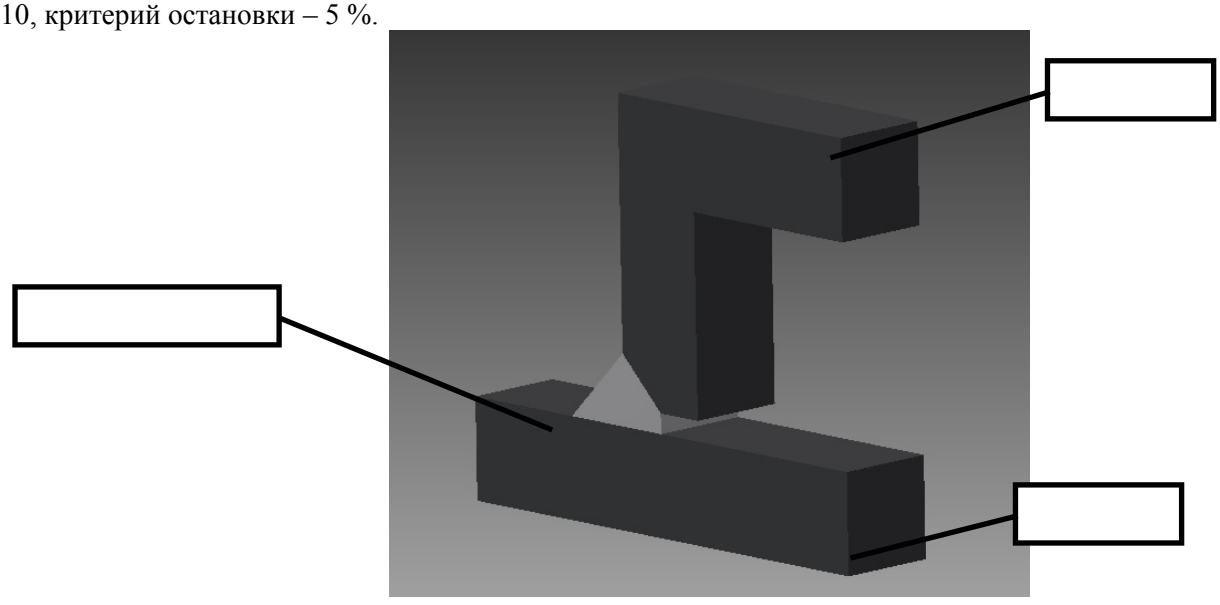


Рис. 1. Пример модели

На рис 2-4 представлены результаты построения сетки конечных элементов и проведения моделирования

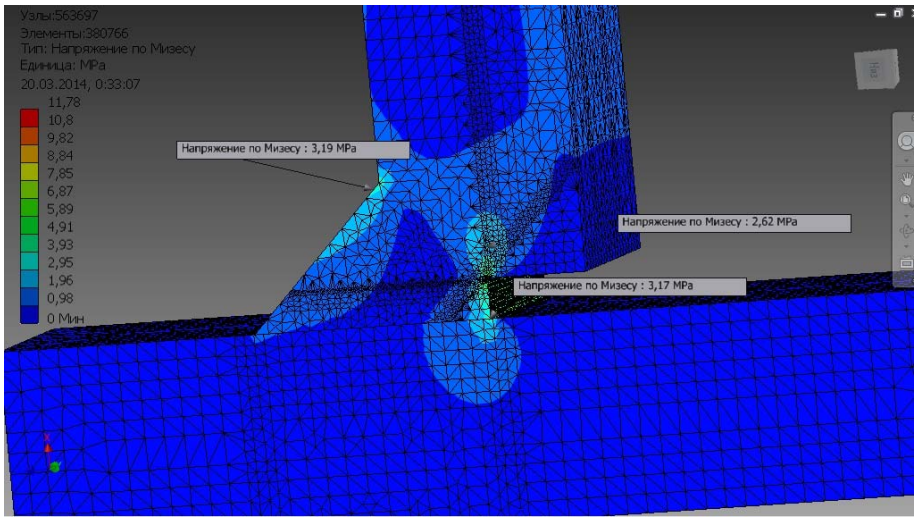


Рис. 2. Первый вариант расчета

По анализе результатов расчетов видно, что максимальные напряжения имеют разные значения, а именно: для первого варианта – 30 МПа, для второго варианта – 11 МПа, для третьего варианта – 16 МПа.

При отображении напряжений до 11 МПа, видно, что зоны распределение напряжений на разных моделях довольно похожи. Только на второй модели, напряжения распространились не так сильно, как на остальных.

Как видно из рисунков, датчики, установленные в одних и тех же характерных зонах, показывают примерно одинаковые напряжения.

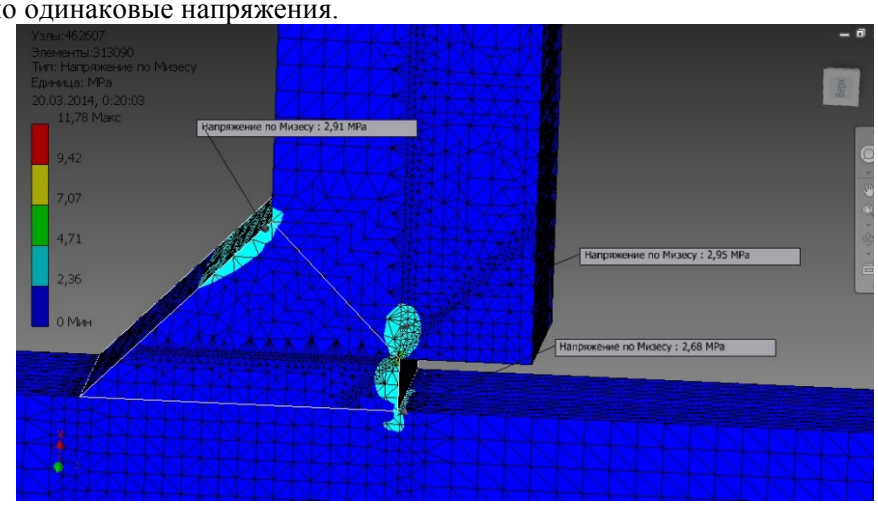


Рис. 3. Второй вариант расчета

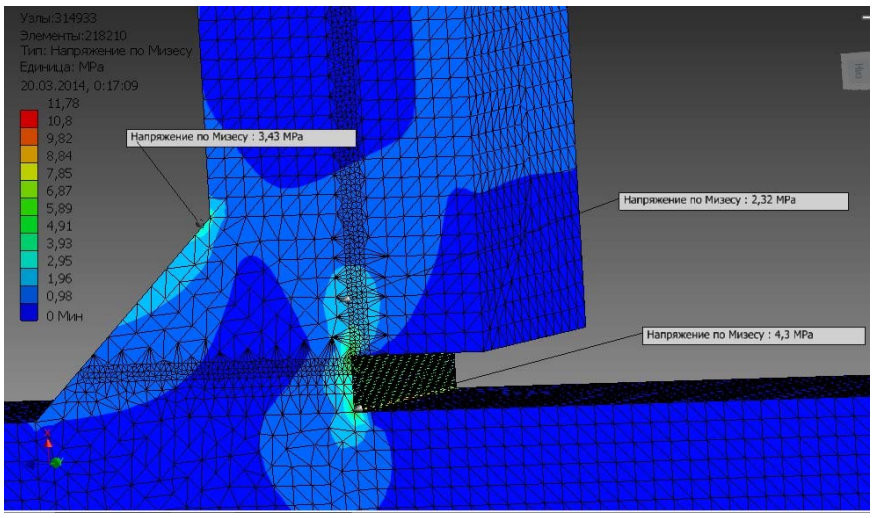


Рис. 4. Третий вариант расчета

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что результат полученные при расчете первой модели имеет погрешность большую чем у остальных моделей. Так как напряжения в ней почти в два раза больше и сосредоточены в довольно малых зонах.

Из-за маленькой зоны распределения напряжений по второй модели, а также наименьшего значения максимальных напряжений, можно сделать вывод что результаты этого расчета занижены.

Третья модель наиболее корректно отображает зоны распределения напряжений по детали, а также в ней наблюдаются средние результаты, полученные по трём моделям.

В связи с этим, наиболее верным вариантом построения модели в Inventor для анализа методом конечных элементов можно считать третий вариант построения модели как единое целое.

Список литературы

1. Буялич, Г. Д. Определение деформаций рабочего цилиндра шахтной гидростойки / Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – Кемерово, 2000. – № 6. – С. 70–71.

2. Буялич, Г. Д. Оценка точности конечно-элементной модели рабочего цилиндра гидростойки крепи / Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин, К. Г. Буялич // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – Отд. вып. 2 : Горное машиностроение. – С. 203–206.

3. Буялич, Г. Д. Экспериментально-теоретическая оценка и обоснование параметров механизированных крепей для сложных горно-геологических условий пологих угольных пластов : автореф. … док-ра техн. наук : 05.05.06 / Буялич Геннадий Даниилович. – Кемерово, 2004. – 32 с.

4. Буялич, Г. Д. О направлении снижения напряженно-деформированного состояния призабойной зоны угольного пласта / Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов, В. И. Шейкин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – Отд. вып. 2 : Горное машиностроение. – С. 198–202.

5. Влияние уступа на НДС призабойной части горной выработки / В. В. Аксенов, В. Ю. Садовец, Г. Д. Буялич, В. Ю. Бегляков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – Отд. вып. 2 : Горное машиностроение. – С. 55–67.

6. Буялич, Г. Д. Направления совершенствования механизированных крепей для отработки угольных пластов в сложных горно-геологических условиях // Горная техника : добыча, транспортировка и переработка полезных ископаемых : каталог-справочник. – СПб. : Славутич, 2007. – С. 10–16.

7. Повышение сопротивления консолей механизированной крепи / Г. Д. Буялич, Б. А. Александров, Ю. А. Антонов, В. В. Воеводин // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2000. – № 5. – С. 82–87.

8. Буялич, Г. Д. Выбор параметров конечно-элементной модели при расчете силовых гидроцилиндров / Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин, К. Г. Буялич // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – Отд. вып. 2 : Перспективы развития горно-транспортного оборудования. – С. 84–87.

9. Autodesk Inventor 2013 и Inventor LT 2013. Основы. Официальный учебный курс / Пер. с англ. Л. Талхина. – М. : ДМК Пресс, 2013. – 344 с.

УДК 622.284.54

ФОРМЫ РАЗДЕЛКИ КРОМОК ДНА И ЦИЛИНДРА ГИДРОСТОЕК МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ

Буялич Г.Д., профессор
Анучин А.В., старший преподаватель
Юргинский технологический институт (филиал)
федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
г. Юрга, Россия

Проведен обзор формы разделки кромок свариваемых деталей дна и цилиндра гидростоек механизированных крепей.

A review of the welded parts preparation of the bottom and the cylinder of hydraulic cylinder of powered roof supports is made.

Россия является одним из мировых лидеров по производству угля. В ее недрах сосредоточена треть мировых ресурсов угля и пятая часть разведанных запасов – 193,3 млрд т. Из них 101,2 млрд т бурого угля, 85,3 млрд т каменного угля (в том числе 39,8 млрд т коксующегося) и 6,8 млрд т антрацитов. Промышленные запасы действующих предприятий составляют почти 19 млрд т, в том числе коксующихся углей – около 4 млрд т [1].

Основную часть коксующихся углей добывают на шахтах в комплексно-механизированных забоях (КМЗ). Динамика нагрузки на КМЗ за последние 14 лет неуклонно возрастает, но их количество сокращается. Поэтому надежность и долговечность КМЗ выходит на первый план. Основной частью КМЗ является механизированная крепь, от работы которой зависит вся работа в очистном забое, при этом основным несущим элементом в механизированной крепи является гидравлическая стойка. Исследования в области надежности и долговечности гидравлических стоек являются наиболее актуальными на данный момент.

Основные узлы гидростойки (цилиндр и шток первой ступени) являются сварными конструкциями, состоящими из трубы и дна. Надежность данных узлов зависит от качества сварного шва. Исследования процессов свариваемости металлов проводятся довольно широко, но исследований влияния формы разделки кромок свариваемых деталей на данный момент недостаточно.

Форма кромок свариваемых деталей определяется по ГОСТ 5264-80 или ГОСТ 14771-76 [2–3]. Применение того или иного ГОСТа к конструкции определяется способом сварки: дуговая сварка в защитном газе, ручная дуговая сварка. Для сварки дна и трубы используют стыковой тип соединения. Форма подготовленных кромок: без скоса кромок, со скосом одной кромки, со скосом двух кромок, с криволинейным скосом двух кромок. Всё многообразие выполнений соединений дна с цилиндром в гидростойках механизированных крепей можно свести к четырём формам, которые относятся к односторонним замковым и конструктивное исполнение которых представлено на рис. 1.

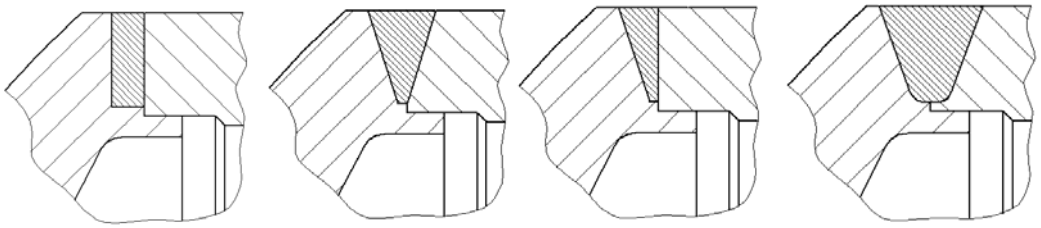


Рисунок 1 - Конструктивное исполнение кромок дна и цилиндра под сварку

В работах [4–8] были произведены расчёты напряжённо-деформированного состояния рабочих цилиндров гидростоек, однако, они не затрагивали конструктивных особенностей сварных швов.

В связи с этим необходимо разработать подход (методику) для формирования требований к формам разделки сварных соединений цилиндров, которые учитывали бы конкретные конструкции гидростоек и технологическую базу предприятия-изготовителя.

Список литературы

1. Таразанов, И. Итоги работыугольной промышленности России за январь–сентябрь 2013 года. – Уголь. – 2013. – № 12. – с. 57–71.

2. ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

3. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

4. Чинахов, Д. А. Влияние режимов сварки плавление на структуру и свойства соединений из легированных сталей: монография / Юргинский технологический институт. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 114 с.

5. Анализ концентраторов напряжений и усовершенствование конструкции гидростоек / П. В. Бурков, А. В. Воробьев, А. В. Анучин, В. П. Бурков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) = Mining Informational and analytical Bulletin (scientific and technical journal). – 2011. – Отд. вып. : Горное машиностроение. – с. 172–183.

6. Методика составления модели гидростойки механизированной крепи для расчетов методом конечных элементов / Буялич Г. Д., Воробьев А. В., Анучин А. В. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). – 2012. – Отд. вып. 7 : Современные технологии на горнодобывающих предприятиях. – С. 257–262.

7. Разработка модели для исследования гидростоек на статическую прочность в среде Solid Works Simulations / Буялич Г. Д., Воробьев А. В., Анучин А. В. // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2012 : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 1–2 нояб. 2012 г. В 2-х т. Т. 1. / КузГТУ. – Кемерово, 2012. – С. 153–156.

8. Сравнительный анализ твердотельных моделей гидростойки крепи М138 / Буялич Г. Д., Анучин А. В. // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах : материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 28–29 нояб. 2013 г. – Кемерово : Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева, 2013. – С. 34–39.

УДК 622.272, 622.333

НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Варфоломеев Евгений Леонидович, научный сотрудник;
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт угля Сибирского отделения Российской академии наук,
г. Кемерово, Россия

Существующим сегодня металлоёмким, дорогостоящим технологиям выемки угля в комплексно - механизированных забоях присущи такие недостатки как, необходимость подготовки значительных запасов угля с определенными требованиями по горно-геологическим факторам, длительность подготовки основного производства с необходимостью разделения во времени и пространстве процессов воспроизводства очистного фронта и добычи угля, значительные капитальные затраты и длительные сроки окупаемости вложенных средств. Кроме того, что использование средств комплексной механизации на пластах мощностью более 6,0 м всегда сопряжено с дополнительными проблемами, которые не позволяют достигнуть достаточно высоких технико-экономических показателей и часто приводят к значительным безвозвратным потерям угля в недрах.

Следует заметить также, что значительное количество запасов высококачественного коксующегося угля сосредоточено именно в пологих мощных угольных пластах (около 25 % всех запасов коксующегося угля в Кузбассе). В связи с этим проблемы связанные с отработкой комплексно-механизированными забоями мощных пластов угля обуславливают актуальность создания и промышленного освоения других более гибких и, вместе с тем, менее затратных технологий добычи угля, использующих унифицированное оборудование, как для подготовительных, так и для очистных работ, основанных на камерных системах разработки.

В Кузбассе уже положено начало появлению как отдельных, небольших по мощности шахт, так и структурных подразделений в составе действующих предприятий, использующих новые технологии добычи. Наиболее приемлемым для извлечения запасов, экономически и технологически нецелесообразных для отработки с использованием средств комплексной механизации оказался опыт камерных разработок.

Данная работа посвящена описанию новых эффективных технологических схем отработки пологих пластов угля мощностью более 6,0 м на основе использования гибких камерных систем разработки.

Мощные пласты с углом падения до 35° разрабатываются в Кузбассе подземным способом, как с разделением, так и без разделения на слои. Общей чертой всех решений является стремление максимально механизировать процесс добычи угля. Этим объясняется высокий уровень комплексной механизации при разработке этой группы пластов в Кузбассе, составивший уже в восьмидесятые годы более 90 %.

Системы разработки мощных угольных пластов с применением комплексной механизации развивались по нескольким направлениям, основными из которых являются:

- создание специальных средств комплексной механизации и технологий очистных работ для выемки мощных пологих пластов на полную мощность;
- последовательная выемка наклонных слоёв по методу "слой - пласт" при склонности обрушенных пород кровли к уплотнению и слёживанию;
- одновременная выемка наклонных слоёв при породах кровли не склонных к уплотнению и слёживанию.

Первое из перечисленных направлений считается наиболее прогрессивным. Реализация его пошла по двум основным путям:

- создание механизированных комплексов с высотой крепи равной мощности пласта;
- создание механизированных крепей с устройствами для выпуска угля подкровельной толщи.

Следует отметить, что перспективные современные системы разработки на основе комплексной механизации имеют высокую стоимость применяемого забойного оборудования и, вследствие этого, предъявляют высокие требования к горнотехническим условиям вынимаемого пласта.

Прежде всего, это величина первоначальных запасов выемочного столба (не менее 1,5 - 2,0 млн. т) и их достоверность (отсутствие геологических нарушений, постоянство качества и др.) [1]. Потери

добычи из-за простоев забойного оборудования (перемонтаж, снижение производительности при переходе нарушений и т.д.) обходятся в этом случае чрезвычайно дорого. Эти проблемы значительно сужают область применения средств комплексной механизации.

В связи с этим большую актуальность приобретает создание гибких камерно-слоевых систем разработки мощных пологих угольных пластов, где применение средств комплексной механизации нецелесообразно.

Камерно-слоевые системы разработки пластов угля мощностью более 6,0 м условно можно разделить на несколько основных групп:

- технологии с раздельным проведением системы камер в каждом слое без обрушения кровли пласта;
- системы с проведением выемочных камер на полную мощность пласта без обрушения его кровли;
- системы с проведением выемочных камер на полную мощность пласта с управлением кровлей пласта полным обрушением.

Учитывая множество недостатков, характерных для камерных систем разработки с раздельным проведением камер по слоям (первая группа) можно сказать, что системы разработки с проведением выемочных камер на полную мощность пласта (вторая группа) имеют более высокие показатели. Но ещё более перспективны камерные системы разработки с полным обрушением кровли пласта (третья группа).

Камерным системам разработки с выемкой угля без обрушения кровли пласта характерны следующие основные недостатки (вариант с закладкой выработанного пространства не рассматривается из-за явно худших технико-экономических показателей):

- концентрация горного давления на сохраняемые целики угля при большой вынимаемой мощности делает невозможным применения этой системы разработки на пластах опасных по горным ударам;
- невысокий коэффициент извлечения редко превышающий 50%;
- большая вероятность возникновения эндогенных пожаров;
- затруднения при проветривании рабочего пространства большого поперечного сечения - до 300 м^2 (у кровли пласта могут образовываться неконтролируемые слоевые скопления метана большого объёма);
- пониженный уровень безопасности работающих (связан в первую очередь с большой высотой выработок).

Упомянутые серьёзные недостатки делают необходимым создание и применение на практике систем разработки с управлением кровлей полным обрушением.

Камерные системы разработки с полным обрушением кровли пласта предлагается разделить на три варианта:

1. Разработка системой широких камер на полную мощность с частичным погашением межкамерных целиков. Принятый порядок ведения работ предусматривает технологическое деление пласта на два слоя примерно равной мощности. Для ведения подготовительных и очистных работ используются выемочные комбайны непрерывного действия в сочетании с самоходными вагонами. Данная схема ведения работ характеризуется значительно большей нагрузкой на межкамерный целик в связи с его расположением на границе с выработанным пространством большой площади и непрогнозируемым влиянием процессов посадки кровли при погашении межкамерных целиков. Всё это резко сужает область применения этой технологии из-за невысокого в итоге уровня безопасности работ. Расчетный коэффициент извлечения при данной технологи 0,65.

2. Разработка мощного пласта системой параллельных узких камер по каждому слою с погашением межкамерных целиков. Слои отрабатываются одновременно системами параллельных камер проводимых по падению. Работы в нижнем слое ведутся следом за отработкой верхнего слоя без отставания под защитой пачки угля толщиной 0,5 - 1,0 м. Работы в нижнем слое разрешается начинать только после первичной посадки кровли пласта в выработанном пространстве. Коэффициент извлечения 0,70-0,74. Однако данной системе разработки присущи недостатки, наиболее значимые из которых приводятся ниже:

- В связи с тем, что кровли мощных пластов угля на шахтах весьма тяжёлые и склонны к зависанию проблемой является управление их посадкой, по этой же причине нагрузка, приходящаяся на погашаемый на границе с выработанным пространством целик, весьма высока, что не позволяет рекомендовать эту систему разработки для удароопасных пластов.
- Серьёзной проблемой является проведение и крепление кровли выработок в нижнем слое. Сложно выдержать в кровле пачку угля заданной мощности, а также крепить выработку в случае непроизвольного обрушения этой пачки. В качестве мер можно предложить бурение в почву

выемочных камер верхнего слоя маркировочных реперов и настил защитного перекрытия, хотя это ведёт к увеличению трудоёмкости и расходу материалов.

- Достаточно высокой остаётся также вероятность возникновения эндогенных пожаров в выработанном пространстве, так как большая часть потерь угля представлена обрушенным и разрыхленным. Однако возвратноточная схема проветривания участка уменьшает эту опасность. К профилактическим мерам можно также отнести оставление барьерных целиков угля, расстояние между которыми определяется инкубационным периодом самовозгорания угля (выемочное поле между целиками должно отрабатываться за время, не превышающее инкубационного периода), хотя это увеличивает эксплуатационные потери угля.

3. Разработка мощного пласта с использованием для выемки верхнего слоя безразгрузочных комплектов передвижных опор (БКПО) и технологии с выпуском угля в нижнем слое [2]. В приводимой системе разработки для отработки верхнего слоя используется технология с БКПО. Нижний слой отрабатывается по схеме с выпуском межслоевой пачки угля. Таким образом, пласт угля технологически делится на подкровельный слой, подсечной слой и межслоевую толщу угля, при этом все слои отрабатываются одновременно. Коэффициент извлечения 0,82-0,88. Краткие выводы по данной технологии:

- Вероятность возникновения эндогенных пожаров в описанной технологической схеме в значительной мере снижена по сравнению с другими вариантами систем разработки, тем не менее, она продолжает оставаться достаточно высокой, поэтому при ведении работ должны предусматриваться специальные противопожарные меры.
- Результаты расчетов и оценки геомеханического состояния массивов показывают, что при применении широкозахватного комбайна в сочетании с БКПО снижается величина опорного давления на краевую часть угольного пласта.
- Применение технологической схемы с использованием широкозахватного комбайна снижает опорное давление на угольный пласт по сравнению с лавами, где используется узкозахватный комбайн, однако это достигается за счет увеличения сопротивления крепи в рабочем пространстве широкозахватной очистной лавы.
- Использование технологических схем отработки с применением БКПО, как крепи в виде гидроопор высокого постоянного сопротивления позволяет снизить величину и уменьшить зону распространения опорного давления на угольный пласт по сравнению с лавами, использующими механизированные крепи нарастающего сопротивления.

Коэффициенты извлечения по величине в рассмотренных вариантах приближаются к достигаемым в системах разработки длинными столбами по простиранию.

Список литературы:

1. Ялевский В.Д. Модульные горнотехнологические структуры вскрытия и подготовки шахтных полей Кузбасса (Теория. Опыт. Проекты.) / Ялевский В.Д., Федорин В.А. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2000. – 224 с.
2. Федорин В.А. Геотехнологическое обоснование средств выемки мощных пологих угольных пластов с использованием безразгрузочного комплекта передвижных опор (бкпо) / В.А. Федорин, Е.Л. Варфоломеев, О.В. Кассина // Горный информационно-аналитический бюллетень.- М.: МГГУ.- 2013 - №1, С. 253-258.

НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Рассматривается развитие систем разработки мощных угольных пластов на основе камерно-слоевых способов отработки.

Directions for further development of mining systems of thick coal seams

Development of mining systems thick coal seams based on Bord-and-layer method of coal extraction Is considered.

БЕСЦЕЛИКОВАЯ СХЕМА ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ, СКЛОННЫХ И ВЕСЬМА СКЛОННЫХ К САМОВОЗГОРАНИЮ

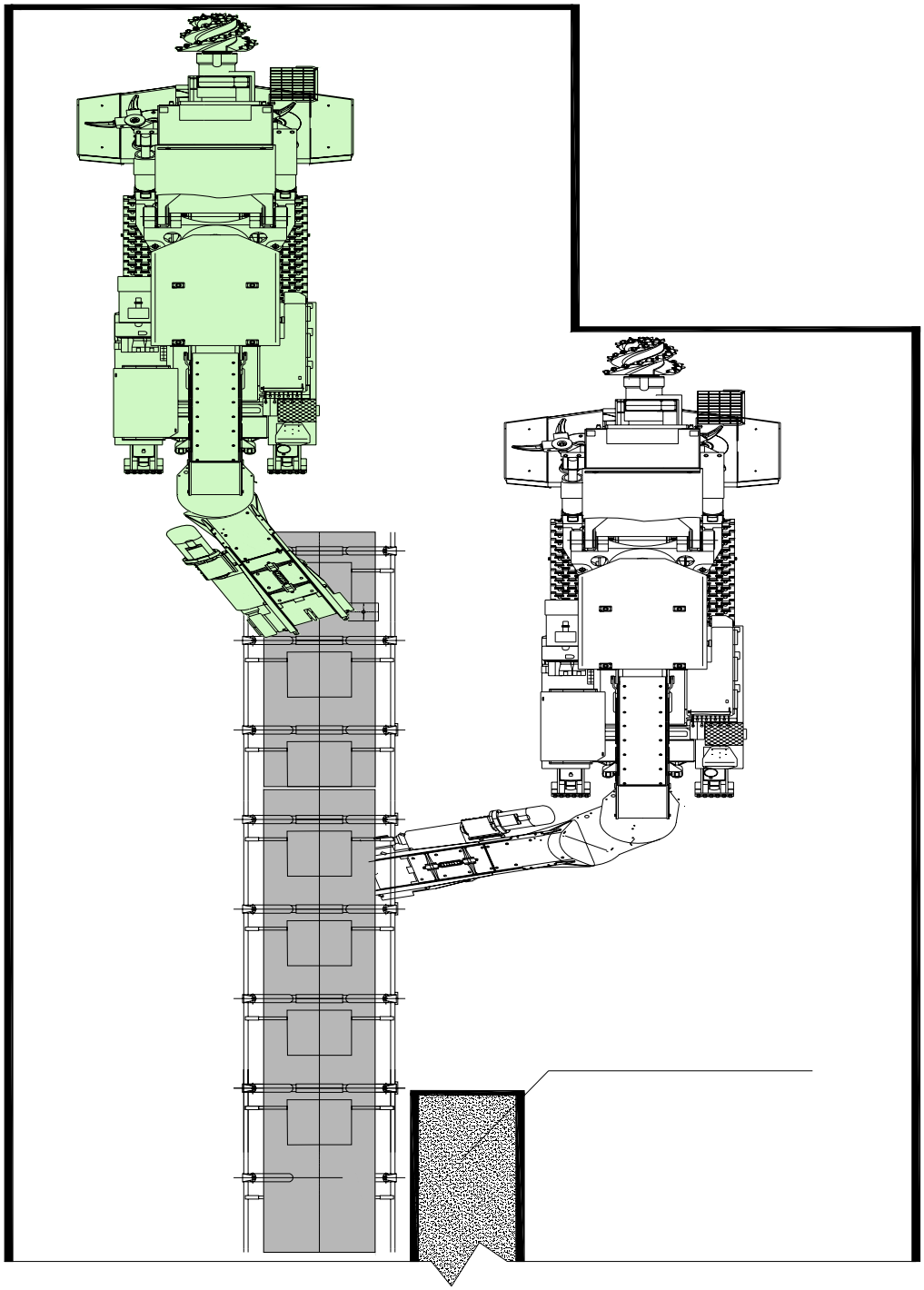
А.А. Дудин – заместитель технического директора ООО «РАНК 2»
г. Кемерово, Россия

В настоящее время на угольных шахтах Кузбасса для отработки пластов, склонных и весьма склонных к самовозгоранию, используются технологические схемы с оставлением целиков угля. Ширина целиков определяется из условий безопасности ведения горных работ. В связи с постоянным ростом глубины разработки угольных пластов, охрана выработок угольными целиками не рациональна, так как ведет к значительным потерям угля, увеличению протяженности проводимых выработок, повышению затрат на их ремонт.

Предлагаемый способ охраны горных выработок заключается в том, что ширина подготовительной выработки может достигать 9,0м. Проведение осуществляется одним комбайном. Выгрузка горной массы осуществляется на один ленточный конвейер (рис 1). В качестве основной крепи применяется двухуровневая анкерная крепь.

При проведении горной выработки с отставанием 30м, по центру воздвигается бетонная полоса. Обладая высокой прочностью и заполняя все неровности кровли и почвы, материал создает равномерно нагружаемую опорную конструкцию с высокой несущей способностью, обеспечивая благоприятный режим её работы и работы крепи выработки. При подвигании лавы бетонная полоса будет обеспечивать сопротивление оседанию пород в зоне активных сдвижений, работать в роли обрезной крепи, что снижает давление на крепь выработки от зависающих консолей. Бетонная полоса обладает высокой жесткостью, поэтому её применение уменьшит конвергенцию пород кровли, что существенно снижает расслоение пород кровли, создающих нагрузку на крепь выработки.

По ходу отработки лавы с одной стороны, за счет возведенной бетонной полосы, половина сечения широкой выработки погашается. Вторая половина сечения будет использоваться для отработки следующей лавы. Так как бетонная полоса возводится непрерывно по всей длине подготовительной выработки, после отработки лавы с одной стороны исключается возможность попадания воздуха в выработанное пространство. Таким образом решается не только задача безопасности горных работ, но и их рентабельности, поскольку повторное использование выемочных выработок дает возможность на 70-80 % сократить затраты на поддержание выработок и таким образом снизить себестоимость добываемого угля.



УДК 622.272

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ ПРИ ОДНОВРЕМЕННОЙ ОТРАБОТКЕ ВЫЕМОЧНЫХ СТОЛБОВ ПЛАСТОВ БАЙКАИМСКИЙ И БРЕЕВСКИЙ НА ШАХТАХ ОАО «СУЭК-КУЗБАСС»

А.Ю. Ермаков, О.В. Ванякин
ООО «Сибниуглеобогащение», г. Прокопьевск

При отработке выемочных столбов имеет важное значение их расположение в границах шахтного поля и наличия зон повышенного горного давления (ПГД), тектонических нарушений, подработки или надработки смежных пластов.

На шахте им. 7 Ноября ОАО «СУЭК-Кузбасс» с марта по август 2014 г. проводилась отработка участка выемочного столба 1380 пласта Байкаимский в границах зоны ПГД, формируемой краевыми частями пласта Бреевский при отработке выемочного столба № 1732 шахты Комсомолец ОАО «СУЭК-Кузбасс».

Границы зон ПГД и календарный план развития горных работ по отработке выемочных столбов № 1732 и № 1380 приведены на рисунке 1.

Мощность междупластья составляла 190 м, границы зон ПГД расположены: на конвейерном штреке № 1380 на участках от пикета (ПК) № 168 до ПК № 189 и от ПК № 200 до ПК № 228; на вентиляционном штреке № 1380 на участках от ПК № 161 до ПК № 182 и от ПК № 194 до ПК № 220.

В работах [1, 2, 3] рассмотрены вопросы расположения и поддержания выработок, а также способы управления горным давлением в аналогичных условиях. Актуальностью данной работы являются натурные исследования влияния очистных работ при одновременной выемке в условиях залегания пластов Байкаимский и Бреевский.

Очистной забой № 1380 оборудован механизированной крепью ТАГОР-24/50-llOz и выемочным комбайном SL-500.

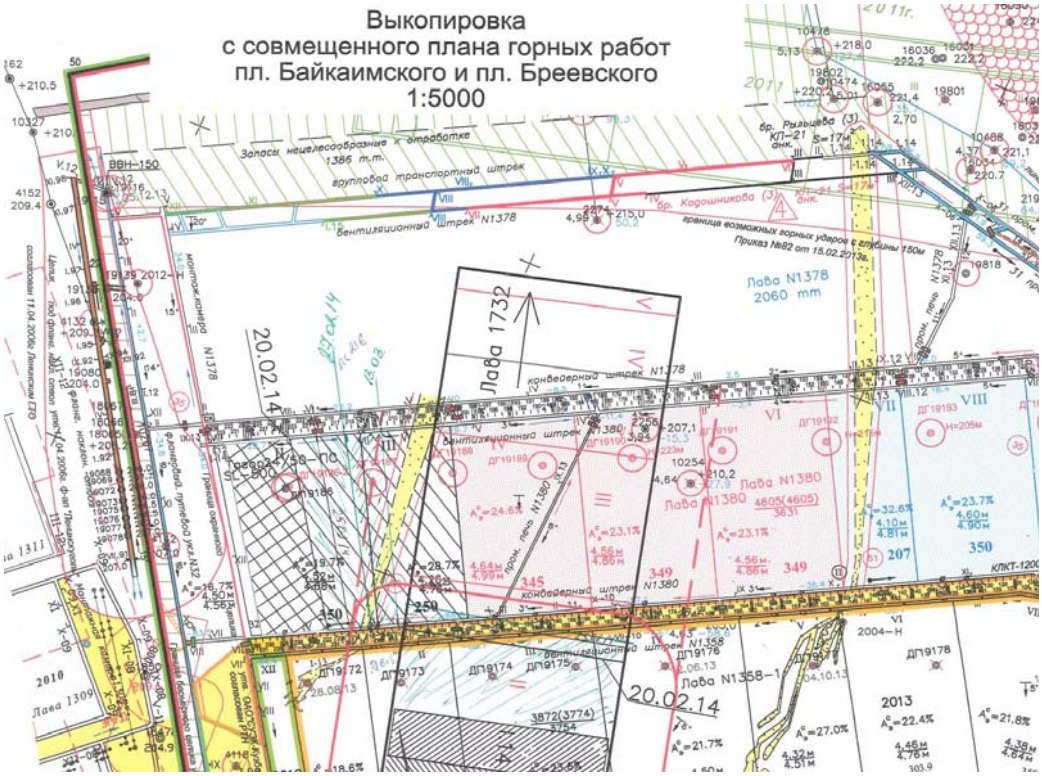


Рисунок 1 - Границы зон ПГД и календарный план развития горных работ по отработке выемочного столба № 1732 пласта Бреевского шахты Комсомолец и выемочного столба № 1380 пласта Байкаимского шахты им. 7 Ноября

При совместной отработке выемочных столбов проводились исследования влияния выработанного пространства выемочного столба № 1732 на состояние выработок выемочного столба № 1380 (определение возникновения зон ПГД, повышенное выделение газа метана).

Общая геологическая мощность пласта Байкаимского в указанном районе, установленная при документации геологической службой шахты уклонов № 30, промежуточных уклонов № 31, фланговых уклонов № 32 изменяется в пределах 4,4 м до 4,9 м. Средняя протяженность выемочного столба № 1380 - 2340 м.

Пласт Байкаимский отнесен к угрожаемым по горным ударам с глубины 150 м. Глубина ведения горных работ в лаве № 1380 составляет 210-280 м. Он имеет ложную кровлю мощностью 0,3-0,6 м, представленную трещиноватым мелкозернистым алевролитом, с многочисленными ослабляющими поверхностями, в виде прожилков угля, отпечатков растительных остатков, зеркал скольжений, f=3, склонным к обрушению на призабойную дорожку вслед за выемкой угля.

Непосредственная кровля пласта сложена мелкозернистым алевролитом, мощностью от 0 м до 14 м, f=4-5. По устойчивой площади обнажения и продолжительности ее устойчивого состояния, непосредственная кровля в контурах лавы № 1380 прогнозируется от среднеустойчивой до неустойчивой.

Подвигание очистного забоя №1380 осуществлялось в зоне, подработанной горными работами шахты Комсомолец (очистной забой №1732 пласта Бреевский). Величина междупластья пластов Байкаимского и Бреевского на проектном выемочном участке составляет 190 м. Глубина ведения горных работ на данном участке по пл. Бреевскому шахты Комсомолец изменяется от 470 м до 250 м. Пласт сложного строения, мощность изменяется от 1,8 до 2,4 м.

Непосредственная кровля пласта Бреевского представлена алевролитом мелкозернистым, тонкослоистым, с пределом прочности при одноосном сжатии $G_{сж.}$=40-45 МПа. Мощность непосредственной кровли изменяется до 6,0 м. По степени устойчивости непосредственная кровля относится к неустойчивой с допустимой площадью обнажения до 10 м^2 в течении 30 минут. Основная кровля пласта представлена песчаником мелкозернистым, крепким (f=6-7), трещиноватым, мощностью до 15 м, среднеобрушаемым. Первичный шаг обрушения основной кровли составляет 40-50 м, последующие 10-12 м.

Проведение визуального и инструментального контроля за сдвижением пород кровли путем установки наблюдательных станций РГ (глубинные реперные станции) и ВЗС (визуальные замерные станции) в зоне влияния от очистного забоя № 1732 в горных выработках: конвейерный штрек № 1380, вентиляционный штрек № 1380, промежуточная печь № 1380 - на участках, попадающих в зону влияния.

Глубинные реперные станции типа РГ-2 и визуальные замерные станции были установлены в выработках выемочнного участка 1380 в зоне подработки очистными работами шахты Комсомолец на расстоянии
35-40 м друг от друга.

Мониторинг состояния выработок проводился с периодичностью не реже 1-2 раза в неделю в период с марта по август 2014 г.

Проведенными исследованиями по показаниям глубинных реперных станций и визуальных замерных станций установлено, что незначительное (до 20 мм) смещение кровли выработок происходит только в зоне влияния очистных работ при работе очистного забоя № 1380. В зоне опорного давления при ведении очистных работ в очистном забое № 1380 на участке конвейерного штрека № 1380 на расстоянии 20 м от сопряжения с очистным забоем зафиксировано пучение почвы выработки до 0,3 м, что связано с проведением работ по поддиру почвы. Влияние очистных работ при отработке выемочного столба № 1732 не зафиксировано, что говорит об отсутствии связи между собой и подтвержадающей мощностью междупластья, составляющей 190 м. Превышение концентрации газа метана в контрольруемых выработках не зафиксировано.

Результаты проведенных исследований показали, что при отработке участка выемочного столба 1380 пласта Байкаимский влияния зоны повышенного горного давления (зоны ПГД), формируемой краевыми частями пласта Бреевский при отработке выемочного столба № 1732 шахты Комсомолец ОАО «СУЭК-Кузбасс» на выработки выемочного столба № 1380 не выявлено, а при мощности междупластия более 190 м ведение работ по отработке нижележащего выемочного столба не окажет влияние на состояние выработок вышележащего выемочного столба.

Список использованной литературы

1. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на шахтах СССР. – Изд. 4-е, дополненное. Л., 1986. - 222 с. (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. ордена Трудового Красного Знамени науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела).
2. Каталог рекомендуемых способов управления геомеханическим состоянием горного массива для угольных шахт России. – М., изд. ННЦГП – ИГД им. А.А. Скочинского, 2003. – 98 с.
3. Якоби О. Практика управления горным давлением. Пер. с нем. – М.: Недра, 1987. – 566 с.

Аннотация. В работе изложены результаты натурных исследований взаимного влияния очистных работ при одновременной выемке пластов Байкаимский и бреевский при мощности междупластья 190 м.

Annotation**.** His paper describes the results of field studies of mutual influence of the treatment works with the simultaneous excavation of the layers baikaimskiy and brewski if interbed thickness of 190 m.

УДК 622.001.5.061.6162.53.082.3

ОДНОСТАДИЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПОЛОГИХ МОЩНЫХ ПЛАСТОВ

А.Ю. Ермаков, Вал.В. Сенкус, Б.М. Стефанюк, В.В. Сенкус
ООО «Сибнии углеобогащение», г. Прокопьевск
Новокузнецкий институт (филиал) ФГБОУ ВПО
«Кемеровский государственный университет», г. Новокузнецк

Основные трудности разработки пологих мощных пластов связаны с большими потерями угля, высокой зольностью горной массы и угрозой возникновения эндогенных пожаров, а так же образованием проседания и провалов на земной поверхности.

В основу существующих технологий разработки пологих мощных пластов заложены способы слоевой выемки угля и деления пласта на подсечный слой и подкровельную толщу при одностадийной отработке запасов мощного пласта.

Разработке технологии отработки пологих мощных пластов уделяется большое внимание в России и за рубожом, наибольший прогресс в этой области достигнут в Китае.

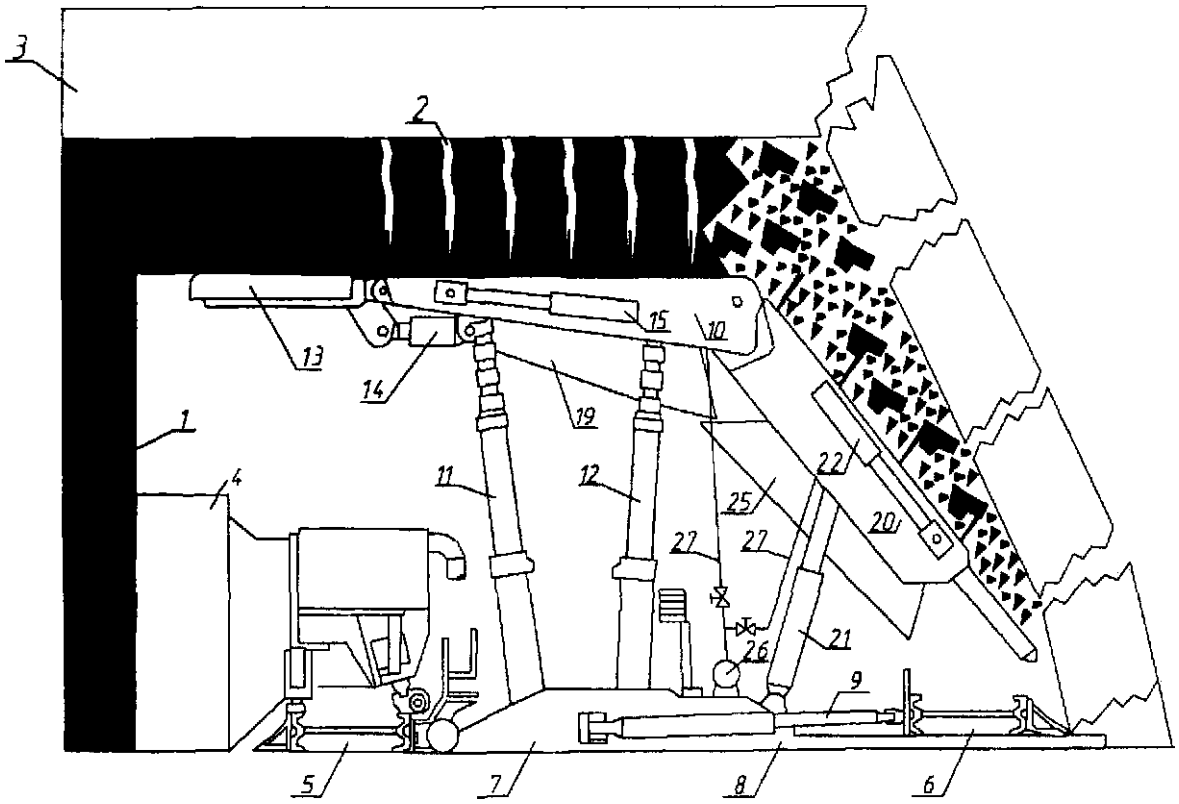
В России проблемой отработки пологих мощных пластов занимаются ИУ СО РАН, МГГУ, СибГИУ, ПКИ угольного машиностроения, представленные рядом ученых и специалистов : Антипов А.Н., Бернацкий В,А., Власов В.Н., Клишин В.И., Ковальчук А.Б., Кузнецов А.А., Марцинкевич Г.И., Разумняк Н.Л., Савченко П.Ф., Саламатин А.Г., Сенкус В.В., Стефанюк Б.М., Шундулиди И.А., Фрянов В.Н. и мн. др.

На основе анализа способов разработки мощных угольных пластов с выемкой угля у почвыпласта слоя толщей 2,5-3,0 м и выпуском разрыхленной подкровельной толщи на подзавальный конвейер, описанных в работах [1-7] и использующих на комплексы КМ-145, КМ-144, КМ-142, УКП-5 и механизированной крепью КНР,включающий подрезку пласта у почвы, разрыхление подкровельной толщи за счет горного давления, перепуск горной массы по верхнему перекрытию и боковому ограждению и выпуск разрыхленной породы на подзавальный конвейер путем подачи бокового ограждения и освобождении прохода горной массы к нему для повышения эффективности выемки и снижение потерь и зольности угля авторами предложен способ разработки пологих мощных пластов и устройство для его реализации [8], которые поясняются рисунком 1, где представлен общий вид реализации способа (вид сбоку).

Очистной комбайн 4 вынимает стружку угля на полную мощность слоя 1, а механизированная крепь 8 передвигается на ширину вынутой стружи. Подкровельная толща разрушается тонкими высоконапорными гидравлическими струями из форсунок 17 диаметром 2-3 мм и давлением 1000-2000 МПа, создаваемым высоконапорным насосом 26, а разрушенная горная масса выпускается через

закрываемые гидродомкратами 15 люки 16 в наклонный желоб 19 верхнего перекрытия 10, с которого она попадает в наклонный желоб 25 бокового ограждения 20, а затем перепускается на подзавальный конвейер 6. Закрываемые гидродомкратом 22 люки 23 и форсунки 24 бокового ограждения 20 участвуют в процессе выпуска горной массы при большой мощности подкровельной толщи.

Для предотвращения попадания в люки негабаритов горной массы верхнее перекрытие 10, боковое ограждение 20 выполняют в виде двух слоев. Верхние перекрытие является неподвижным, имеет люки 16 и 23, форсунки 17, 24 соответственно, а нижний слой подвижный, имеет прорези для подвода воды к форсункам и привод от гидродомкратов 15 и 22 соответственно. Края люков и задвижки встречно заострены и упрочнены для дробления негабаритов.



Условные обозначения: 1 - вынимаемый слой угля; 2 -подкровельная толща; 3 - основная кровля; 4 - очистной комбайн; 5 - забойный конвейер; 6 - подзавальный конвейер; 7 - механизированная крепь с основанием 8 и гидродомкратами подачи 9; 10 - верхнее перекрытие с гидростойками 11,12, козырьком 13 с гидродомкратами подачи 14, гидродомкраты закрывания люков 15, люки 16, форсунки 17 и желоб 19 верхнего перекрытиия, 20 - боковое ограждение с гидродомкратами подачи 21, гидродомкратами закрывания люков бокового ограждения 22, с люками 23, форсунками 24, желобом бокового ограждения 25, 26 -высоконапорный насос с гибкими трубопроводами 27.

Рисунок 1- Способ разработки пологого мощного пласта

Под верхним перекрытием 10 и боковым ограждением 20 располагаются наклонные желоба 19 и 25 соответственно, имеющие параболическую форму сечения и перекрывающие друг друга, а угол наклона желобов выбирается из конструктивных особенностей механизированной крепи, но не меньше угла естественного откоса для сыпучего материала.

Способ позволяет снизить потери угля и избежать, его самовозгорание в завалах, уменьшить зольность горной массы, но возникает проблема вентиляции зоны разрушения подкровельной толщи, где концентрируется выделяемый метан, который авторы предлагают отсасывать через скважины,

пробуренные по простиранию выемочного столба в подкровельной толще и подключенные отсасывающему насосу.

Использованные источники информации

1. Заявка РФ №2003101852/03. Секция механизированной крепи. МПК E21D 23/04. Заявит. ОАО "Проектно-конструкторский и экспериментальный институт угольного машиностроения". Авт. Ковальчук А.Б., Савченко П.Ф., Саламатин А.Г. Заявл. 2003.01.24. Опубл. 2004.07.20.

2. Патент РФ №2010976. МПК E21D 23/00, E21D 19/02. Заявит. Подмосковный научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт. Авт. Попов А.Г. Заявл. 1990.12.17. Опубл. 1994.04.15.

3. Патент РФ №2184242. Механизированная крепь. МПК E21D 23/00. Заявит. Институт горного дела - Научно-исследовательское учреждение СО РАН. Авт. Клишин В.И., Шундулиди И.А., Фокин Ю.С, Кокоулин Д.И., Дурнин М.К., Власов В.Н. Заявл. 2001.07.26. Опубл. 2002.06.27.

4. Патент РФ №2181843. Способ и агрегат для выемки мощных угольных пластов. МПК E21D 23/06, E21D 23/03. Заявит. Государственный проектно-конструкторский и экспериментальный институт угольного машиностроения. Авт. Саламатин А.Г., Клишин В.И., Савченко П.Ф., Власов В.Н., Разумняк Н.Л., Бернацкий В,А. Заявл. 2000.09.28. Опубл. 2002.04.27.

5. Патент РФ №2253017. Способ и устройство управления кровлей и подготовки к выемке мощных пластов полезного ископаемого с выпуском его из подкровельной толщи. МПК E21D 23/00, E21C 41/18. Заявит. ГУП ГПИГД им. А.А.Скочинского. Авт. Кузнецов А.А., Антипов А.Н., Марцинкевич Г.И. Заявл. 2002.08.06. Опубл. 2004.02.20.

6. Заявка РФ №2002120879/03. Способ и устройство управления кровлей и подготовки к выемке мощных пластов полезного ископаемого с выпуском его из подкровельной толщи. МПК E21D 23/00 E21C 41/18. Заявит. ГУП ГП-ИГД им. А.А.Скочинского. Авт. Кузнецов А.А., Антипов А.Н., Марцинкевич Г.И. Заявл. 2002.08.06. Опубл. 2004.02.20.

7. Фрянов В.Н., Чубриков А.В. Обоснование параметров технологии подготовки и отработки мощных пологих пластов. - Новокузнецк, 2002. - 21 с. (с.64-65, рис.2.6 в, г.).

8. Патент РФ № 2391510.Способ разработки пологих мощных пластов и устройство для его реализации.МПК E21C 41/18(2006.01), E21D 23/00(2006.01), E2W 23/03.(2006.01). Патентообл. и авторы:Сенкус Вал. В., Фрянов В.Н., Сенкус В.В., Стефанюк Б.М., Сенкус Вал.В. Заявл. 02.12.2008. Опубл. 10.06.2010 Бюл. № 16.

Аннотация. В статье проведен анализ способов разработке мощных пологих пластов и спредложен способ их отработки с гидравлическим разрущение, выгрузкой горной массы на конвейер пород подкровельной толщи и дегазацией обрущенного пространства.

Annotation. In the article the analysis of methods is conducted to development of powerful declivous layers and method of their working off with hydraulic, unloading of mountain mass on the conveyer of breeds of subroofing layer and degassing of space.

УДК 622.272.24
ББК 33.21

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМЫ МАЛЫХ ШАХТ ДЛЯ ОТРАБОТКИ ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Е.А. Ермаков
ООО «Сибниуглеобогащение», г. Прокопьевск

Под локальными участками угольных месторождений, благоприятными для отработки модульными эксплуатационными блоками, следует понимать ограниченные барьерными и предохранительными целиками, крупными геологическими нарушениями, зонами повышенной обводненности углепородного массива части месторождения с запасами угля 2-20 млн.т.

К угольным месторождениям, пригодным для отработки модульными эксплуатационными блоками, относится Казанковская синклиналь, включающая пласт Тагарышский 34 мощностью 2,8 м с переменными углами падения (2-60°), расположенный в пределах горного отвода бывшей шахты «Казанковская», с запасами угля около 12 млн. т.

В работе приняты следующие основные технологические решения, которые реализуются в процессе строительства и эксплуатации модульных эксплуатационных блоков в пределах обособленных участков угольных месторождений.

1. Простая инфраструктура на поверхности: угольный склад, погрузочный пункт, вентиляторные и калориферные установки, система энергоснабжения. Административно-бытовое обслуживание трудящихся, ремонт оборудования осуществляются в арендуемых зданиях и сооружениях других предприятий или в блочных модулях.

2. Вскрытие шахтного поля наклонными стволами, которые проводятся по угольному пласту и поэтапно углубляются. Каждый этап углубки стволов соответствует нижней отметке горизонта очередного подготавливаемого к отработке выемочного столба. Наклонные стволы проводятся по каждому пласту без соединения наклонных стволов соседних выработок квершлагами. Один из наклонных стволов проводится обособленно до нижней отметки отрабатываемого горизонта и предназначен для подачи свежего воздуха в нижнюю точку шахтного поля. При проведении воздухоподающего ствола по пластам, угли которых склонны к самовозгоранию, предлагается герметизация кровли и ботов ствола материалом Tekflex фирмы CarboTech Fosroc GmbH (Германия).

3. Временные схемы транспорта, вентиляции, водоотлива, параметры которых принимаются в соответствии с изменением горно-геологических и горнотехнических параметров на каждом этапе углубки наклонных стволов.

4. Схема подготовки шахтного поля зависит от его размеров и применяемой системы разработки. Разработано несколько вариантов технологических схем модульных эксплуатационных блоков для разных горно-геологических условий. На рисунке 1 в качестве примера приведена технологическая схема модульного эксплуатационного блока, отрабатывающей пологий пласт мощностью 4,0 м с промышленными запасами 7-10 млн. т.

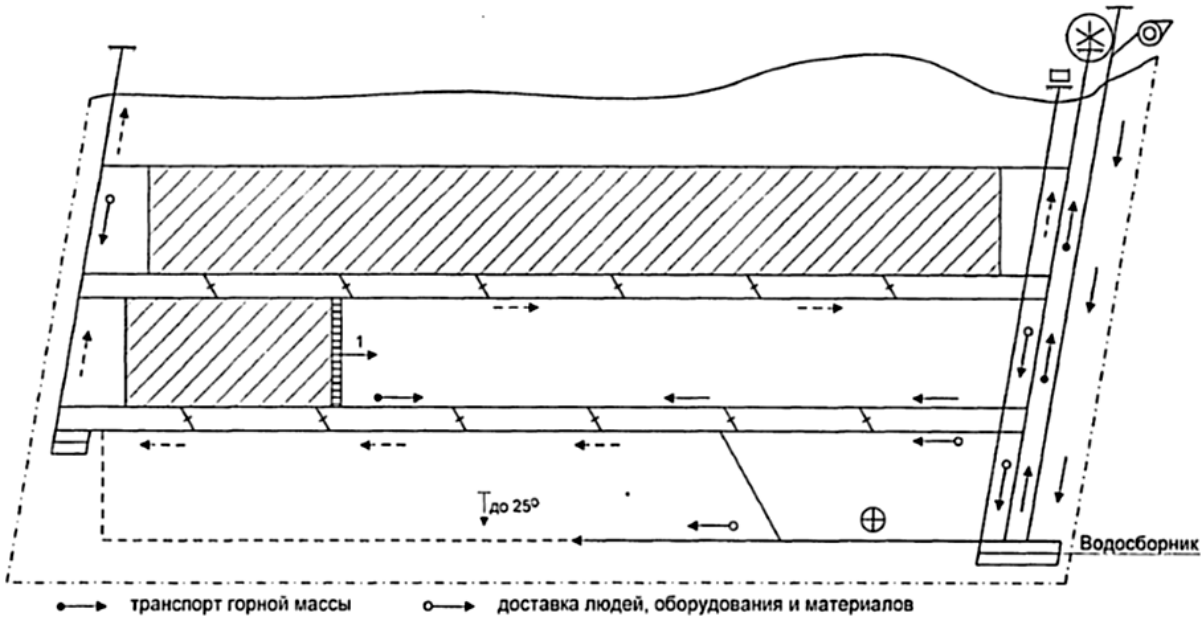


Рисунок 1 - Технологическая схема малой шахты отработки пологого наклонного пласта системой разработки длинными столбами по простиранию с полным обрушением пород кровли и выемкой угля длинным комплексно-механизированным забоем

Шахтное поле вскрыто тремя наклонными стволами и фланговым стволом. Схема подготовки шахтного поля панельная однокрылая. Система разработки длинными столбами по простиранию с полным обрушением пород кровли и выемкой угля комплексно-механизированным забоем. Длина очистного забоя 180-250 м. По принципу максимум объема добычи при минимальных затратах для их сокращения на поддержание выработок, а также изоляции выработанного пространства, подготовка выемочных участков рекомендуется целиковая, а ширина угольных целиков принимается 12-30 м.

Первый верхний выемочный столб отрабатывается по комбинированной системе разработки прямым ходом. Нижние выемочные столбы отрабатываются обратным ходом в направлении от флангового ствола к главному.

В горной практике (шахты «Распадская», «Соколовская» в Кузбассе) применялись системы разработки выемочных столбов механизированным комплексом с многократным разворотом. Такую схему рекомендуется применять в условиях модульных эксплуатационных блоков при длине крыла панели менее 500м (рисунок 2). Эффективность технологической схемы обеспечивается за счет исключения монтажно-демонтажных работ длительностью 2-4 месяца и сокращения затрат на транспортирование и наладку сложного тяжелого оборудования.

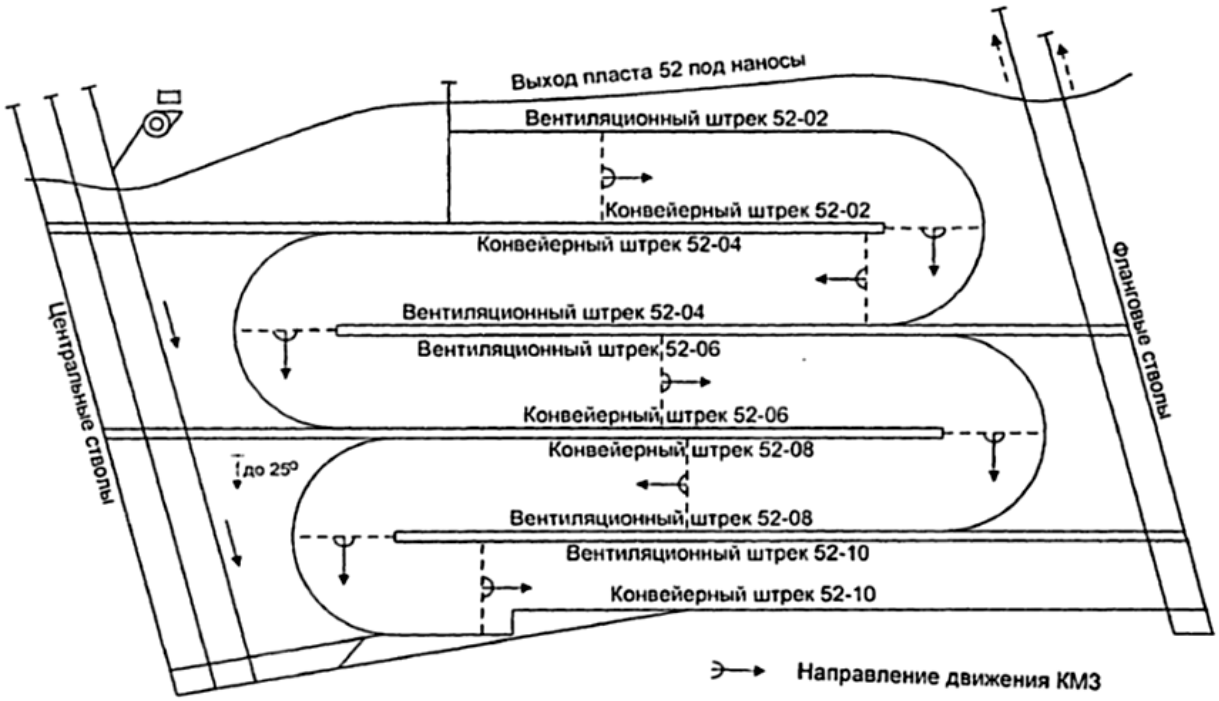


Рисунок 2 – Схема отработки панели с разворотом комплексно-механизированного забоя (пласт 52, шахта № 7, «ХК «Соколовская»)

Основные расчетные технико-экономические показатели модульного эксплуатационного блока ОАО «ХК «Соколовская» приведены в таблице 4.2.

При ограниченных инвестициях в условиях модульных эксплуатационных блоков отработка угольных пластов осуществляется короткими забоями.

Таблица 4.2 - Основные технико-экономические показатели модульного эксплуатационного блока ОАО «ХК «Соколовская»

Показатели	Единица измерения	Значения показателей
Годовая мощность	тыс. т	1500
Запасы угля: балансовые промышленные	 млн. т млн. т	 41,67 23,38
Среднесуточная нагрузка на КМЗ	т/сут	3800
Темпы проведения выработок: вскрывающих подготовительных	 м/мес м/мес	 150 250
Общая численность трудящихся, в том числе рабочих	чел.	461
Производительность труда рабочего по добыче	т/мес	352
Продолжительность строительства	лет	4

При многообразии горно-геологических и горнотехнических условий, возможны разные варианты технологических схем с использованием традиционной или гидравлической технологии подземной угледобычи.

Шахтные поля модульных эксплуатационных блоков характеризуются параметрами, которые не позволяют применить традиционные системы разработки и серийно выпускаемое горношахтное оборудование, к которым относятся:

- переменный угол падения пластов в диапазоне 0-60°, например Ка-занковское, Байдаевское, Кушеяковское месторождения угля в Кузбассе;
- вынимаемая мощность пластов, изменяющаяся в пределах шахтного поля за счет колебаний породных прослойков, расщепления или выклинивания пласта;
- разрывные геологические нарушения и твердые включения;
- форма и размеры локального участка.

С учетом особенностей шахтных полей разработаны следующие технологические и технические требования к элементам систем разработки локальных участков угольных пластов:

- возможность отработки коротких (до 500 м) выемочных полей и блоков произвольной формы для подготовки запасов к выемке в течение 6-12 месяцев и сокращения затрат на поддержание подготовительных выработок;
- охрана ближайшей к выработанному пространству выемочной выработки временным угольным целиком;
- использование скважин большого диаметра в угольном пласте для формирования выемочных выработок и выемки угля;
- применение выемочного агрегата с дистанционным управлением;
- поточность технологических процессов выемки, погрузки и транспорта горной массы.

Аннотация. В статье рассматриваются технологических схемы эксплуатационных блоков шахт и малых шахт для отработки локальных участков угольных месторождений.

Annotation. In the article examined technological charts of operating blocks of mines and small mines for working off the local areas of coal deposits.

УДК 622.272:622.063

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОТРАБОТКИ ПЛАСТОВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННЫХ ВОДОПРИТОКОВ

Казанин Олег Иванович,
профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых
Черкашин Александр Александрович,
аспирант кафедры разработки месторождений полезных ископаемых
Национальный минеральный университет «Горный», Россия, Санкт - Петербург

Приток воды в горные выработки является одним из основных ограничивающих факторов при подземной угледобыче. В данной статье рассмотрено влияние таких параметров как порядок отработки выемочных столбов, скорость подвигания очистного забоя, длины очистного забоя и выемочного столба на объем стационарных водопритоков в подземные горные выработки на примере ш. Котинская ОАО СУЭК-Кузбасс, для различных глубин ведения горных работ.

Поддержание на высоком уровне технико-экономических показателей, а также дальнейший рост производительности в условиях возрастания глубины ведения горных работ ограничены такими факторами, как горное давление, приток воды в горные выработки, повышенное метановыделение. Все вышеперечисленные факторы оказывают существенное влияние на работу очистных забоев в частности и на всю шахту в целом. Следствием их негативных проявлений являются простои добычных и подготовительных участков, что приводит к значительным финансовым убыткам.

Основной проблемой при расчете ожидаемых водопритоков в шахту является неоднородность породных массивов, что в большинстве случаев делает невозможным получение достоверной информации о свойствах массива в масштабах выемочного столба.

В качестве основной для расчетов была принята методика деления шахтных полей на три типа, основываясь на взаимном расположении техногенного и природного комплексов трещин, предложенная Ю.А. Норватовым. При оценке условий формирования притоков подземных вод в шахты целесообразно различать три типа природно-техногенных структур.

Поле шахты Котинская относится к III типу (связь между комплексами трещин прослеживается до определенной глубины). Причем, при ведении работ на глубинах 160-200м существует непосредственная связь между природным и техногенным комплексами трещин (зона 1), а начиная с больших глубин наблюдается появление водоупора в виде алевролита и песчаника, мощность которого увеличивается с глубиной ведения работ (зона 2). В зону 1 на плане горных работ попадают 5 выемочных участков, в зону 2 – три выемочных участка (рис.1).

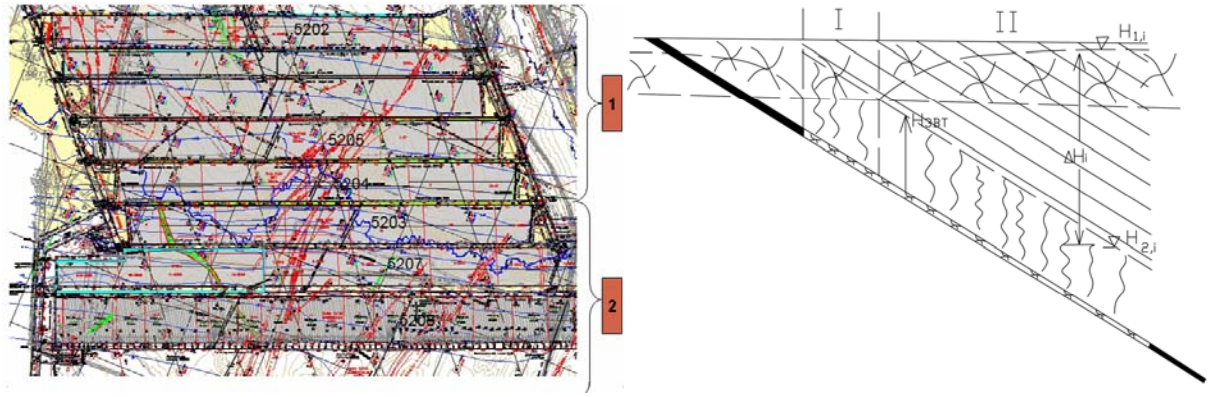


Рисунок 1 - Природно-техногенные структуры при отработке пласта 52 в поле шахты Котинская.

Главными задачами при решении проблемы негативного влияния повышенных водопритоков на ведение горных работ являются:

1. Прогноз водопритоков при существующих параметрах системы разработки с помощью расчетов по существующим методикам и моделирования
2. Оценка влияния различных технологических факторов на объемы водопритоков.

При выполнении исследований, было выполнено моделирование водопритоков с помощью программы Modflow [1, 2]. Для оценки результатов моделирования были выполнены вычисления по методике В.А. Мироненко [3].

Была произведена оценка влияния порядка отработки выемочных столбов на величину суммарного водопритока в шахту на примере шахты «Котинская», результаты представлены на рисунке 2. Следует отметить, что при моделировании восходящего порядка отработки выемочных столбов, отработка лавы 5202 велась после отработки лавы 5201, в отличие от моделирования нисходящего порядка отработки и реально существующего, при которых лава 5202 отрабатывалась после лавы 5203.

Порядок отработки выемочных столбов в пределах шахтного поля оказывает существенное влияние на объемы водопритоков при ведении горных работ на больших глубинах, что связано с минимальными размерами подрабатываемого пространства. Однако следует отметить, что при восходящем порядке отработки максимальный водоприток достигает величины 900 $м^3$\час при отработке выемочного столба 5202, в то время как при нисходящем порядке отработки аналогичный водоприток прогнозируется при отработке выемочного столба 5209. Таким образом, максимальное значение водопритока в конце отработки пласта не зависит от порядка отработки выемочных столбов.

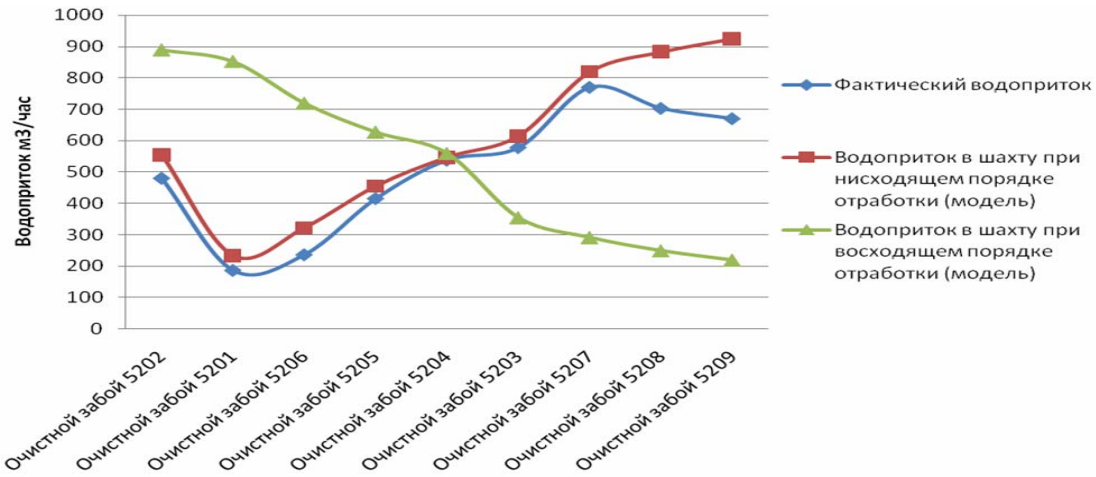


Рисунок 2 – Результаты моделирования

Влияние скорости подвигания очистного забоя на объемы водопритоков определяется прежде всего скоростью увеличения подработанного пространства, согласно расчетам для условий шахты «Котинская» водоприток увеличивается примерно с 400 до 850 м^3/ч при изменении скорости подвигания забоя с 5 до 20 м/сут.

Влияние размеров выемочного столба на объемы водопритоков обусловлена площадью подрабатываемого массива и увеличением площади фильтрации, так при увеличении длины очистного забоя на 300 метров, водоприток увеличится всего на 100 м^3/ч, а при увеличении длины выемочного столба с 1000 до 6000 метров, водоприток увеличится с 350 до 650 м^3/ч

Основываясь на вышеизложенном, можно сделать выводы:

- объемы водопритоков при отработке пласта 52 шахты «Котинская», согласно результатам моделирования и расчетов, будут увеличиваться при увеличении глубины ведения горных работ и сохранении текущих технологических параметров, что свидетельствует о высокой вероятности возникновения простоев очистного оборудования

- регулирование объема подземных вод в пределах выемочного участка только изменением технологических параметров не эффективно, поскольку в таком случае высока вероятность снижения производительности очистного забоя. Изменение скорости подвигания забоя может рассматриваться как временная мера для снижения водопритоков при прохождении очистным забоем мест вероятного затопления, однако для эффективного решения поставленной задачи необходима разработка комплексного решения, основанного на изменении технологических параметров и пространственно – планировочных решений.

В результате проведенных исследований, было установлено, что наибольшим временем простоев очистного оборудования характеризуются участки с наименьшими высотными отметками по профилю конвейерного штрека, иными словами негативное влияние подземных вод на ведение работ в очистном забое обусловлено образованием мульд и нарушением технологических процессов.

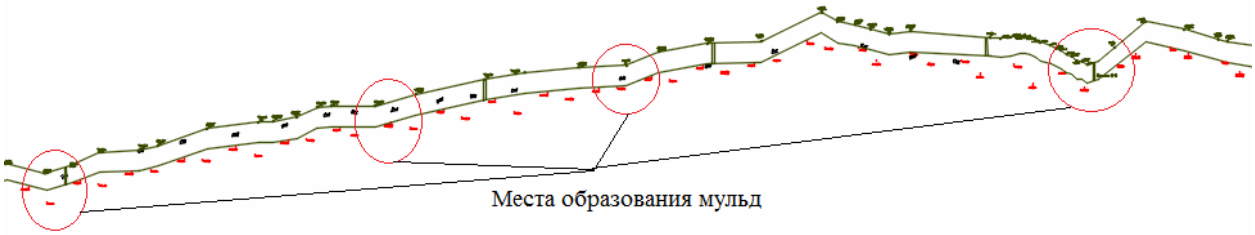


Рисунок 3. Профиль конвейерного штрека 5208

Для эффективного решения проблемы негативного влияния подземных вод на ведение очистных работ, необходимо применение системы разработки, которая характеризуется возможностью снижения водопритоков при прохождении потенциально опасных участков выемочного столба и возможностью отвода объемов воды, поступающих в зону ведения горных работ без необходимости проведения дополнительных мероприятий по расчистке выработок.

Поскольку ни одна из существующих технологией не обладает достаточной гибкостью для применения в различных горно – геологических условиях без существенного увеличения затрат, нами

предлагается следующее технологическое решение. От наклонных выработок одновременно проводят ярусные выемочные штреки с углом наклона к горизонту $5\text{-}10^0$. Это позволяет воде, стекающей по выемочным штрекам из подготовительных и очистных забоев поступить в наклонные выработки и далее в водосборник. При этом, во время отработки выемочного столба, основная масса воды стекает по дренажному штреку, расположенному между откаточным штеком вышележащего столба и вентиляционным нижележащего, что позволяет свести к минимуму объем воды в штреке, а также защитить вентиляционный штрек нижележащего столба от загрязнения шламом. Сбойки между штреками и проводятся с таким расчетом, чтобы они были расположены на минимальных отметках при изменении их по профилю откаточного штрека с целью избежать затопления этих участков и обеспечить перепуск воды с откаточного штрека на дренажный. Отработка панели может производиться как в восходящем, так и нисходящем порядке по столбовой системе разработки. Очистные забои располагаются под углом $5\text{-}10^0$ к линии падения пласта, что обеспечивает сток воды из призабойного пространства лав.

Реализация предлагаемых решений позволит обеспечить обработку пластов в условиях повышенных водопритоков без существенного снижения технико-экономических показателей работы очистных забоев.

Список литературы:

1. Кузеванов К.И. Моделирование работы системы взаимодействующих скважин в среде PMWIN (Processing Modfow). Материалы для самостоятельной работы студентов . – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 64 с.
2. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – М.: Недра,1980. – 360 с.
3. Мироненко В. А., Норватов Ю. А. Определение водопритока к открытым горным выработкам при неустановившемся режиме фильтрации. Известия высших учебных заведений. Геологи и разведка, 1965, №4

УДК 622.28

ОБЗОР ВИНТОВЫХ РАМНЫХ КРЕПЕЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

А.А. Казанцев к.т.н., зав. кафедрой, А.А. Дортман ассистент,
Гановичев С.И. студент гр. 10710.
Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Юрга

В данной статье рассмотрены варианты винтовой рамной крепи горных выработок.

This article describes the variants spiral lining of excavation.

Ключевые слова: винтоповоротный агрегат, внешний движитель, горная выработка, винтовая крепь, приконтурная зона.

Крепление и поддержание выработанного пространства является одной из важнейших тем для исследования. Классификация крепи горных выработок велика, но разработка новых технологий для освоения подземного пространства даёт предпосылки для её расширения [1]. Объектом исследования является винтовая форма рамы крепи. Данная крепь представляет собой спиральную конструкцию, несущие элементы которой выполнены в виде винтовых кольцевых или многогранных сегментов. В данной статье рассмотрены варианты данной крепи, разработанные российскими учеными.

Винтовая вантовая крепь, разработанная научными сотрудниками ИУ СОРАН: В.В. Аксёновым, А.Ф. Эллером, В.Д. Нагорным в 1989 году, имеет непрерывную спиральную конструкцию, несущие элементы которой выполнены в виде плоских винтовых кольцевых сегментов. Несущие

элементы помещают за контур выработки по всему её периметру в образуемые винтоповоротным агрегатом (ЭЛАНГ) винтовые каналы, повторяющие форму сечения сегментов. Соединение взаимосопрягаемых винтовых кольцевых сегментов и сквозное соединение нескольких смежных витков спирали крепи между собой выполнены винтами, которые утоплены за контур выработки в продольные разгрузочные щели параллельно её оси и соединены с кольцевыми сегментами скрепляющей скобой с фигурным пазом и захватом. Крепь имеет затяжку, которая удерживается на сегментах крепи с помощью планки [2].

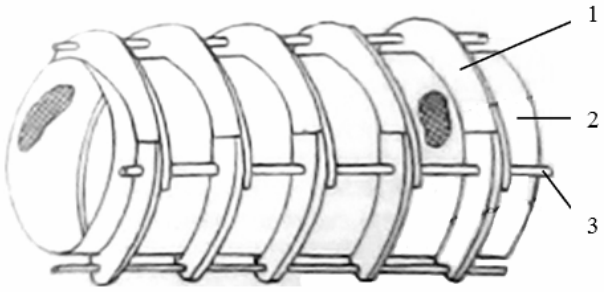


Рис. 1. Винтовая вантовая крепь:
1 – несущие элементы, 2 – межрамные ограждения,3 – ванты.

Размещение крепи в законтурные каналы позволит:

– увеличить площадь выработки в свету при том же диаметре проходки, по сравнению с традиционным способом крепления;

– осуществлять крепление выработок любых углов наклона, в т.ч. и вертикальных;

– использовать однотипные и унифицированные элементы крепи, что не исключает возможности механизации и автоматизации процесса их установки.

К недостаткам данной крепи следует отнести:

– сложность замены элементов непрерывной спиральной конструкции находящихся в каналах за контуром выработки при деформации из-за автоматического перераспределения нагрузок.

Крепь для горных выработок, разработанная в 2006 году Черданцевым С.В. [3] представляет собой крепь выполненную в виде отдельных секций по длине, близкой к одному шагу винтовой линии с углом подъема её от 2 до 10°. Каждая секция содержит верхнее и боковые звенья, соединённые между собой болтами. Крепь снабжена металлическими клиньями для предварительного обжатия собранных секций и затяжками для крепления стенок выработки между секциями.

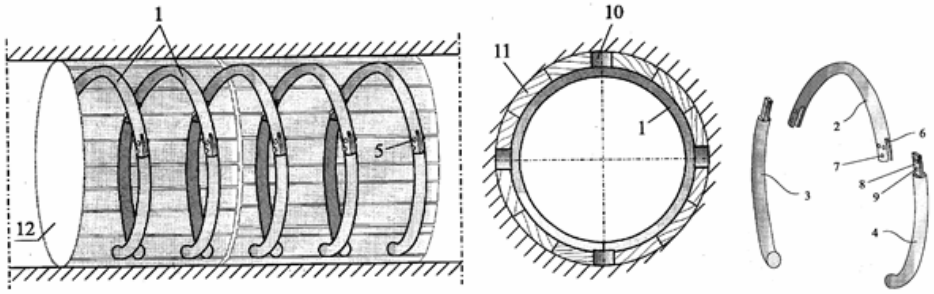


Рис. 2. Крепь для горных выработок:
1 – секция крепи, 2 – верхнее звено, 3,4 – боковые звенья, 5 – болт, 6 – паз, 7,8 – отверстия для болтов, 9 – выступ, 10 – клинья, 11 – затяжки.

Установленные секции образуют в выработке сплошную несущую конструкцию, в которой, в отличие от предыдущей крепи, каждая секция взаимодействует с массивом независимо от соседних. Крепь имеет плотный контакт с породами, устойчива в выработке, позволяет снизить нагрузку за счет предотвращения расслоения пород и производить замену деформированных элементов.

Другое отличие – соединяемые элементы крепи в секции снабжены соответствующими пазами и выступами с отверстиями под крепежные элементы и жестко соединены между собой.

Отличием является также то, что крепь снабжена съемными металлическими клиньями для обжатия секций при установке.

Выполнение крепи в виде отдельных секций позволяет использовать крепь в виде пространственной конструкции в горных выработках, пройденных любым способом, в том числе и без винтовых каналов с достижением эффекта – малоэлементность, однотипность, сокращение расхода материалов и снижение нагрузки на крепь. Новым эффектом является возможность изменения плотности установки секций по длине выработки в зависимости от изменения горно-геологических условий и возможность замены деформированных элементов и целых секций.

Комбинированная крепь, разработанная сотрудниками КузГТУ: Масаевым Ю. А., Карасевым В. А., Храмцовым В.И. в 2013 году [4], включает равновеликие прямолинейные элементы, например из спецпрофиля СВП, соединенных между собой с помощью накладок и скоб. При этом, в начале установки крепи нижний элемент первого витка закреплен на почве выработки анкерами. В процессе монтажа комбинированной крепи на её внешнюю поверхность размещают предохранительную гибкую металлическую решетку, предотвращающую попадание в горную выработку обрушенной породы из выработанного пространства.

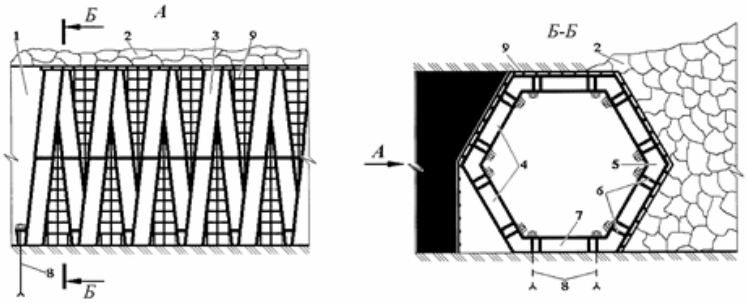


Рис. 3. Комбинированная крепь для горных выработок:
1 – горная выработка, 2 – выработанное пространство, 3 – рама крепи, 4 – прямолинейные элементы, 5 – накладки, 6 – скобы, 7 – элемент первого витка, 8 – анкер, 9 – предохранительная гибкая решётка.

Преимуществом данной крепи является простота изготовления из любых крепежных материалов и возможность применения в горных выработках любого профиля поперечного сечения, а форма винтовой спирали и наличие предохранительной гибкой металлической решетки обеспечивает надежность и эффективность её применения для поддержания горных выработок в выработанном пространстве в условиях повышенного горного давления.

Данный обзор показал, что винтовые крепи обладают преимуществом пред кольцевыми за счёт равномерного перераспределения нагрузки на элементы крепи. Также благодаря своей форме они более устойчивы. Основное преимущество крепей устанавливаемых за контур выработки перед остальными – возможность применения при любых углах наклона выработки, даже вертикальных. Ведь применение приконтурных рамных крепей для поддержания в горных выработках под таким углом не возможно.

Список литературы:

1. Аксёнов В.В., Казанцев А.А. «Армирующая законтурная крепь горных выработок – новый подход к строительству подземных сооружений» Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) – М.: Издательство «Горная книга». – 2013. № S6. С. 411-418.

2. А. с. 1639159 СССР, кл. E 21 D 11/14. Крепь горных выработок / В.В. Аксёнов, А.Ф. Эллер, В.Ю. Изаксон, В.Д. Нагорный.

3. Патент RU 57827 U1 Крепь для горных выработок / Черданцев С.В.; заявитель и патентообладатель Черданцев С.В. – № 2006117534/22 заявл. 22.05.2006; опубл. 27.10.2006 Бюл. № 30.

4. Патент RU 134 588 U1 Комбинированная крепь для горных выработок / Масаев Ю.А., Карасёв В.А., Храмцов В.Г. заявитель и патентообладатель ФГБО УВПО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. горбачёва» – № 2013129386/03 заявл. 26.06.2013; опубл. 20.11.2013 Бюл. № 32.

УДК 004.942:622.831

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Корнев Е.С., к.т.н., доцент кафедры информатики
Павлова Л.Д., д.т.н., доцент, заведующий кафедрой информатики
Фрянов В.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой геотехнологии
ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия

Для повышения безопасности и эффективности технологии подземной разработки угольных пластов в настоящее время осуществляется техническое перевооружение трудоемких и опасных процессов и операций посредством вывода людей из опасных зон и внедрения автоматизированной и роботизированной техники. Однако создание роботизированных систем выемки угля невозможно без разработки методов и средства прогнозирования параметров напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Поэтому актуальной научной задачей является создание специализированного комплекса проблемно-ориентированных программ, позволяющего моделировать геомеханические процессы в углепородном массиве при подземной разработке угольных пластов.

Разработанный авторами комплекс проблемно-ориентированных программ «MGP program complex» [1-3] состоит из четырёх программ, которые созданы с использованием различных сред разработки и функционируют как совокупность взаимодействующих объектов в рамках комплекса (рисунок 1).

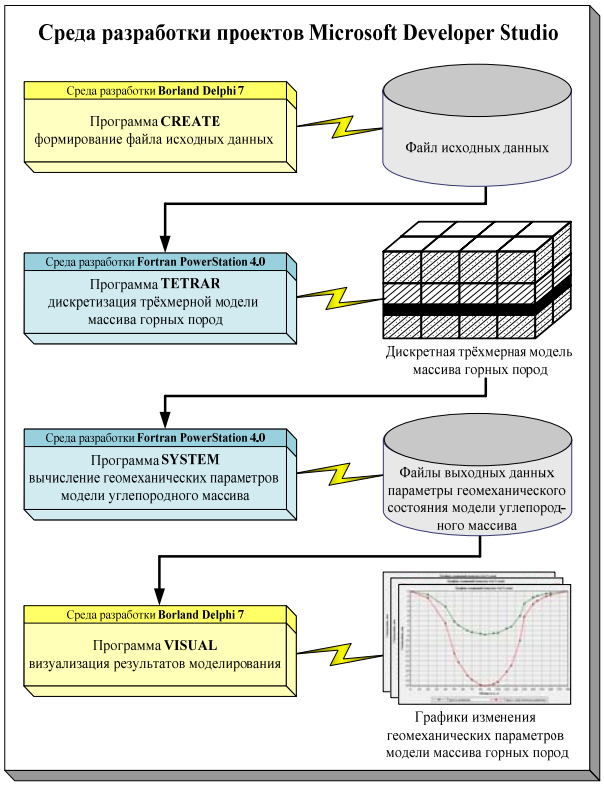


Рисунок 1 – Структура комплекса программ «MGP program complex»

Интерфейсную часть комплекса образуют программы Create и Visual, которые разработаны в виде исполняемых приложений в среде Delphi. Интерфейс программ реализован путем размещения и группировки визуальных и системных компонентов на форме, представляющей собой стандартное Windows-окно.

Расчетную часть комплекса образуют программы Tetrar и System, реализующие метод конечных элементов. Программы написаны на языке Fortran PowerStation, разработаны в виде консольных приложений, которые не содержат графики и используют простую форму диалогового интерфейса, что

позволяет увеличить скорость выполнения программ и уменьшить объем требуемой оперативной памяти.

Организация работы программ, созданных в разных средах, и их взаимодействие в рамках комплекса программ реализуется в среде Microsoft Developer Studio, в которой программы представлены как проекты верхнего уровня, выполняющиеся последовательно друг за другом:

Create – формирует файл исходных данных путем записи в файл значений величин, введенных в форму;

Tetrar – осуществляет трехмерную дискретизацию геомеханической модели массива горных пород на конечные элементы;

System – реализует необходимые вычисления с использованием стандартных процедур метода конечных элементов;

Visual – строит графики вертикальных смещений, деформаций и напряжений в угольном пласте, породах кровли и почвы, а так же остаточной прочности горных пород для упругого и упруго-пластического решения по любому из слоев углепородной толщи.

Комплекс проблемно-ориентированных программ «MGP program complex» позволяет:

– моделировать процессы формирования напряжений и деформаций в массиве горных пород при воздействии системы взаимовлияющих подземных выработок с учетом формы и размеров объектов систем разработки угольных пластов (рисунок 2);

– моделировать процессы изменения во времени и пространстве прочностных и деформационных свойств пород в зоне влияния очистных и подготовительных выработок при подземной разработке угольных пластов;

– прогнозировать предельные размеры устойчивых целиков различного назначения при подземной разработке угольных пластов (рисунок 3);

– прогнозировать устойчивые обнажения пород кровли и почвы подготовительных и очистных выработок угольных шахт;

– устанавливать зависимости параметров объемного напряжённо-деформированного состояния углепородного массива при подземной разработке угольных пластов в широком диапазоне основных горно-геологических факторов (рисунок 4).

а) деформации б) напряжения

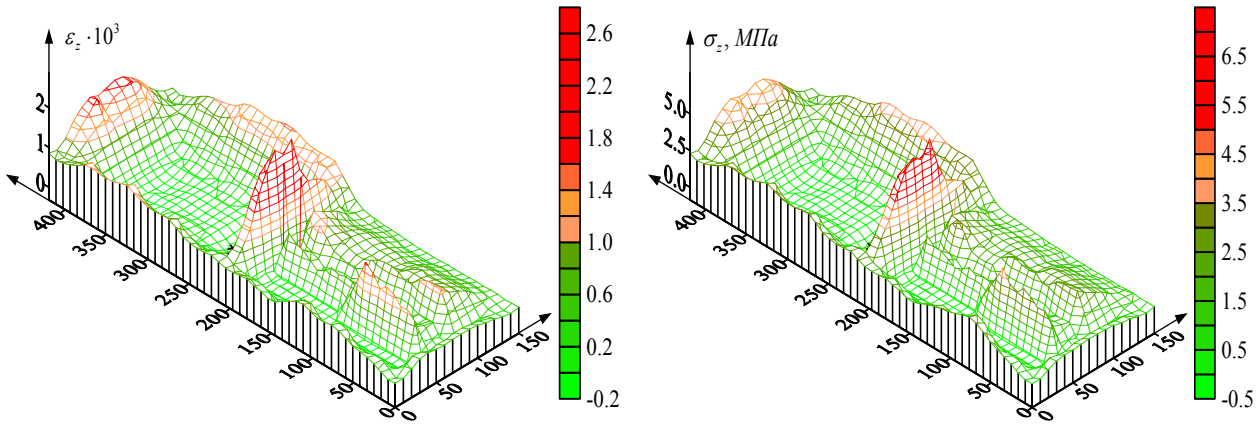
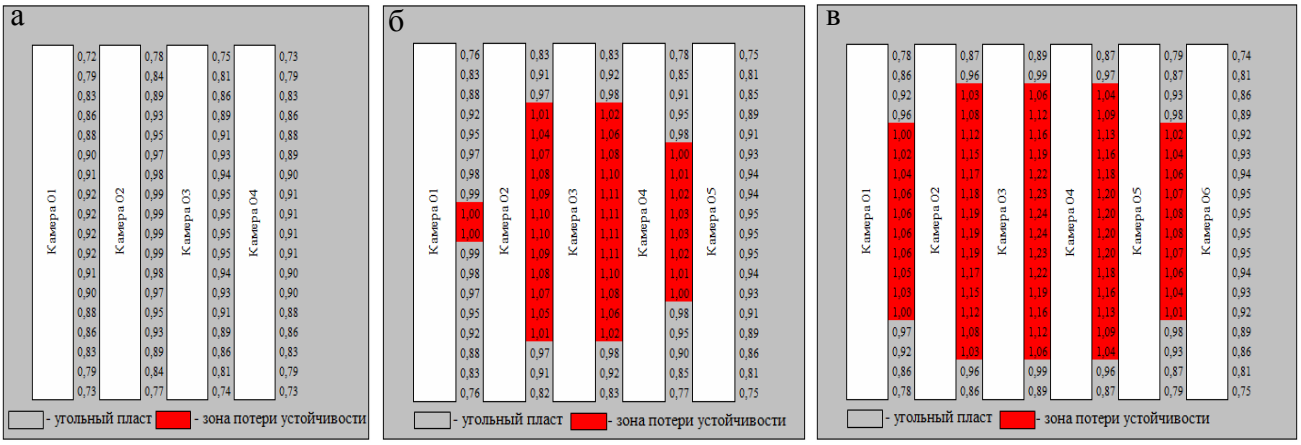


Рисунок 2 – Графики распределения в угольном пласте вертикальных деформаций (а) и напряжений (б)

Ширина целика - 3 м

а) 4 камеры б) 5 камер в) 6 камер



Количество камер – 6

а) ширина целика 3 м б) ширина целика 4 м в)ширина целика 5 м

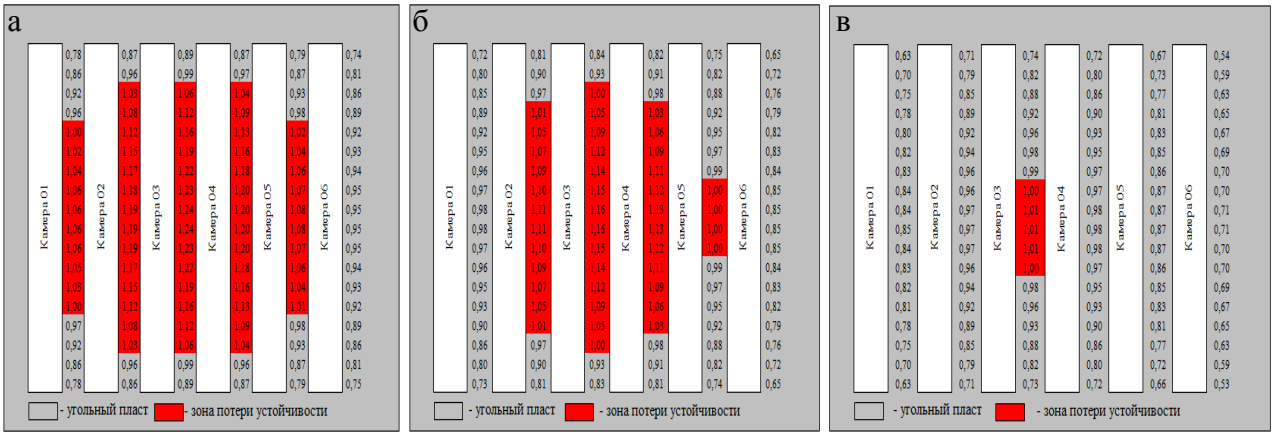


Рисунок 3 – Распределение коэффициентов устойчивости в междукамерных целиках [4]

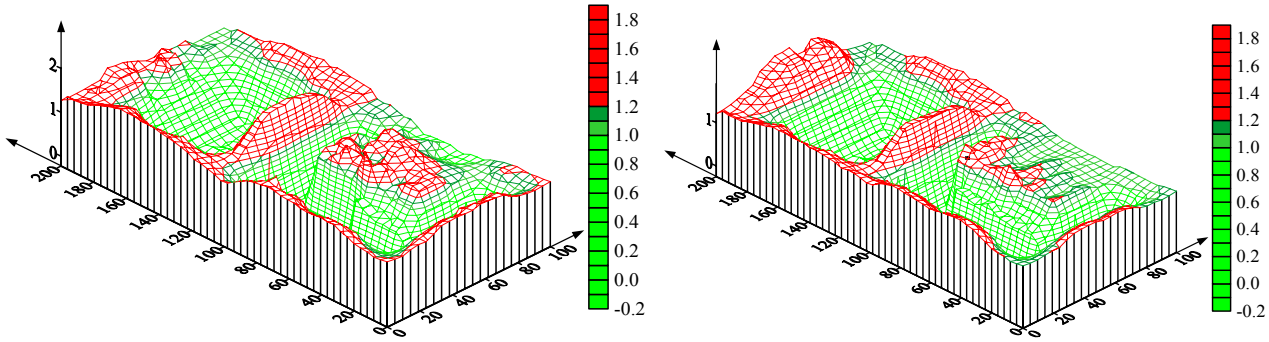


Рисунок 4 – Изолинии распределения коэффициента концентрации вертикальных напряжений, полученных при исследовании устойчивости выемочных столбов и кровли очистных заходок [5]

Использование комплекса проблемно-ориентированных программ «MGP program complex» на действующих угледобывающих предприятиях позволит предотвратить возникновение аварийных ситуаций, вызванных внезапными выбросами угля, породы и газа, горными ударами, разломами почвы и другими явлениями. Это обеспечит экономический эффект в виде стабильной работы без аварийных простоев и связанных с ними значительных финансовых, материальных и трудовых затрат, социальный эффект в виде сохранения здоровья и жизни шахтеров.

Список литературы

1. Корнев Е.С. Разработка комплекса проблемно-ориентированных программ для моделирования геомеханических процессов методом конечных элементов / Е.С. Корнев, Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – № 2. – С. 65–69.

2. Корнев Е.С. Комплекс проблемно-ориентированных программ для моделирования геомеханических процессов в горном массиве при подземной разработке угольных пластов [Электронный ресурс]: информационный образовательный ресурс / Е.С. Корнев, Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов ; Сиб. гос. индустр. ун-т // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов «Наука и образование». – 2012. – № 3. – Режим доступа: http://ofernio.ru/portal/ newspaper/ofernio/2012/3.doc (дата обращения: 26.06.2012).

3. Свидетельство о регистрации электронного ресурса. «Комплекс проблемно-ориентированных программ для моделирования геомеханических процессов в горном массиве при подземной разработке угольных пластов» / Е.С. Корнев, Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – 2012. – № 17997 ; дата регистрации 01.03.12.

4. Корнев Е.С. Моделирование геомеханических процессов при отработке угольных пластов короткими забоями / Е.С. Корнев // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов: сб. науч. ст. – Новокузнецк, 2011. – С. 119–125.

5. Корнев Е.С. Исследование устойчивости выемочных столбов и кровли очистных заходок при камерно-столбовой системе разработки / Е.С. Корнев, Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов: сб. науч. ст. – Новокузнецк, 2014. – С. 113–118.

Аннотация

Описана структура комплекса программ, предназначенного для численного моделирования геомеханических процессов с учетом перехода пород из упругого в нелинейное напряженно-деформированное состояние. Приведены возможности разработанного комплекса проблемно-ориентированных программ.

In the article described a structure of the complex of problem orientated software developed for computational modelling of geomechenical processes, taking into account the change of rock mass from resilient to nonlinear stress-strain state. The opportunity of the complex of problem orientated software are given.

УДК 622.3:338.45

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

Ст. преподаватель Косовец А.В., ст. преподаватель Нестерук Д.Н.
Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Юрга, Россия

Аннотация

Работа посвящена созданию новой техники для проведения подземных работ различного назначения. В докладе описаны перспективы развития горнопроходческой техники, преимущества, универсальность и сферы применения машин нового класса - геоходов.

He work is devoted to the development of new equipment for carrying out underground work for various purposes. The report describes the prospects for the development of mining techniques, advantages, versatility and scope of the units of the new class of geojedo.

Традиционно в подземных условиях для перемещения проходческого аппарата используются внешние движители: гусеничные, колесные, колесно-рельсовые или распорно-шагающие. Они (движители), хорошо показавшие себя при работе на земной поверхности (на контакте твердой и воздушной сред), не приспособлены для движения в геосреде.

Из этого обстоятельства вытекают основные проблемы современных технологий проведения горных выработок:

– невозможность движения проходческих аппаратов в любом направлении подземного пространства;

– невозможность создания больших напорных усилий на исполнительном органе для разрушения крепких пород.

Как следствие, для создания достаточных напорных усилий конструкторы вынуждены увеличивать массу горнопроходческих комбайнов, масса которых уже превышает 100 т. Кроме того, продолжают остро стоять вопросы безопасности ведения работ в призабойной зоне.

В процессе работы проходческого комбайна, для создания силы тяги и напорного усилия на исполнительном органе никоим образом не задействована сама внешняя геосреда, а только твердая поверхность выработки на контакте гео- и воздушной сред.

Дальнейшее развитие работ в области геотехнологий и геотехники может идти по двум направлениям:

1) модернизация существующего горношахтного оборудования и его совершенствование путем создания систем нового технического уровня;

2) поиск и создание принципиально нового, альтернативного инструментария (технологий и геотехники) для освоения недр и формирования подземного пространства.

Известные технологии проведения горных выработок, развиваясь по пути увеличения мощности и металлоемкости оборудования, практически исчерпали свои возможности в увеличении производительности, обеспечении безопасности работ и расширения области применения. Поэтому наиболее актуальным является создание принципиально нового, альтернативного инструментария (геотехники, геотехнологий и крепи) для формирования подземного пространства.

Геоходы – аппараты, движущиеся в породном массиве с использованием геосреды. Базовый элемент - геовинчестерная технология (далее по тексту ГВТ). Представляя собой новый класс горных машин, геоходы предназначены для проходки подземных выработок различного назначения и расположения в пространстве, аналоги конструкции в мировой практике отсутствуют.

Основные отличия геоходов от существующей горнопроходческой техники:

– принцип работы.

– наличие новых функционально-конструктивных элементов;

– возможность реализации на исполнительном органе любых напорных усилий (возможность создания исполнительного органа для разрушения крепких пород);

– качественно новые функциональные возможности.

Отличительные потребительские свойства геохода:

– совмещенное выполнение операций при проходке горных выработок и возведению подземных сооружений;

– снижение в 6 и более раз металлоемкости оборудования проходческой системы;

– повышенная безопасность ведения проходческих работ при полной защите призабойной зоны от вывалов породы;

– повышение в 4 и более раз темпов проходки, производительности труда;

– снижение трудоемкости и стоимости ведения горнопроходческих работ;

– возможность проведения выработок с любым расположением в пространстве.

Конструкция геохода использует принцип ввичивания в горный массив и перемещение в геосреде с использованием приконтурного массива пород как опорного элемента, воспринимающего силовые нагрузки (рисунок 1).

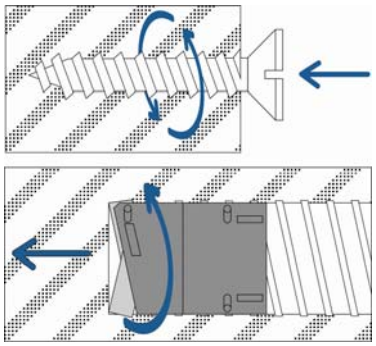


Рисунок 1 – Принцип действия геохода

На этапе технического предложения и эскизного проекта, разработана трехсекционная компоновка корпуса основного агрегата (рисунок 2), как наиболее приемлемая для размещения механизмов, обеспечивающая минимальные габариты и массу агрегата, лучшую технологичность изготовления узлов, также удобство монтажа-демонтажа геохода на местах эксплуатации.

Рисунок 2 – Геоход диаметром 3,2 м

Геоход состоит из четырех модулей, двух систем и стартовой системы.

Область применения геохода достаточно широка (рисунок 3):

1) Городское хозяйство:

а) прокладка городских и промышленных инженерных коммуникаций;

б) бестраншейная прокладка кабелей силового электроснабжения, линий связи и т.п.;

в) бестраншейная прокладка коллекторных туннелей для систем водоснабжения и канализации;

г) сооружение подземных переходов между зданиями;

д) прокладка транспортных тоннелей малого сечения.

2) Горнодобывающая промышленность:

а) проведение подготовительных и вспомогательных выработок при добыче полезных ископаемых подземным способом;

б) проведение подземных горных выработок с борта карьера при переходе от открытой к подземной разработке месторождений полезных ископаемых;

в) проходка нисходящих обходных выработок с дневной поверхности для обеспечения вентиляции застойных зон разрезов и карьеров.

3) Прочее:

а) прокладка тоннелей по завалам при ликвидации последствий землетрясений, наводнений, сходов лавин, селей и других природных и техногенных катастроф.

б) строительство систем мелиорации;

в) фортификационное оборудование позиций и районов расположения войск.

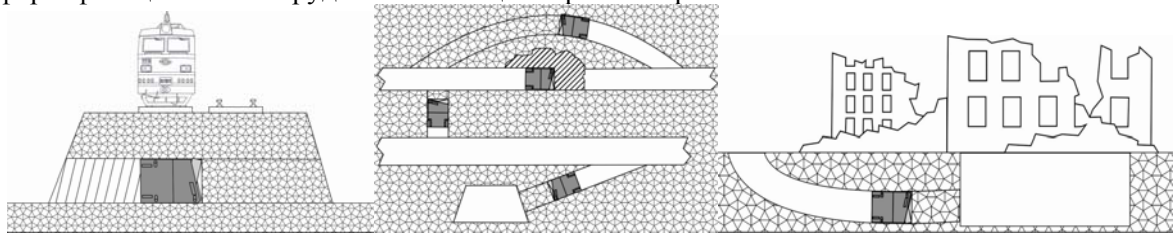


Рисунок 3 – Прокладка тоннеля геоходом под железнодорожной насыпью

Аналогами геохода являются проходческие щиты. В таблице 1 приведены сравнительные данные основных характеристик геохода с характеристиками проходческого щита ПЩМ-3,2.

Таблица 1 – Данные сравнения основных характеристик геохода с характеристиками аналога

Характеристика	Геоход	Проходческий щит ПЩМ-3,2
Диаметр проводимой выработки в проходке, м	3,2	3,2
Площадь сечения в проходке, м^2;	8,04	8,04
Скорость проходки, м/час	От 4 до 6	0,8
Длина, мм	4480	Не более 5050
Угол наклона проводимой выработки, °	±25	±20
Масса, т	19	45
Установленная мощность, кВт	411	305

Литература

1 Аксенов В.В., Ефременков А.Б. Геовинчестерная технология и геоходы - наукоемкий и инновационный подход к освоению недр и формированию подземного пространства // Уголь/ Москва, 2009– №2. С.26-29.

2 Аксенов В.В., Тимофеев В.Ю., Сапожкова А.В., Горбунов В.Ф.К вопросу о создании новой технологии проведения аварийно-спасательных выработок при ликвидации техногенных катастроф // Горный информационный аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Miningi nformational and analytical bulletin (Scientific and technical journal). Промышленная безопасность и охрана труда на предприятиях топливно-энергетического комплекса / М.: издательство «Горная книга» – 2011. – ОВ № 9. С. 60-67.

3. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Синтез технических решений нового класса горнопроходческой техники // Известия вузов. Горный журнал / Екатеринбург, 2009–№ 8. С. 56-63.

3. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Создание инновационного инструментария для формирования подземного пространства // Вестник КузГТУ/ Кемерово, 2010– № 1. С. 42-46.

5. Аксенов В.В., Ефременков А.Б. Проблемы создания нового инструментария для формирования подземного пространства // Горный информационный аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining informational and analytical bulletin (Scientific and technical journal). Горное машиностроение / М.: издательство «Горная книга» – 2010. – ОВ №3. С. 101-118.

УДК 622.232.83.054.52

ВАРИАНТЫ ОСНАЩЕНИЯ ДИСКОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ РЕВЕРСИВНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ВЫЕМОЧНО-ПРОХОДЧЕСКИХ ГОРНЫХ МАШИН

МАМЕТЬЕВ Л.Е., д.т.н., проф., ХОРЕШОК А.А., д.т.н., проф., БОРИСОВ А.Ю., ст. преподаватель, *ВОРОБЬЕВ А.В., к.т.н., доц.,
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия
****Юргинский технологический институт (филиал) ТПУ г. Юрга, Россия***

Аннотация

Обоснованы варианты оснащения рабочих органов выемочно-проходческих горных машин дисковым инструментом на многогранных призмах для реализации реверсивных режимов работы с учетом напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов узлов крепления.

The summary

Justified ways to equip the working bodies of mining and tunnel mining machines disk tool on a polyhedral prisms to implement reverse modes of operation taking into account the stress-strain state of structural elements of the fastening knots.

Из всех известных типов горного инструмента, дисковый инструмент имеет максимальную износостойкость при разрушении забойных массивов в широком диапазоне физико-механических свойств. Кроме того, работа дискового инструмента в режиме качения по забойному массиву обеспечивает улучшение пусковых характеристик по сравнению с традиционным клиновым режущим инструментом.

Несмотря на высокую стоимость и конструктивную сложность, длительность срока службы и сокращение затрат на замену позволяют ожидать положительный экономический эффект на этапах производства и эксплуатации с адаптацией дискового инструмента к разрушению забойных массивов со сложной структурной неоднородностью.

Для горной промышленности Кузбасса и РФ актуальным и перспективным является научное направление по повышению функциональных возможностей рабочих органов выемочно-проходческих и буровых машин на базе дискового инструмента с конструктивными элементами, реализующими реверсивные режимы работы [1–3].

Для моделирования напряженно-деформированного состояния (НДС) узлов крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов использовалась система SolidWorks Simulation, в которой реализован общий алгоритм решения задачи по методу конечных элементов (МКЭ) в линейной постановке [4–7].

Поскольку расчет проводился для сборки узла крепления дискового инструмента на коронке проходческого комбайна, необходимо было описать условия контактного взаимодействия для соприкасающихся граней деталей. Было применено контактное условие "Нет проникновения", исключающее возникновение интерференции компонентов, но допускающее появление зазоров. Контактное условие использовалось с опцией "Поверхность с поверхностью". Данный набор контактных условий дает максимальную точность при решении контактной задачи с гладкими криволинейными взаимодействующими гранями, но требует наибольших затрат вычислительных ресурсов.

При дискретизации геометрической модели использовалась сетка с параболическими конечными элементами (КЭ) в форме тетраэдров (рис. 1). Параболические КЭ обеспечивают лучшее описание геометрии модели сеткой и повышенную точность расчетов за счет большего по сравнению с линейными КЭ числа узлов. Параметры сетки: размер КЭ – 10 мм; допуск – 0,5 мм; автоматическое уплотнение сетки не использовалось.

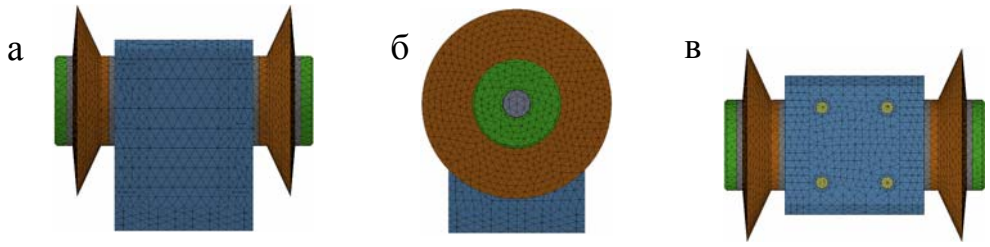


Рис. 1. Конечно-элементная модель четырехгранной призмы и дискового инструмента со стороны: а – забойной грани; б – боковой грани; в – крышки

На рис. 2 представлена картина напряженного состояния конструктивных элементов узлов крепления дискового инструмента к четырехгранным призмам исполнительного органа проходческого комбайна с аксиальными конками [8, 9] с учетом характеристики разрушаемого массива для шахтопластов Ленинского угленосного района.

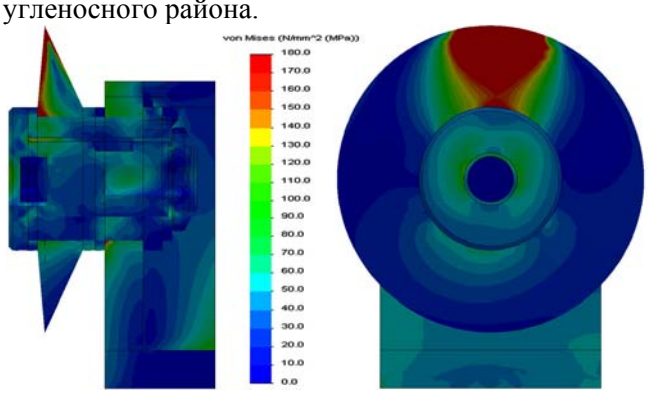


Рис. 2. Распределение эквивалентных напряжений по критерию Мизеса в узле крепления биконического дискового инструмента (φ = 25°+5° = 30°) при разрушении породного массива $\sigma_{сж}$ = 78,9 МПа

В результате совместных исследований [1–10], проводимых на протяжении нескольких лет учеными кафедры горных машин и комплексов КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева, кафедры горно-шахтного оборудования ЮТИ ТПУ и производственниками ОАО “СУЭК-Кузбасс” разработаны технические решения, повышающие эффективность:

- проведения горных выработок путем совмещения процессов разрушения забоя, дробления негабаритов и погрузки продуктов разрушения при использовании двух вариантов конструктивного исполнения для рабочего органа проходческого комбайна, каждый из которых включает по две разрушающе-погрузочные коронки в виде усеченной конической поверхности или усеченных многогранных пирамид, на которых прикреплены трехгранные призмы с дисковыми инструментами (патент РФ № 2455486);
- монтажа и демонтажа в призабойном пространстве подземной горной выработки при замене узлов крепления дисковых инструментов в трехгранных призмах на радиальных коронках проходческих комбайнов избирательного действия (патент РФ № 128898);
- защиты внутреннего пространства трехгранных призм и узлов крепления дискового инструмента от заштыбовки продуктами разрушения забойных массивов горных пород при эксплуатации проходческих комбайнов (патент РФ № 134586);
- процесса зарубки исполнительного органа проходческого комбайна избирательного действия с двумя соосными аксиальными коронками, разделенными корпусом раздаточного редуктора, на котором размещены четырехгранные призмы с породоразрушающими спаренными дисковыми инструментами (патент РФ № 136086);
- пылеподавления для дисковых инструментов на трехгранных призмах реверсивных радиальных коронок проходческих комбайнов избирательного действия (патент РФ № 138704);
- процессов монтажа и демонтажа узлов крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов (патент РФ № 141339).

Рекомендован процесс вертикальной зарубки для исполнительных органов как с двумя радиальными параллельно-осевыми реверсивными коронками, так и с двумя аксиальными коронками с использованием дискового инструмента, прикрепленного к трехгранным или к четырехгранным призмам для обеспечения режима максимальной устойчивости проходческого комбайна избирательного действия.

Реализация предложенных технических решений позволит сократить продолжительность проходческого цикла, повысить монтажно-демонтажную пригодность узлов крепления дискового инструмента на коронках исполнительных органов и расширить область применения проходческих комбайнов избирательного действия.

Технические решения получены в рамках выполнения проекта № 632 “Исследование параметров технологий и техники для выбора и разработки инновационных технических решений по повышению эффективности эксплуатации выемочно-проходческих горных машин в Кузбассе” в рамках базовой части государственного задания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перспективы применения дискового инструмента для коронок проходческих комбайнов / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, В.В. Кузнецов, А.Ю. Борисов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2010. – № 1. – С. 52–54.

2. Опыт эксплуатации рабочего инструмента исполнительных органов горных машин на шахтах Кузбасса / А.А. Хорешок, А.М. Цехин, В.В. Кузнецов, А.Ю. Борисов, П.Д. Крестовоздвиженский // Горное оборудование и электромеханика. – 2011. – № 4. – С. 8–11.

3. Тенденции формирования парка проходческих комбайнов на шахтах Кузбасса / Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2013. –№ 2. – С. 14–16.

4. Распределение напряжений в узлах крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, В.В. Кузнецов, А.Ю. Борисов, А.В. Воробьев // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2012. – № 6. – С. 34–40.

5. Напряженное состояние узлов крепления дискового инструмента в трехгранных призмах радиальных коронок / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов, А.В. Воробьев // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2013. – № 2. – С. 22–25.

6. Разработка реверсивных коронок для проходческих комбайнов с дисковым инструментом на сменных трехгранных призмах / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.Ю. Борисов, С.Г. Мухортиков, А.В. Воробьев // Горное оборудование и электромеханика. – 2013. – № 9. – С. 40–44.

7. Совершенствование конструкций узлов крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов, А.В. Воробьев // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2014. – № 1. – С. 3–5.

8. Устройства для улучшения процессов зарубки исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Горное оборудование и электромеханика. – 2014. – № 4. – С. 11–16.

9. Адаптация узлов крепления дискового инструмента исполнительных органов проходческих комбайнов к монтажу и демонтажу / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Горное оборудование и электромеханика. – 2014. – № 7. – С. 3–8.

10. Улучшение процессов монтажа и демонтажа узлов крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов / Л.Е. Маметьев, А.Ю. Борисов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2014. – № 4. – С. 23–26.

УДК 622.33.003:658.012(571.17)

ОСНОВЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ – ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ

Новоселов Сергей Вениаминович , академик МАНЭБ, г. Кемерово

В статье раскрыты основы методологии стратегического развития топливно-энергетических комплексов в аспекте энергетической безопасности России

The article considers the methodological principles of strategic development of the regional fuel and energy complexes in the aspect of energy security of Russia

Согласно, главным векторам перспективного развития отраслей топливно-энергетического комплекса, предусмотренными Энергетической стратегией России на период до 2020 года, которыми являются: переход на путь инновационного и энергоэффективного развития, изменение структуры и масштабов производства энергоресурсов, создание конкурентной рыночной среды, интеграция в мировую энергетическую систему, для отраслей региональных ТЭК, необходим инновационный путь развития, требующий соответствующей организационной политики.

Следует отметить, что рассматриваемые экономические объекты – региональные ТЭКи, можно характеризовать как – системы, с определенным уровнем формализации. Формируемая концепция стратегического развития регионального ТЭК должна содержать по логике следующие основные блоки: организационно-правой, финансово-экономический, технико-технологический, социально-экономический, безопасности жизнедеятельности и экологии. Первый организационно-правовой включает в себя рассмотрение новых форм организации основных (базовых) структурных элементов ТЭКа РФ, это естественно энергокомпании - территориальные генерирующие компании (ТГК), и от их эффективной структуры зависит в большей степени рентабельность всей системы, т.к. фактически – электрические станции , закладывают начальный уровень коэффициента полезного деятельности (кпд) генерации энергии, а он (кпд) - полностью закладывает объемы затрат (себестоимости) на производство энергии и производственную рентабельность, как энергокомпании, так и последующей транспортировки энергии потребителю. Следовательно, аспект формирования новых, инновационных технологий (энергоэффективных) и организационных структур энергокомпаний, поиск новых механизмов управления и выбор эффективных стратегий развития имеет повышенную актуальность.

Автором предлагается, следующая конкретика концептуальных положений стратегического развития регионального ТЭК как интегральной экономической системы:

1. Разрабатываемая стратегия регионального ТЭК , должна в первую очередь соответствовать долгосрочным стратегиям ЭС -2020 и ЭС-2030, что позволит ей априори «держаться в системе общегосударственных интересов», развивая главные направления энегоэффективности и энергобезопасности.

2. Целью энергетической политики регионального ТЭК является максимально эффективное использование региональных природных энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для устойчивого роста региональной экономики, повышения качества жизни населения региона и содействия укреплению ее внешнеэкономических позиций.

3. Основа создания стабильной конкурентной позиции регионального ТЭК – эффективные капитальные вложения в новые энергетические технологии.

4. Безопасность и надежность энергетического оборудования — превыше всего.

5. Любая вводимая технология должна быть лучше предыдущей по уровню энергоэффективности и безопасности.

6. Стратегические цели регионального ТЭК должны быть реально достигаемы.

7. Приоритет финансирования научных исследований в энергетике.

8. Стратегия регионального ТЭК должна разрабатываться различными и независимыми группами(экспертами), но утверждаться заинтересованным собственником с привлечением ответственных консультантов(авторитетных специалистов).

9. При реализации стратегии регионального ТЭК необходимо постоянное обучение топ-менеджмент стратегическому управлению.

10. Эффективный контроль конъюнктуры и исследования энергетического рынка.

11. Обеспечение необходимой конфиденциальности информации по стратегии развития регионального ТЭК.

Значимым стратегическим показателем, является различие потенциалов региональных ТЭК. Дифференциация региональных ТЭК России, определена рядом различий, проявляющихся в исторической освоенности территории, в плотности населения территории, в обеспеченности запасами топливно-энергетических ресурсов, в климатических условиях, в географическом положении, а также в масштабах территории и т.п.

Основной проблемой стратегического развития региональных ТЭК РФ является проблема сглаживания региональной дифференциации.

Сглаживание дифференциации региональных ТЭК РФ достигается путем:

1. Строительства новой энергетической инфраструктуры в Восточной Сибири и Дальнем Востоке

2. Замедления развития энергоемких отраслей , что приведет к структурной трансформации в пользу менее энергоемких секторов и отраслей экономики

3. Экономии энергоресурсов

4. Создания энергопродукции с высокой добавленной стоимостью

5. Формирования рационального регионального ТЭБ

6. Применения тарифного, налогового, таможенного и антимонопольного регулирования

7. Применения технических регламентов, национальных стандартов и норм

8. Внедрения неуглеводородной энергетики

На основе вышеизложенного, выдвигается утверждение, что уровень стратегического развития регионального ТЭК РФ, в условиях жизненного цикла, в конечном счете, определится уровнем коэффициента его дифференцированности, при условии согласованности его цели, с глобальной целью федеральной энергетической стратегии.

Стратегическое развитие российского ТЭК определено «Энергетической стратегией России до 2020года», и горизонтами ЭС-2030, где определяется выход России в пятерку ведущих стран мира. Понятно, что без сильного и энергоэффективного ТЭКа России достичь такой цели невозможно, а это в свою очередь требует создания и поддержания в эффективном состоянии региональных ТЭК. Как обеспечить рост ВВП без роста выработки энергоносителей? Вряд ли это возможно. Надо понимать, что с одной стороны ТЭК – это локомотив экономики, а с другой стороны, если он неэффективен – он может дорого обходится другим секторам экономики и налогоплательщикам и экологии. Логично решить следующие задачи:

- ликвидировать изношенность основных фондов в энергетических отраслях до нормативных размеров;

- вводить дополнительные мощности в соответствии с развитием инфраструктуры региона;

- создавать и выпускать новую(побочную) конкурентоспособную продукцию на предприятиях регионального ТЭК;

-поддерживать и расширять в будущем региональную долю рынка ТЭР до пределов обеспечивающих стабильную позицию на энергетическом рынке страны;

- создавать рациональное соотношение экспорта – импорта с учетом мировых цен (а также учет соотношения внутренних и мировых цен).

У каждого регионального ТЭК имеется свой конкурентный потенциал, который определяет его классификационные свойства. Основные характеристики конкурентного потенциала регионального ТЭК включают:

- во-первых, его ресурсный потенциал ТЭР;
- во-вторых, его энергетические мощности;
- в-третьих, его транспортно-коммуникационные системы;
- в-четвертых, трудовые ресурсы;
-в–пятых, региональный экономический потенциал (характеризуемый валовым региональным продуктом и региональным спросом).

Резюмируя можно отметить, что эффективное взаимодействие всех вышеперечисленных характеристик, при растущем экономическом спросе на энергоносители и энергию, даст поступательное развитие регионального ТЭК.

У ТЭК Кемеровской области все вышеперечисленные характеристики конкурентного потенциала находятся на достаточно высоком уровне, что предопределяет выбор наиболее ***«сильных» стратегий развития*** регионального ТЭК.

УКД 622.4

ВЛИЯНИЕ КОМПОНОВКИ РОТОРА ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ РЕЗОНАНСА

Панова Н.В., к.т.н., м.н.с.
ИГД СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Вентиляторные установки с осевыми вентиляторами ВО-21К и ВО-24К спроектированными без трансмиссионного вала используются на ряде шахт и рудников. С учетом появления аэродинамических схем со сдвоенными листовыми лопатками рабочего колеса и переходом к одноступенчатому исполнению ротора определим возможность отказа от трансмиссионного вала для крупных высоконагруженных машин с диаметром рабочего колеса от 3000 до 5000 мм [1, 2].

Рассмотрены три схемы компоновки ротора: схема 1 – с трансмиссионным валом (рис. 1); схема 2 – без трансмиссионного вала, рабочее колесо (РК) максимально близко расположено к радиально-упорной подшипниковой опоре; схема 3 – без трансмиссионного вала, РК и исполнительный механизм поворота лопаток (ИМПЛРК) меняются местами.

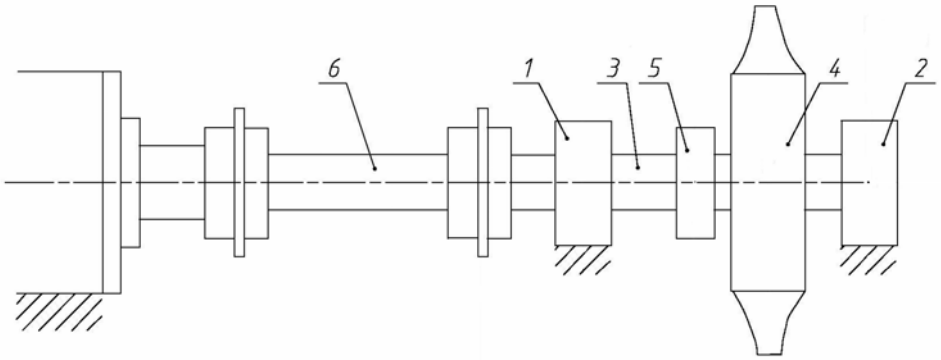


Рис. 1 – Компоновка ротора: 1 – радиальная подшипниковая опора; 2 – радиально-упорная подшипниковая опора; 3 – коренной вал ротора; 4 – РК; 5 – исполнительный механизм поворота лопаток РК; 6 – трансмиссионный вал

Основу исследований составили осевые вентиляторы с диаметром рабочего колеса 3000, 3600, 4300 и 5000 мм при окружных скоростях вращения по концам лопаток до 160 м/с. Длины коренного и трансмиссионного валов, а также массы РК и механизмов поворота лопаток РК приведены в таблице 1.

Таблица 1

D РК, мм	Масса РК, кг	Масса ИМПЛРК, кг	Длина трансмиссионного вала, мм	Длина коренного вала, мм
3000	3100	910	2690	2680
3600	5500	1790	3620	2850
4300	10300	3070	4565	3140
5000	15000	3570	5405	3590

При компоновке ротора по схемам 2 или 3 особого внимания требуют необходимая отстройка от резонанса и значения максимальных деформаций коренного вала, так как расстояние между подшипниковыми опорами для данных схем компоновки составляет от 5300 до 9000 мм.

Для предотвращения попадания в резонансные зоны при высоких скоростях вращения необходимо определять частоты собственных колебаний вала и выполнение условия $\omega_{\text{рабочая}} < 0.7\,\omega_{\text{собственная}}$ [3]. В процессе вращения вал получает некоторое отклонение, и центр тяжести рабочего колеса начинает двигаться по окружности радиусом *y*. Тогда на рабочее колесо действуют центробежная сила и сила упругости:

$$C = \omega^2 m y\,,\ F = y/\Delta\,,$$

где Δ – прогиб среднего сечения вала от действия единичной силы.

Частоты вращения, при которых наступает равенство центробежных сил и сил упругости, называются критическими (собственными). В момент начала потери устойчивости, когда $C = F$, прогибы могут безгранично возрастать. Следовательно $\omega_к = 1/\sqrt{\Delta m}$, тогда критическая частота вращения $n_k = 30\omega_k/\pi$ (мин$^{-1}$).

Под действием центробежной силы *C* и момента *M* вал в месте крепления рабочего колеса прогибается на величину *y* и поворачивается на угол φ:

$$y = \alpha C - \delta M\ ;\ \varphi = \gamma C - \beta M$$

где α и γ – прогиб и угол поворота от действия единичной силы, δ и β – прогиб и угол поворота от действия единичного момента.

В результате ряда преобразований получено выражение для определения критической угловой скорости:

$$\omega_k = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2}\left(\alpha m - \beta J_m\right) + \sqrt{\frac{1}{4}\left(\alpha m - \beta J_m\right)^2 + m J_m\left(\alpha\beta - \gamma^2\right)}}}\,.$$

Если $J_m = 0$, то получим известный результат $\omega_k = \frac{1}{\sqrt{\alpha m}}$.

Собственные частоты колебаний ротора при учете влияния гироскопического момента повышаются (рис. 2), особенно это влияние существенно для роторов рабочие колеса которых расположены вблизи радиально-упорной подшипниковой опоры. В случае учета гироскопического момента и компоновки ротора по схеме 3 значения собственных частот колебаний повышаются не более чем на 5 %, в случае компоновке по схеме 2 на 35 %. При компоновке ротора по схеме 1 значения собственных частот колебаний повышаются в 2 – 3 раза по сравнению с компоновкой ротора по схемам 2 и 3.

При учете гироскопического момента высоконагруженных роторов осевых вентиляторов с расположением рабочего колеса на расстоянии не более 900 мм от радиально-упорной подшипниковой опоры и компоновке ротора без трансмиссионного вала собственные частоты колебаний ротора повышаются на 35 %, а при компоновке ротора с трансмиссионным валом в два раза.

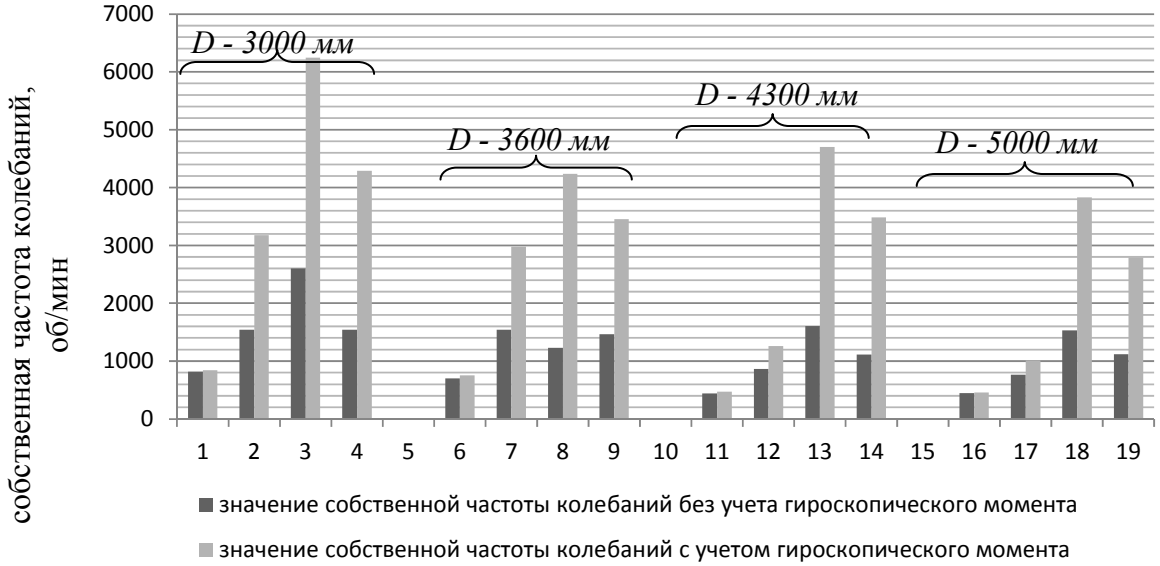


Рис. 2. Влияние гироскопического момента на собственные частоты колебаний ротора в зависимости от его конфигурации:

1, 6, 11, 16 – коренные валы по схеме компоновки 3;
2, 7, 12, 17 – коренные валы по схеме компоновки 2;
3, 8, 13, 18 – коренные валы по схеме компоновки 1;
4, 9, 14, 19 – коренные валы с уменьшенными диаметрами на 15 - 25 %

Исходя из ряда проведенных исследований и можно сделать вывод, что применение компоновочных схем 2 и 3 для высоконагруженных осевых вентиляторов с диаметром рабочего колеса от 3000 до 5000 мм нецелесообразно, вследствие меньшей надежности, вызванной минимальной отстройкой от резонанса и значительными прогибами, а так же трудоемкостью доставки и монтажа длинных коренных валов.

Список использованной литературы:

1. Петров Н.Н., Попов Н.А., Русский Е.Ю. Разработка научных основ и освоение производства нового ряда осевых вентиляторов // ФТПРПИ. – 2007. – № 3.

2. Панова Н.В., Спиридонов Е.А., Андреев А.И. Особенности регулирования и реверсирования режима работы крупных высоконагруженных осевых вентиляторов серии ВО // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2013. – №6.

3. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин // Справочник – М.: Машиностроение, 1993.

Аннотация: рассмотрено влияние гироскопического момента на собственные частоты колебаний ротора высоконагруженных осевых вентиляторов в зависимости от его конфигурации.

Annotation: the report deals with the influence of the gyroscopic moment on the natural frequencies of vibrations of the rotor of highly loaded axial fans depending on its configuration.

УДК 622.647.2

МОНТАЖ СТАНЦИЙ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АНКЕРНОЙ КРЕПИ И МИНЕРАЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Г.В.Райко, главный технолог ООО «РАНК 2» г. Кемерово

В настоящее время в Кузбассе ежегодно монтируется более 100 ленточных конвейеров. Большинство приводных, концевых и натяжных станций ленточных конвейеров монтируется на бетонных горизонтальных или наклонных фундаментах с креплением к последним анкерными болтами.

Также накоплен опыт закрепления узлов ленточного конвейера анкерами с закачиванием в породы почвы полимерных смол. Применение данной технологии ограничено по причине обводнённости большинства шахтных выработок. Кроме того, в водоносных слоях пород почвы существует течения, подземные ручьи, что делает невозможным применение полимерных смол.

В связи с этим была рассмотрена возможность анкерного крепления ленточных конвейеров непосредственно к почве выработки на минеральную композицию. Разработанная рецептура минеральной композиционной смеси позволяет работать в условиях большой обводнённости, подземных водотоков и возможных сдвиговых нагрузок на анкерную крепь.

В настоящее время для установки в шпуры Ø43 мм изготавливаются анкеры с диаметром головки Ø41,5 мм, в шпуры Ø30 мм - анкеры с диаметром головки Ø28,5 мм.

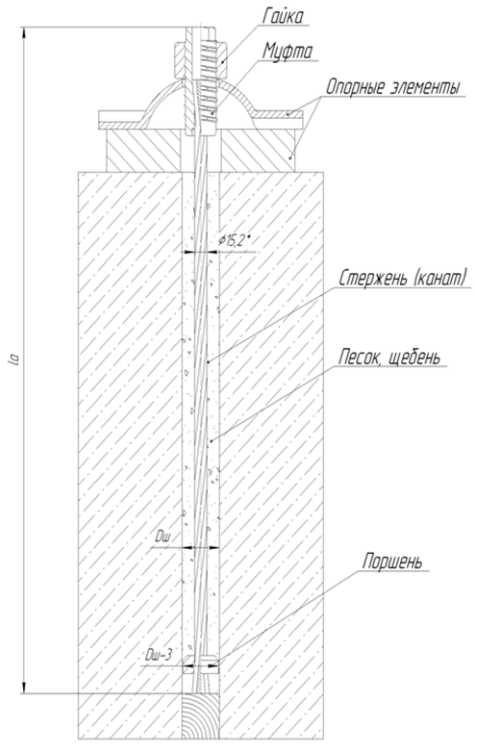


Рис.1. Схема закрепления канатного анкера сыпучей (неразмокающей) МК в шпуре

Расчёт параметров анкерной крепи для монтажа станций ленточных конвейеров производится следующим образом. По гипотезе Цимбаревича [1, 2] пролёт свода давления в почве горной выработки меньше пролёта свода давления в кровле выработки на ширину призмы сползания. В соответствии с [3] рассчитываются максимальная глубина и контур свода давления в почве выработки. Затем, с учётом параметров свода давления, конструкции и горнотехнических условий работы ленточного конвейера определяется схема расположения анкеров, их типы и глубина заложения. Надёжность закрепления конвейера обеспечивается закреплением анкеров (рис.1) в устойчивых породах почвы за пределами свода давления (рис. 2). Если, изготовленные из стального прутка анкеры, невозможно использовать из-за повышенного опрокидывающего момента или размеров выработки, применяются канатные анкеры глубокого заложения.

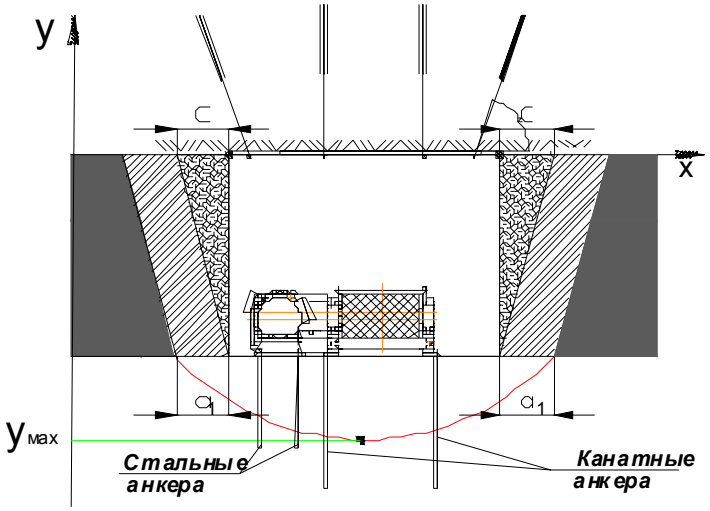


Рис. 2. – Закрепление анкеров за пределами свода давления.

На шахтах Кузбасса по данной технологии оборудование монтируется непосредственно на почву выработки с применением стальных анкеров и канатных анкеров, закрепляемых на всю длину шпура, минеральной композицией.

Первый опыт закрепления разгрузочной, приводной, концевой и натяжной станций ленточного конвейера был получен на конвейерном штреке №1729 шахты «Комсомолец». Расчёт параметров анкерной крепи станций конвейера 2Л1000А с полным заполнением шпуров минеральной композицией произведён на основании методики свода давления, а также рассчитан методом граничных элементов. В горно-геологических условиях с неоднородной почвой в мульдовой части пласта, минеральная композиция показала хороший результат, запуск ленточного конвейера прошел без осложнений. Осуществлялся авторский контроль за соблюдением технологии бурения и закрепления анкеров минеральной композицией, а так же последующий мониторинг надёжности закрепления конвейера. За весь срок эксплуатации конвейера нареканий на качество его закрепления не было.

В сравнении с альтернативными, предлагаемая технология монтажа ленточных конвейеров позволяет существенно снизить материальные затраты, а также сократить сроки монтажа оборудования, см. табл. 1.

Таблица 1.– Сравнение показателей монтажа приводной станции ленточного конвейера КЛК 1000 по альтернативным технологиям

№ п/п	Показатели	Технологии монтажа приводной станции ленточного конвейера		
		АК01 и АКМ 20.01, закрепляемые минеральной композицией	**Бетонный фундамент**	**С применением полимерных смол**
1	Материалы	анкер АК.01П (L=3м) – 34 шт. АКМ 20.01(L=2м) – 11 шт. минеральная композиция -279 кг	объем бетона 24,5м^3	Анкер самозабуривающийся (L=3м) – 34 шт., нагнетательная трубка с функцией анкера (L=2м) – 11 шт., смолы – 1040 кг
2	Дополнительное оборудование	-	-	+ (пневматический двухкомпонентный насос)
3	Срок монтажа, сут.	1-2	12-14	2-3
	Стоимость, %.			
	Материалы	15,6	44,5	100
	Заработная плата	35,1	100	32,2

	Сметная стоимость (без НДС)	31,1	68,6	100

* данные представлены без учёта затрат на взятие котлована, которые напрямую зависят от крепости пород почвы и приобретают особое значение в условиях рудников.

Технология монтажа ленточных конвейеров и др. стационарного шахтного оборудования на анкеры, закрепляемые минеральной композицией, позволяет:

- в несколько раз снизить трудоёмкость работ и сроки монтажа оборудования;
- в 2-3 раза снизить затраты на материалы и заработную плату рабочих;
- за счет закрепления анкеров в устойчивых породах основной почвы и по всей длине шпура, повысить надежность монтажа в сравнении с существующими технологиями.

На сегодняшний день по предлагаемой технологии смонтировано уже более 50 ленточных конвейеров на следующих шахтах: «Чертинская Коксовая» (2Л100), «им. 7 Ноября» (1Л-120, КЛКТ-1200), «Красноярская» (КЛК-1200, 1ЛЛТ-1200-03), «Северная» ОАО «Воркутауголь» (3Л120Б), «Комсомолец» (2Л1000А, 1ЛЛТ-1200, КЛКТ-1200), «Полысаевская» (1ЛЛТ-1200-03), «Шахта-разрез «Инской» (3ЛЛТ-1000, 2ЛЛТ-1000) и др.

Источники информации:

1. Цимбаревич П.Н. Механика горных пород. Углетехиздат, М., 1948 г. – 184с.
2. А.П. Широков, Б.Г. Писляков. Расчет и выбор крепи сопряжений горных выработок. М. Недра, 1978, 304 с.
3. Геомеханическое состояние приконтурного массива демонтажной камеры / В.Е. Ануфриев, С.И. Калинин и др.; под ред. В.Ю. Изаксона; Ин-т угля и углехимии СО РАН, ООО РАНК. – Кемерово, 2006. – 80 с.
4. Семеновский В.Н. Штанговая крепь. Издательство «НЕДРА», Москва 1965г.

622.278

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ УГОЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ

Риб С.В., старший преподаватель
ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет» г. Новокузнецк, Россия

Аннотация

Обоснована актуальность исследований, направленных на установление закономерностей деформирования неоднородных угольных целиков с целью обеспечения их устойчивости для поддержания охраняемых целиками горных выработок в рабочем состоянии. Предложены методические подходы к оценке геомеханического состояния целиков. Обозначены перспективы прогноза параметров неоднородных угольных целиков посредством численного моделирования методом конечных элементов.

Ключевые слова: неоднородный угольный целик, численное моделирование, метод конечных элементов, горная выработка.

Annotation

The urgency of research aimed at establishing patterns of inhomogeneous deformation of coal pillars in order to ensure their sustainability for the maintenance of protected entirely mine workings in working condition. Methodical approaches to the evaluation of the geomechanical state pillars. The prospects for the forecast parameters of inhomogeneous coal pillars by means of numerical simulation by finite element method.

Keywords: heterogeneous coal pillars, numerical modeling, finite element method, mine.

Современные технологии подземной угледобычи характеризуются интенсификацией процессов выемки угля в длинных комплексно-механизированных забоях (КМЗ) при отработке, как правило,

пологих угольных пластов средней мощности. Для обеспечения эффективной и безопасной подготовки и отработки угольных пластов применяется многоштрековая схема, при которой между выработками оставляются угольные целики шириной до 60 м. Широкий целик приведёт к неоправданным потерям угля и уменьшению срока службы шахты, а эксплуатация узких целиков является опасной по условиям поддержания охраняемых целиками горных выработок.

На устойчивость угольных целиков влияет много факторов: глубина разработки, угол падения пласта, прочность угля в целике, прочность вмещающих пород, расстояние до выработанного пространства, склонность угольного пласта к газодинамическим явлениям и др. Предлагается ввести понятие комплексного фактора неоднородности угольных целиков, включающего влияние на устойчивость целиков породных прослойков, твёрдых включений, контактов породных слоёв, плывунов, пустот, дизъюнктивов и др.

Как правило, в Кузбассе отрабатываются угольные пласты сложного строения. В качестве примера рассмотрен угольный целик на пласте сложного строения (рисунок 1). Целик шириной 30 м целик был разрушен под влиянием опорного горного давления, возникшего при отработке вышележащего выемочного столба. Это привело к пучению пород в вентиляционном штреке №3 и отжиму угля с боков. Для восстановления штрека было принято решение о поддире почвы и восстановлении штрека в эксплуатационном состоянии (рисунок 2).

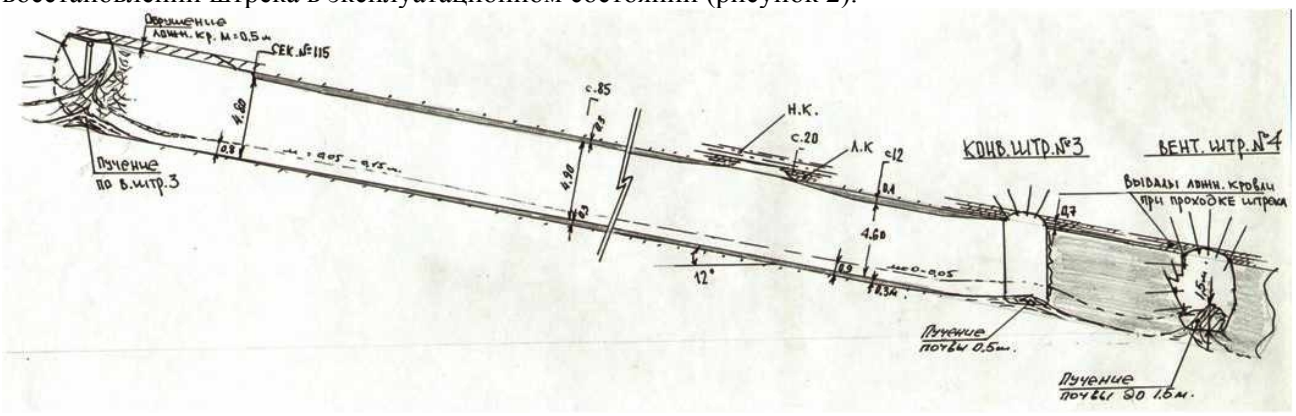


Рисунок 1 - Схема деформирования неоднородного целика под влиянием опорного горного давления

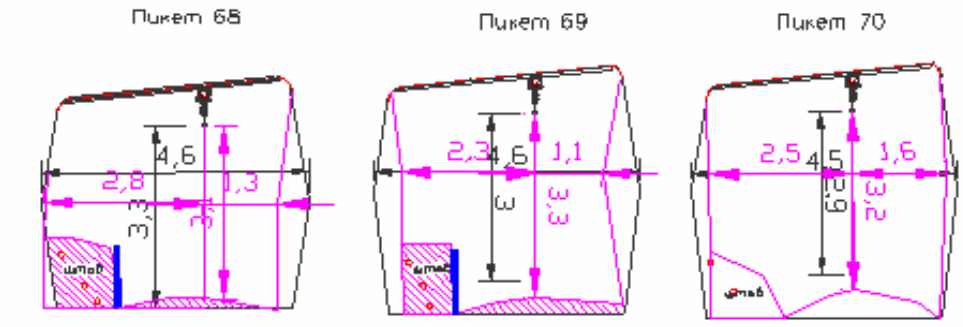


Рисунок 2 - Поперечное сечение вентиляционного штрека по пикетам

Существующие нормативные документы и методики, например [1,2], не учитывают влияния всего многообразия факторов и условий ведения горных работ на изменение геомеханического состояния неоднородных угольных целиков, то есть их применение не обеспечивает устойчивость выработки при охране неоднородными целиками.

В этой связи актуальными являются исследования, направленные на установление закономерностей деформирования геомассива с целью определения комплексного фактора неоднородности угольных целиков и обеспечения их устойчивости для поддержания горных выработок в рабочем состоянии.

Исследования предлагается осуществлять в два этапа:

- при разработке проектной документации в виде проектов строительства шахт и паспортов выемочного участка;

- при корректировке проектных решений по результатам мониторинга состояния целика в процессе ведения горных работ.

На **первом** этапе проводится численное моделирование геомеханического состояния неоднородных целиков методом конечных элементов для выявления закономерностей влияния неоднородностей пласта на устойчивость целика. В результате полученная совокупность установленных зависимостей позволит определить параметры неоднородных целиков и прогнозировать их напряжённо-деформированное состояние (НДС) для конкретных горно-геологических условий и горнотехнических ситуаций.

На **втором** этапе в процессе ведения горных работ после проведения горных выработок и формирования целика проводится мониторинг геофизическими методами, визуальными и инструментальными наблюдениями состояния выработок и целика и осуществляется корректировка проектных решений.

Автором разработана программа исследований влияния горно-геологических и горнотехнических факторов на НДС неоднородных целиков, которая показана в таблице 1.

Таблица 1 Программа исследований

Наименование параметра		Сим-вол	Размерность	Базовое значение	Пределы изменения	Диапазон изменения
1		2	3	4	5	6
Ширина целика		$b_{цел}$	м	10	2-40	2
Форма целика		$b_{цел}$ /h		5	3-15	1
Мощность пласта		m	м	3	1-6	0,5
Предел прочности угля		$\sigma_{сжу}$	МПа	10,0	5,0-20,0	2
Породные прослойки	мощ-ность	$h_п$	м	0,5	0-1,5	0,1
	предел прочности	$\sigma_{сж.п}$	МПа	20	5-60	5
	количество	n	шт	1	0-5	1
	положение прослойки по высоте			в средней части целика	в верхней части целика , в нижней части целика	
Минерализованные включения	мощ-ность	$h_{м.в}$	м	1	0-1,5	0,1
	предел прочности	$\sigma_{сж.м}$	МПа	10	10-200	10
	ширина включения	$b_в$	м	0,5	0,5-20,0	0,5
	количество	n	шт	1	0-6	1
	положение включения по высоте			в средней части целика	в верхней части целика , в нижней части целика	
	положение относительно верт. оси			по вертикальной оси	ассиметрично относительно оси	

	форма включения			куб	куб, плоскость, цилиндр	
Прочность пород:	кровли	$\sigma_{сж.к}$	МПа	60	5-100	5
	почвы	$\sigma_{сж.п}$	МПа	50	5-100	5
Условия на контактах целиков с породами кровли и почвы				неполное сцепление и сухое трение	полное сцепление; на контактах пластичные прослойки	
Длина выработанного пространства		L	м	100,0	100-300,0	50,0
Коэффициент концентрации напряжений		K		1	1-6	1

Ранее автором уже получены промежуточные результаты влияния породных прослойков на НДС неоднородного целика [3] и подтверждена возможность применения метода конечных элементов для прогноза параметров устойчивого неоднородного угольного целика [4]. Кроме условий, обозначенных в программе исследований может представлять интерес техногенное воздействие на состояние целика, а именно: разгрузочные скважины, анкера, различные виды упрочнения стенок целиков. Разгрузочные скважины, в свою очередь, могут быть отнесены к неоднородностям в целиках.

Для исследования предлагается использовать численное моделирование геомеханического состояния неоднородных ленточных целиков посредством решения дифференциальных уравнений механики анизотропной среды методом конечных элементов [5]. Метод конечных элементов реализуется с помощью алгоритма и программного обеспечения, разработанных на кафедре геотехнологии СибГИУ [6] и адаптированные автором для решения поставленных задач. Модифицированный к задачам исследований пакет программ CoalPillar предназначен для моделирования процессов изменения смещений, напряжений и деформаций под влиянием природных полей напряжений и горных выработок в углепородном массиве. Авторские компьютерные программы выполнены на языке Фортран - 90 в среде программирования Microsoft Developer Studio. Визуализация и обработка полученных результатов проводится с помощью программы SURFER.

Таким образом, разработанная модель численного моделирования позволит прогнозировать параметры неоднородных угольных целиков на стадии разработки паспортов выемочных участков и другой проектной документации, а предлагаемый алгоритм оценки устойчивости неоднородных целиков при изменении горно-геологических и горнотехнических условий позволит вовремя принять соответствующие профилактические мероприятия, что повысит безопасность горных работ.

Список литературы

1. Указания по рациональному использованию, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 222с.

2. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам (РД 05-328-99). В сб.: Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах (Сборник документов) / Колл. авт. – М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2000. – 119 с.

3. Риб С.В. Закономерности распределения напряжений в неоднородных угольных целиках / Риб С.В.// Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых : сб. науч. ст. – Новокузнецк: 2008. – С. 148–153.

4. Артемьев В.Б. Охрана подготовительных выработок целиками на угольных шахтах: Монография [Текст]/ Артемьев В.Б., Коршунов Г.И., Логинов А.К., Ютяев Е.П., Шик В.М.// СПб.: Наука, 2009.- 231 с.

5. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике [Текст] / А.Б. Фадеев. – М.: Недра, 1987. – 221 с.

6. Фрянов В.Н. Состояние и перспективы развития безопасной технологии подземной угледобычи/ В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова.- Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 238 с.

УДК 622.28

ОБЗОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНОЙ БЕТОННОЙ КРЕПИ

Садовец В.Ю. доцент, Пашков Д.М. студент
КузГТУ, Россия, Кемерово

Аннотация. Приведен обзор технических решений устройств для механизации возведения монолитной железобетонной крепи, описан принцип их работы, а также выявлены их основные недостатки.

Abstract. Provides an overview of technical solutions devices for mechanization construction of monolithic reinforced concrete lining, described how they work, as well as identifying their main drawbacks.

При возведении горных выработок, подземных сооружений и магистральных тоннелей одним из основных процессов, определяющих скорость и стоимость образования полости в подземном пространстве, является крепление. По сравнению с другими технологическими операциями проходческого цикла возведение постоянной крепи характеризуется большой долей ручного труда [1].

Степень механизации процесса возведения постоянной крепи может достигать для существующих конструкций металлической крепи - 0,5, деревянной - 0,59, монолитной бетонной - 0,71, анкерной - 0,8, набрызгбетонной − 0,95 [2].

Высокая степень механизация технологического процесса возведения монолитной бетонной крепи достигается применением механизированных опалубок. Форма опалубки зависит от требуемой формы поперечного сечения проводимой выработки. Наибольшие трудности механизации возникают при проведении выработок круглого сечения [3]. Рассмотрим некоторые технические решения механизированных опалубок.

Механизированная шагающая опалубка [4] состоит из четырех секций 1, которые имеют возможность поворота во внутрь опалубки (рис. 1). Эти секции связаны гидродомкратами 3 и 4 с несущей рамой 5, имеющей в вертикальном сечении П-образную форму (рис. 1). После возведения монолитной бетонной крепи, убирают винтовые домкраты 11 и 12 порталов 9 и 10. Затем мостовую раму 8 передвигают лебедкой 13 до упора в несущую раму 5, закрепленную в возведенной крпи, выдвигают винтовые домкраты 11 до упора в подошву выработки. Посредством гидродомкратов 3 открывают секции 1 опалубки от бетонной обделки туннеля, а посредством гидродомкратов 4 осуществляют радиальный сдвиг секции 1, приведя тем самым опалубку в транспортное положение. После этого электролебедкой 13 производят перемещение несущей рамы 5 (катками 7) с секциями 1 опалубки по мостовой раме 8 в исходное положение для бетонирования следующего участка туннеля. Гидродомкратами. 3 и 4 приводят секции 1 опалубки в рабочее положение и производят бетонирование. Далее цикл повторяется.

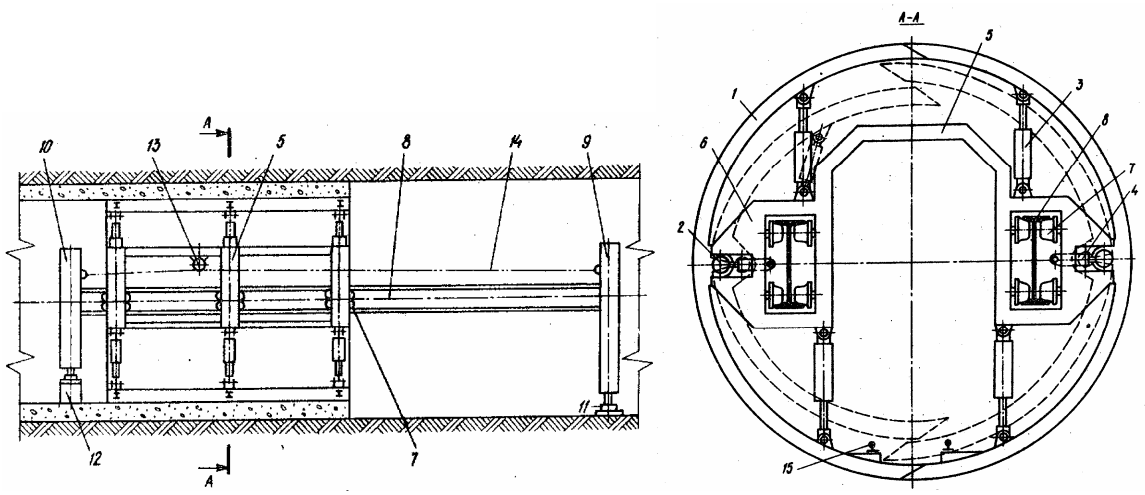


Рисунок 1 Механизированная шагающая опалубка.

Передвижная опалубка для возведения обделки тоннеля [5], состоит из опалубочных секций 1, шарнирно соединенных между собой, механизма 3 для установки опалубочных секций в рабочее положение за счет гидроцилиндров 4, каретки 5, размещенной в нижней зоне опалубки и перемещающейся по направляющим 6 (рис. 2).

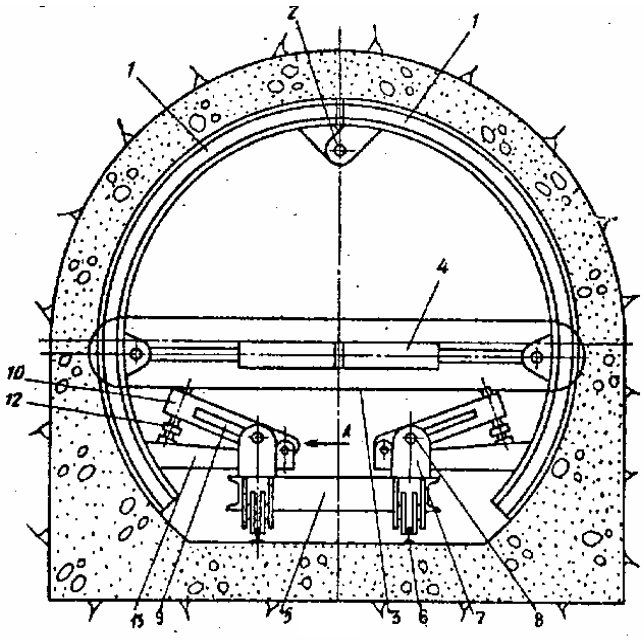


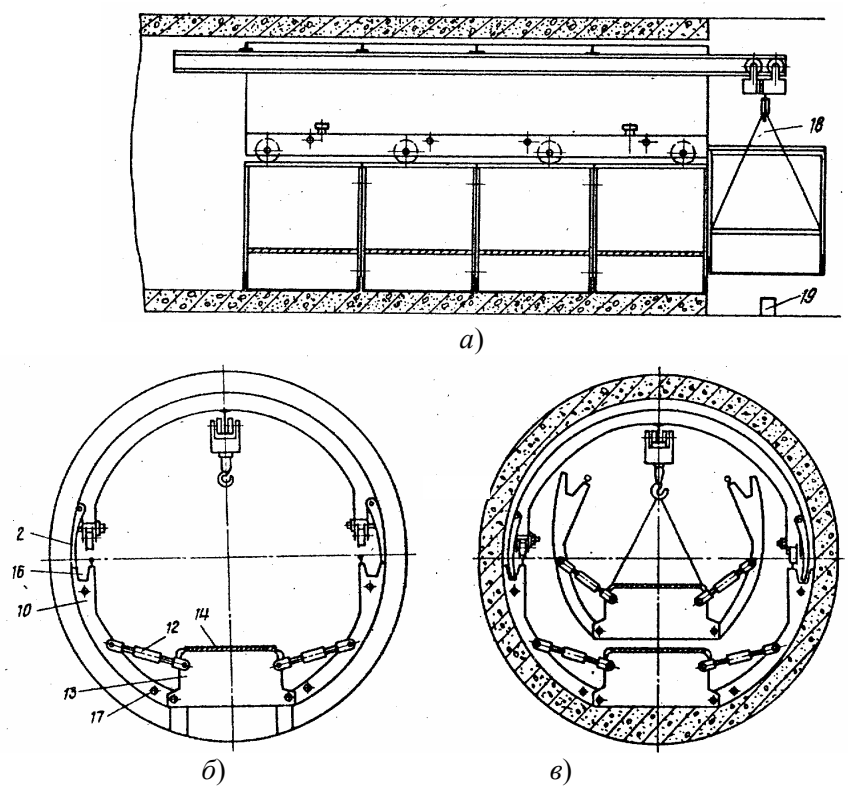
Рисунок 2 Передвижная опалубка для возведения обделки тоннеля

После фиксирования устройства перемещения опалубки в месте бетонирования, гидроцилиндрами разводят опалубочные секции, вращая их одним концом в шарнирном соединении, а другим, - перемещая вдоль прорези 9 планки 10 одновременно в поперечном и вертикальном направлениях до требуемого положения. Затем производят нагнетание бетонной смеси, а после достижения бетоном необходимой прочности секции 1 отрывают от обделки.

Подвижная опалубка (рис. 3) предназначена для возведения монолитной крепи и уменьшения трудоемкости по перемещению опалубки в полости выработки [6]. Подвижная опалубка состоит из пяти составных секций и монорельса с катками, установленными в верхней части опалубки. Монорельс имеет возможность образования консолей с обеих сторон опалубки, и выполнен короче донного щита не менее чем на одну составную секцию.

Движение опалубки производится путем отрыва последней секции и перемещения ее по монорельсу на бетонируемый участок выработки (рис. 3 *а* и *в*). Процесс возведения крепи исключает применение переставных или передвижных рельсовых путей, снижает затраты на перемещение опалубки. Особенно эффективно представленное техническое решение для возведения железобетонных

монолитных крепей с массивным армирующим каркасом, выставляемым впереди фронта бетонирования.



а) *б*) *в*)

Рисунок 3 Подвижная опалубка

Устройство для возведения обделки подземного сооружения из монолитного бетона (рис. 4) содержит основание 1, опорно-транспортный мост 2, боковые дугообразные опалубочные секции 3 и 4, верхнюю секцию 5, механизм отрыва секций в виде гидроцилиндра 6, шток 7 которого шарнирно соединен с верхней секцией, а цилиндр подвижно соединен с основанием [7].

Перед заливкой бетонной смеси в заопалубочное пространство боковые и верхняя опалубочные секции занимают положение, показанное на рис. 4 а, сплошной линией. После заливки бетонной смеси и достижения определенной прочности бетона включается механизм отрыва секций путем поочередного отрыва верхней 5 и боковых секций 3 и 4. После этого при помощи гидродомкрата 10 опорно-транспортный мост перемещает сложенную опалубку и опорные гидродомкраты вдоль тоннеля на величину заходки.

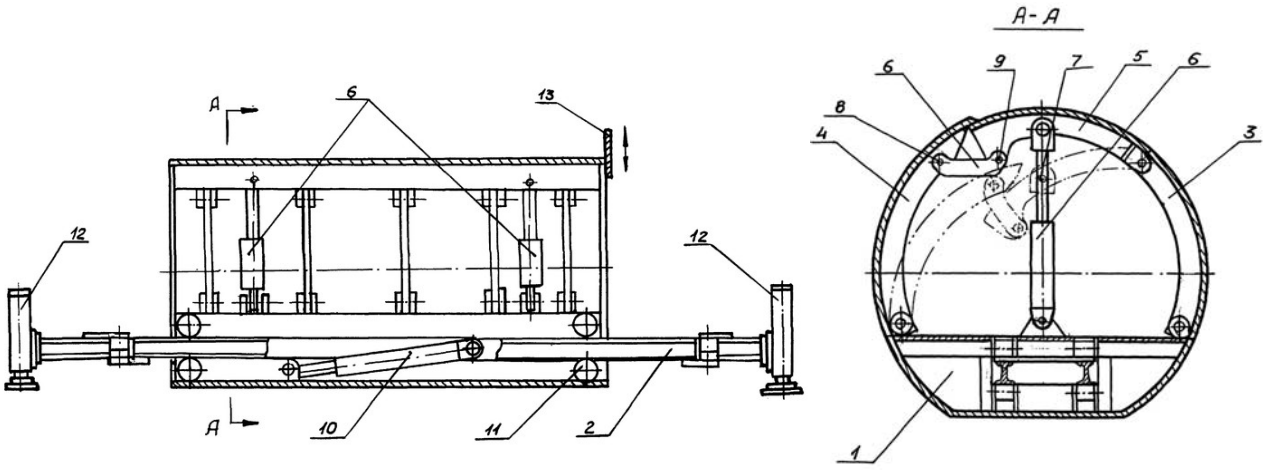


Рисунок 4 Устройство для возведения обделки подземного сооружения из монолитного бетона.

Выполнение верхней секции дугообразной, а шарнирного узла боковой секции в виде коромысла, подвижно закрепленного на осях, расположенных в отверстиях боковой и верхней секций, позволяет снизить расход бетонной смеси, повысить качество поверхности обделки и уменьшить усилие отрыва секций.

Проведенный анализ конструктивных решений механизированных обделок и принципов их работы выявил следующие их недостатки:

- внутренние пространство опалубок занято оборудованием для возведения крепи, что затрудняет перемещение материалов, оборудования и людей в забой выработки и обратно;
- необходимо возведение временной крепи;
- требуется установка специальных устройств перемещения – переставных или передвижных рельсовых путей;
- отсутствие возможности проведения выработок при условии – насколько переместились столько и закрепили.

Список литературы

1. Аксенов В.В., Казанцев А.А., Дортман А.А. Обоснование необходимости создания систем крепи горных выработок при проходке геовинчестерной технологии / Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S3. С. 138-143.
2. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений и конструкций крепей. – М.: Недра, 1992. – 415 с.
3. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Оценка необходимости создания крепевозводящего модуля геохода и его функциональных устройств. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S3. С. 9-14.
4. Патент СССР 23.03.1981 - SU 815229.
5. Патент СССР 15.09.1986 - SU 1257189.
6. Патент СССР 30.07.1982 - SU 947433.
7. Патент РФ 20.06.2000 - № 2151298.

УДК 622.236

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ РАЗРУШЕНИЯ УГОЛЬНОГО МАССИВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Сиволапова А.С.
студентка группы ГБ-101, ФГБОУ ВПО Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (Кемерово, Россия)
Адамков А.В.
к.т.н. доцент, кафедры РМПИ ПС, ФГБОУ ВПО Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (Кемерово)

Abstract

Advantages and disadvantages of combin technology of roadway construction are revealed. Taking into account the revealed disadvantages, the tunneler and the technology of carring out mine workings by kerving block way are developed.
(ill. 2, Tab. 1. References: 14)

Аннотация

Отмечены достоинства и недостатки разрушения массива горных пород при проведении выработок. С учетом выявленных недостатков разработан, проходческий агрегат и способ разрушения при проведении горных выработок врубоблочным способом.
(Рис.2. Табл. 1. Библиогр. 14 источников.)

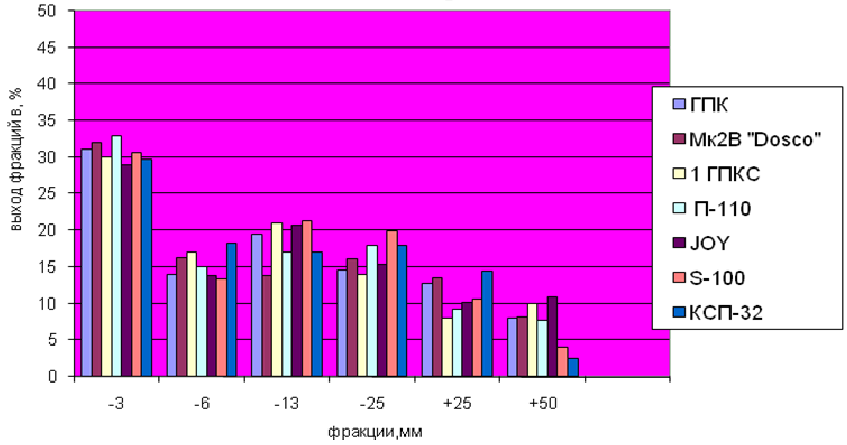
В настоящее время разрушение угольного массива при проведении подготовительных выработок осуществляется проходческими комбайнами избирательного действия.

Разрушение угольного массива при проведении подготовительных выработок при помощи проходческих комбайнов избирательного действия несмотря на бесспорные достоинства имеет следующие существенные недостатки: при разрушении горных пород высокая запыленность воздуха в выработке в десятки раз превышающая допустимые санитарные нормы, переизмельчение разрушаемого массива (содержание мелочи в раздробленной массе угля с величиной комков класса 0-25 мм. достигает 85%). Результаты исследований гранулометрического состава разрушенного угля при проведении подготовительных выработок на шахтах Кузбасса представлены в табл.1 и диаграмме на рис.1.[1]

Таблица 1. Гранулометрический состав разрушенного массива на шахтах Кузбасса

Класс, мм	ОАО «Шахта имени С.М. Кирова»			ОАО «Шахта Заречная»	
	Комбайн				
	ГПК	12СМ15 «JOY»	П – 110	1ГПКС	Мк2В «Dosco»
	Выход классов в % от веса пробы				
50 – 100	6,08	8,14	7,2	8,6	5,77
25 – 50	14,69	13,52	12,3	9,73	13,25
Более 25	20,77	21,66	19,5	18,33	19,02
13 – 25	13,25	16,68	20,2	14,06	15,88
6 – 13	20,78	11,9	12	20,73	22,5
3 – 6	11,86	14,76	18,3	15,88	14,3
0 – 3	33,34	35	30	31	28,3
0 – 25	79,23	78,34	80,5	81,67	80,38
Всего	100	100	100	100	100

Рис.1. Гранулометрический состав разрушенного угольного массива проходческими комбайнами избирательного действия



Минимальная энергоемкость процесса разрушения и снижение измельчения угля достигаются путем целесообразного выбора конструктивных и режимных параметров, схемы набора рабочего инструмента, соотношения скоростей резания и подачи и др. [1,2,3,4,]

Исследования, выполненные ранее применительно к роторным исполнительным органам проходческих комбайнов, позволили установить, что путем предварительного нарезания щелей, ослабляющих массив, возможно, существенно улучшить итоговые показатели процесса разрушения горной породы. Возникло предположение, что предварительное ослабление массива щелями, нарезанными тем или иным механическим или не механическим способом, может облегчить и повысить показатели эффективности процесса разрушения угольного массива. [4]

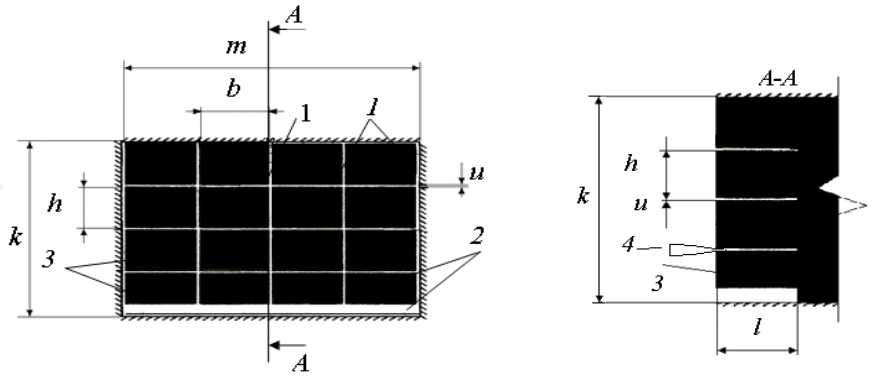
Как известно, наименьшее усилие и энергоемкость разрушения угля могут быть достигнуты в процессе отрыва (скола) отдельных кусков от массива. При этом энергоемкость разрушения можно полагать пропорциональной пределу прочности угля растяжению G_p, как наименьшему его сопротивлению по сравнению с другими видами деформаций. Разрушение угольного массива отрывом (сколом) позволит, кроме того, уменьшить пылеобразование и улучшить сортность. При этом способе разрушения проникновения в массив устройств отрыва (скола) может осуществляться через шпуры или щели. [1,2]

За последние годы выполнен значительный объем исследований по разработке и обоснованию новых методов, способов и средств разрушения массива горных пород. [1,2,3,4,5,6,7,8] Рассмотренные

работы указывают на целесообразность перспективность проведения дальнейших исследований и разработок комбинированных способов и средств разрушения горных пород.

В результате теоретических и экспериментальных исследований нами разработан проходческий агрегат (патент RU №2209979). [1,9,10,11] На рис.2 представлена схема обработки забоя и параметры блоков разрушения угольного массива проходческим агрегатом.

Рис.2. Схема обработки массива и параметры блоков при разрушении врубоблочным способом: 1-*первый вертикальный вруб, 1-вертикальный вруб, 2горизонтальный вруб, 3-угольный блок, 4-клиновидный исполнительный орган, u-высота вруба, k-высота выработки, m-ширина выработки, b-ширина блока, h-высота блока, l-глубина вруба (длина блока).*



Разрушение угольного массива врубоблочным способом при помощи проходческого агрегата наиболее целесообразно осуществлять следующим образом: в угольном массиве баровым исполнительным органом, расположенным слева от продольной оси агрегата проводят первый вертикальный вруб 1на всю высоту выработки. От первого вертикального вруба 1, правым баровым исполнительным органом по кровле выработки проводят горизонтальный вруб до правого борта выработки. Одновременно левым баровым исполнительным органом, на определенном расстоянии проводят вертикальные врубы *1* до левого контура выработки. После проводят горизонтальные врубы 2, начиная по почве выработки левым и правым баровым исполнительным органом, причем горизонтальный вруб по почве выработки целесообразно проводить на высоту трех врубов с целью дополнительного обнажения массива для обеспечения скола блоков. При переходе на выемку третьего снизу горизонтального вруба обоими барами, начинается откалывание блоков клиновым устройством между первым и вторым горизонтальными врубами и далее очередных в направлении снизу вверх. После завершения выемки горизонтальных врубов в верхней части выработки начинают выемку вертикальных врубов в новой заходке в нижней части выработки. Характерной особенностью врубоблочного способа разрушения является совмещение операций по образованию врубов и разрушению блоков: баровыми исполнительными органами осуществляется образование врубов, одновременно с производством врубов с некоторым отставанием клиновидным исполнительным органом разрушают угольные блоки, и далее процессы образования и отламывания блоков производятся одновременно.

Достоинствами данного способа является его относительная простота, использование в качестве базовых хорошо развитых технологий и техники, сравнительно низкая энергоёмкость, обусловленная тем, что разрушение угольного блока происходит путем крупного скола. Гранулометрический состав разрушенного угля является одним из показателей эффективности разрушения. Гранулометрический состав разрушаемого массива характеризует энергоемкость процесса разрушения. Чем крупнее раздроблен угольный массив, тем меньше энергии затрачено на его разрушение. Энергоемкость разрушения-скола блоков существенно ниже, чем энергия, затрачиваемая на образование врубов, что и обуславливает эффективность всего разрушения. Снижение пылеобразования при разрушении массива значительно повысит безопасность и комфортность работ.

Список литературы

12. Егошин, В.В. Гранулометрический состав разрушенного угольного массива при проведении конвейерного штрека / В.В. Егошин, А.В. Адамков // Вестн. Кузбас. гос. техн. ун-та. - 2002. - № 4. С. 17-18.

13. Кичигин, А.Ф. Механическое разрушение горных пород комбинированным способом. – М.: Недра, 1972. – 256 с.

14. Бунин В.И., Шаламанов В.А., Гостюшев М.В. Современные способы разрушения угля и пород // Вестник КузГТУ. 2001 №2.С.60.-62.

15. Барон Л.И., Глатман Л.Б. Влияние параметров режима резания на гранулометрический состав продуктов разрушения горной породы // Научные сообщения /ИГД им.А.А.Скочинского. – 1971. – Вып.50 –51. –С.12 –23.

16. Аксенов В.В. Научные основы геовинчестерной технологии проведения горных выработок и создания винтоповоротных агрегатов. Рук. Дисс. доктора техн. наук. Кемерово: ИУУ СО РАН. 2004, – 306с.

17. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Синтез конструктивных решений исполнительных органов геоходов // Горный информационный аналитический бюллетень (научно-технический журнал) Mining informational and analytical bulletin (Scientific and technical journal). Горное машиностроение / М.: издательство «Горная книга» – 2010. – ОВ №3. С. 49-54.

18. Vladimir V. Aksenov, Mikhail Yu. Blaschuk, Mikhail V. Dubrovskii. Estimation of torque variation of geohod transmission with hydraulic drive // Applied Mechanics and Materials Vol. 379 (2013) pp 11-15 © (2013) Trans Tech Publication, Switzerland doi: 10.4028/ www.scientific.net/ AMM.379.11.

19. V.V. Aksenov, A.A. Khoreshok, V.Yu. Beglykov. Justification of creation of an external propulsor for multipurpose shield-type heading machine – GEO-WALKER // Applied Mechanics and Materials Vol. 379 (2013) pp 20-23 © (2013) Trans Tech Publication, Switzerland doi: 10.4028/ www.scientific.net/ AMM.379.20.

20. Адамков, А. В. К оценке энергоемкости разрушения массива проходческими комбайнами / А. В. Адамков, В. В. Егошин // Науч. работы студентов-магистрантов : сб науч. тр. Кузбас. гос. техн. ун-т. - 1999. - №1. С. 61 - 63.

21. Адамков, А.В. Состояние запыленности воздуха в забоях подготовительных выработок при работе проходческих комбайнов / А. В. Адамков // Вестн. Кузбас. гос. техн. ун-та. - 2004. - № 1. С. 56 – 59.

22. Патент RU №2209979 C1, кл 7 E 21 D 9/10, E 21 C 27/16. Проходческий Агрегат / В.В. Егошин, А.В.Адамков – Опубл. 10.08.2003, Бюл. № 22

УДК 622.831: 622.272.62

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

А.А. Сидоренко, доцент кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых, канд. техн. наук, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург

Эффективность планирования развития подземных горных работ предопределяет как уровень издержек производства, так и конкурентоспособность, а зачастую даже жизнеспособность горнодобывающего предприятия. Наибольшую сложность представляет эффективное планирование развития подземных горных работ в условиях отработки свит мощных угольных пластов, склонных к горным ударам, и (или) самовозгоранию угля. В таких условиях формирование краевых частей массива и межстолбовых угольных целиков в результате отработки выемочных столбов по ранее отработанному пласту приводит к формированию зон повышенного горного давления (ПГД) на сближенных пластах, существенно повышающих опасность возникновения динамических явлений и ухудшающих условия поддержания горных выработок. Кроме того, незначительная мощность междупластья в таких случаях может приводить к возникновению аэродинамической связи между выработанными пространствами пластов и повышению вероятности возникновения эндогенных пожаров. В этой связи необходимым условием снижения негативного влияния ранее отработанных сближенных пластов является соблюдение определенных правил развития горных работ и проведения дополнительных, зачастую дорогостоящих, мероприятий по обеспечению безопасности горных работ. При этом инструкции, определяющие порядок ведения горных работ в сложных горно-геологических и горнотехнических ситуация, как правило, позволяют лишь качественно определить состояние ответственных элементов массива горных

пород и не учитывают специфики конкретной ситуации, что в конечном итоге в лучшем случае приводит к значительному повышению издержек производства. Кроме того, следует отметить снижение доверия инженерного состава предприятия к содержанию нормативных документов при применении явно избыточных мер по обеспечению безопасности горных работ.

Вместе с тем широко применяемые в последнее десятилетие методы и подходы механики сплошной среды позволяют с использованием современных компьютерных комплексов выполнять расчет напряженно-деформированного состояния объектов сколь угодно сложной конфигурации и размеров, что позволяет при условии применения моделей, адекватно отражающих свойства реального массива горных пород успешно прогнозировать уровень смещений пород на контуре подземных горных выработок, оседание земной поверхности и выполнять расчет параметров ответственных элементов массива.

Применительно к рассматриваемой задаче определения зон ПГД в условиях отработки свит сближенных пластов использование данных методов позволяет выполнять прогноз уровня напряжений в пределах зоны ПГД с выделением областей с величиной или концентрацией напряжений, представляющими наибольшую или наименьшую степень опасность, что в конечном итоге позволяет оптимизировать уровень затрат на профилактические мероприятия с учетом фактической степени опасности.

Возможности современных компьютерных комплексов в области расчета параметров зон опорного давления могут быть представлены в сравнении с положениями действующих нормативных документов. Так, например, в соответствии «Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам» построение границ зон ПГД на разрезе вкрест простирания пластов и по простиранию выполняют в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1, а. Размеры зон ПГД в кровлю d_1 и в почву d_2 от краевой части определяют в зависимости от размеров выработанного пространства a и глубины разработки H. Данный подход позволяет получить установить границы влияния краевых частей или целиков ранее отработанных пластов, но не позволяет количественно оценить степень такого влияния. Тогда как компьютерное моделирование дает возможность определять уровень напряжений в пределах зоны ПГД. В тоже время решение задачи по оценки напряженно-деформированного состояния даже в упругой постановке позволяет с учетом принципа Сен-Венана рассчитывать параметры зоны ПГД на достаточном удалении от краевых частей массива и угольных целиков. На рисунке 1, б представлены результаты такого решения, которые наглядно демонстрируют дифференциацию областей напряжений в пределах зоны ПГД, тогда как нормативные документы позволяют лишь установить ее границы (рисунок 1, а).

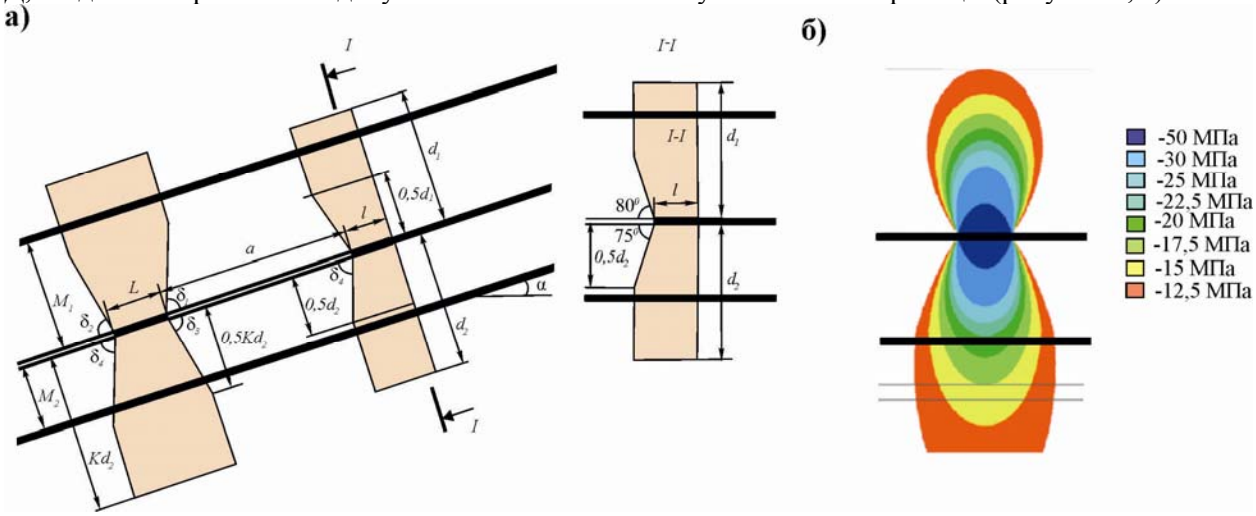


Рисунок 1 – Зоны ПГД: а) построенные в соответствии с нормативными документами; б) компьютерное моделирование

Применение мощных вычислительных комплексов позволяет в короткие сроки получать решения задач по оценке напряженно-деформированного состояния массива горных пород в окрестностях сети выработок сколь угодно сложной конфигурации без ограничения размеров рассматриваемой трехмерной области. Таким образом, в результате моделирования можно получить не распределение искомого параметра по характерным сечениям, а любое сечение трехмерного массива.

На рисунке 2 представлены зоны ПГД по надработанному пласту. При этом на рисунке 2, а приведены результаты использования нормативных документов – определены границы зон ПГД, а на

рисунке 2, б – приведены результаты численных исследований с дифференциацией зоны с учетом концентрации напряжений относительно начального уровня напряжений.

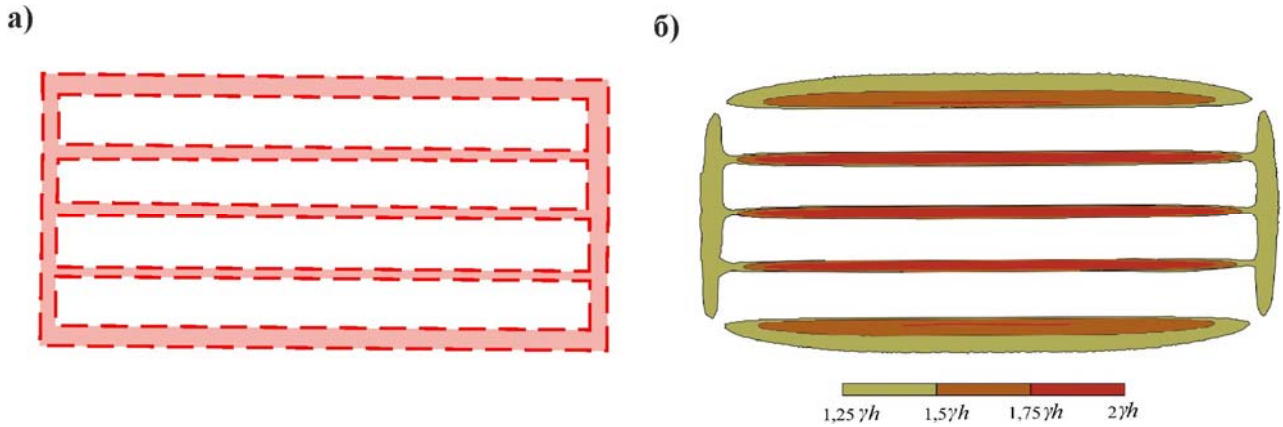


Рисунок 2 - Зоны ПГД по надработанному пласту после отработки 4-х выемочных участков (в плане): а) построенные с использованием нормативных документов б) результаты численных исследований

Необходимость использования средств компьютерного моделирования, в частности при решении задачи по определению зон разгрузки и ПГД, предопределяется многообразием горнотехнических и горно-геологических ситуаций и их высокой изменчивостью по мере развития горных работ в шахтном поле. Так на рисунке 3 представлены поля напряжений, демонстрирующие различие зон ПГД и их параметров в зависимости от конкретной горнотехнической ситуации. На рисунке 3 под цифрой 1 представлена зона ПГД, сформированная совместным действием целика по надрабатывающему пласту и краевой части массива по разрабатываемому, под цифрой 2 – зона ПГД от надрабатывающего пласта с учетом влияния выемочных выработок и под цифрой 3 – зона ПГД от краевой части массива.

Таким образом, применение современных программных комплексов имеет значительный потенциал для использования с целью повышения эффективности планирования развития горных работ за счет определения и уточнения параметров опасных зон и оптимизации затрат на обеспечение безопасности горных работ, особенно при отработке запасов в сложных горно-геологических условиях.

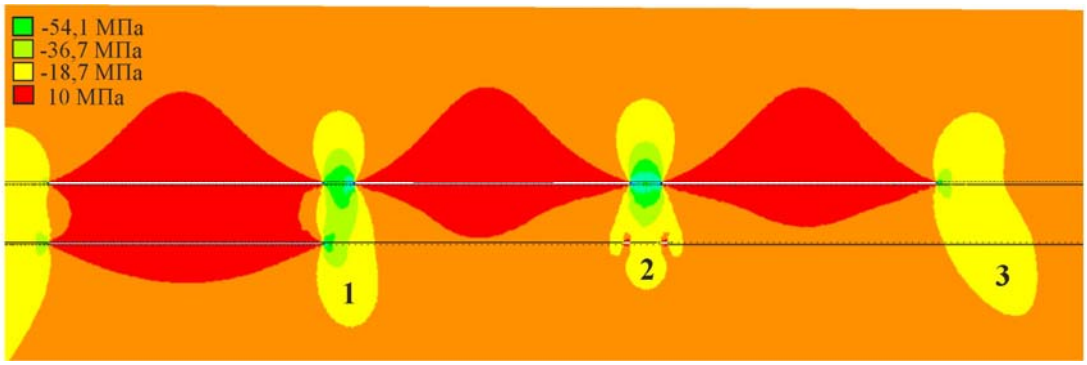


Рисунок 3 – Формирование зон разгрузки и зон ПГД при отработке сближенных пластов

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты исследований отработки сближенных пластов длинными очистными забоями. Выполнен анализ действующих нормативных документов, определяющих методы построения зон ПГД при подработке или надработке сближенных пластов. Выполнена оценка параметров зон ПГД.

Ключевые слова: подземная угледобыча, свиты угольных пластов, длинные очистные забои, зоны ПГД.

ABSTRACT

The results of multiple seam longwall mining are given. The analyses of actual regulation documents determining the SSZ calculation methods during multiple seam mining is made. The estimation of SSZ parameters is made.

Key words: underground mining, multiple seam, longwalls, stress shadow zones.

УДК 622.273.121.016.62

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ПРОЙДЕННОЙ ДЕМОНТАЖНОЙ КАМЕРЫ ПРИ ВВОДЕ В НЕЁ МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА

М.С. Филимонов - аспирант ИУ СО РАН, инженер ООО «РАНК 2»
Клишин Владимир Иванович - Директор ИУ СО РАН, чл.-корр. РАН.
г.Кемерово, Россия.

Аннотация

В статье представлено описание демонтажа механизированных комплексов из предварительно пройденных демонтажных камер, поддерживаемых двухуровневой анкерной крепью на угольных шахтах Кузбасса, отрабатывающих тонкие пласты угля.

Abstracts are devoted to developing a method for calculating the gain Pre-driven longwall recovery rooms supported by a cable bolts and roof bolts in the coal mines of Kuzbass, extract thin coal seams.

На сегодняшний день широко используется технология демонтажа механизированных комплексов с применением предварительно пройденных демонтажных камер (ППДК) [1]. Как правило, при расчете крепи не учитывается угол и скорость въезда механизированного комплекса. Не достаточно изучено геомеханическое состояние погашаемого угольного целика, влияющее на эффективность и безопасность рассматриваемой технологии.

В этой связи целью работы является изучение геомеханического состояния вмещающих пород ППДК с учетом схемы и темпов заводки механизированного комплекса в демонтажную камеру (ДК).

Параметры анкерной крепи первого уровня рассчитывают по Инструкции [2]. Нагрузка на анкеры зависит от веса пород непосредственной кровли с учетом пригрузки от вышележащих пород, а нагрузка на крепь обоих уровней – от веса пород в пределах свода естественного равновесия. Максимальная нагрузка возникает в момент перехода погашаемого целика между очистным забоем и ППДК в предельное состояние (Рис. 1).

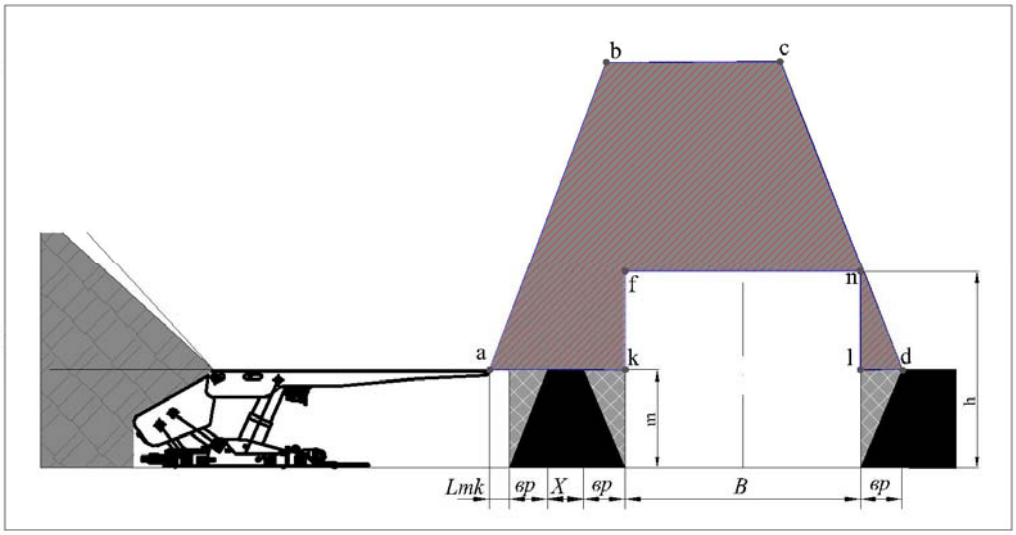


Рис. 1. Схема к расчету нагрузки на крепь предварительно пройденной демонтажной камеры.

При дальнейшем погашении целика наблюдается резкая потеря его несущей способности, в результате скорость сдвижения пород кровли увеличивается в 4 – 6 раз . Поэтому пролет свода естественного равновесия *ad* рассчитывают исходя из параметров B, $b_р$, X и $L_{mк}$ (где $в_р$ – размеры возможного разрушения боков выработки; X – ширина ядра погашаемого целика в предельном состоянии; $L_{mк}$ – расстояние от забоя до жесткой части перекрытия секции механизированной крепи). Необходимую плотность установки канатных анкеров определяют из удельного давления пород,

заключенных в *abcdlnfk* (см. рис. 3). Длину канатных анкеров выбирают с учетом их закрепления за пределами свода естественного равновесия на необходимую глубину заделки и выступающей части анкера в ППДК.

В Кузбассе тонкие пласты угля отрабатывают шахта «Березовская», «Чертинская-Южная», «Первомайская», «Костромовская». В условиях «Шахта Чертинская-Южная» были проведены наблюдения за состоянием ППДК при въезде и демонтаже механизированного комплекса.

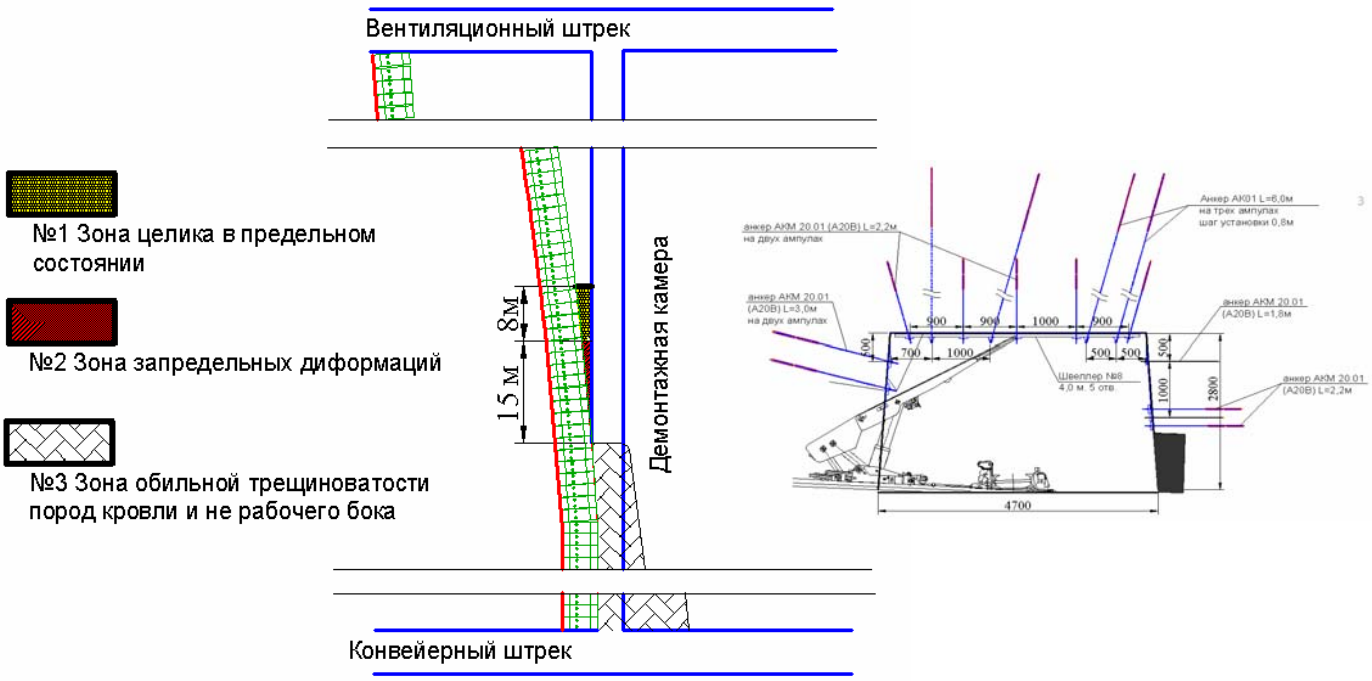


Рис. 2. Состояние выработки при заводке комплекса в предварительно пройденную демонтажную камеру Шахта «Чертинская - Южная»

В результате исследований при вводе механизированного комплекса в ППДК под углом 9 - 11° в условиях Шахта «Чертинская - Южная» зона запредельных деформаций целика составляет в длину 15 м и шириной 1,5 м. Зона предельного состояния в длину 8 м и шириной 2,3 м (Рис.2). Согласно [3] целик шириной (Х) теряет полностью несущую способность при ширине

$$X = 2c + X_я$$

где $X_я$ = 0,5 - 1 м - ширина ядра погашаемого целика, определяется экспериментально. Данное значение применимо при заводке комплекса фронтом, но как правило механизированный комплекс заводят в ППДК по диагонали или волной [1]. Очевидно, что оптимизация методики расчета с учетом формы сопряжений демонтажной камеры и очистного забоя, параметров посадок кровли вблизи ППДК, взаимодействия механизированной крепи и анкерной крепи с вмещающими породами является актуальной задачей.

Выводы:

1) для повышения эффективности проектных решений с применением технологии ППДК необходимо учитывать, как способ въезда, так и место расположения ППДК;
2) выбор и обоснование параметров крепи усиления следует осуществлять с учетом несущей способности анкеров, механизированной крепи и параметров посадок кровли вблизи ДК;

Список литературы:

1. *Гречишкин П.В.* Технология демонтажа механизированных комплексов из предварительно пройденных камер на тонких пластах Кузбасса / П.В. Гречишкин, А.В. Хаймин, А.С. Позолотин, Г.В. Райко, М.С. Филимонов // Уголь Украины – 2014. – № 1. – С. 23– 25.

2. Проект приказа Ростехнадзора «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах Российской Федерации» // http://www. gosnadzor. ru/public/discussion/acts/anker/

Опыт применения канатных анкеров в качестве крепи усиления демонтажных камер и выработок, поддерживаемых на границе с выработанным пространством и методика расчета их параметров / под ред. В.Ю. Изаксона. – Кемерово: Институт угля и углехимии СО РАН, 2008 – 220

УДК 622.23:519

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Фрянов В.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой геотехнологии Павлова Л.Д., д.т.н., доцент, заведующая кафедрой информатики
ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия

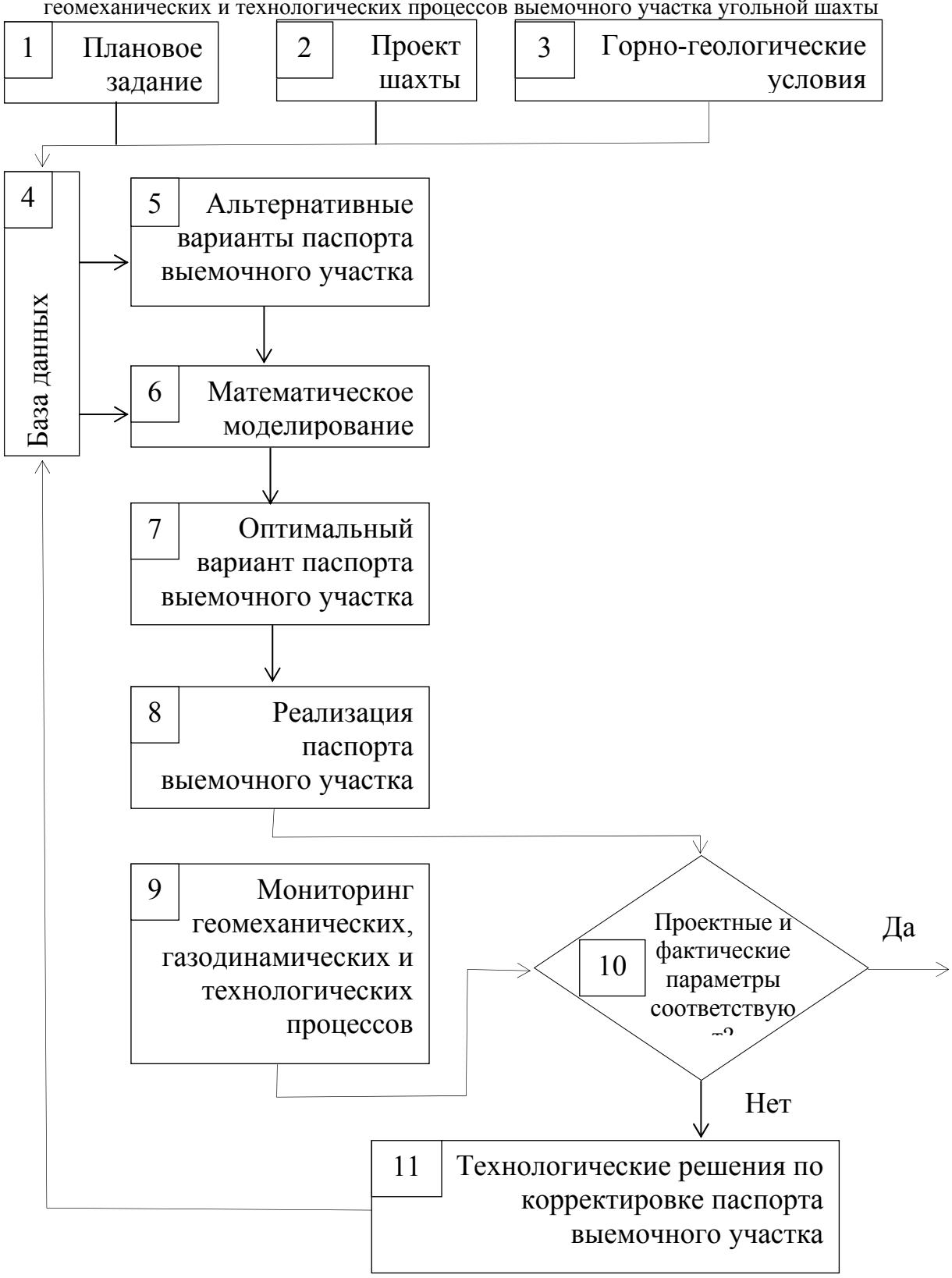
По результатам многолетних натурных, лабораторных и аналитических исследований геомеханических и газодинамических процессов установлено, что прогнозируемые по результатам этих исследований, а также с использованием нормативных документов, технологические параметры, как правило, не всегда соответствуют фактическим [1-4]. Основными причинами существенных отклонений прогнозируемых и фактических форм проявления газодинамических процессов явлений, параметров выемочных участков, горной крепи, границ опасных зон являются следующие:

- существенные отклонения используемых при прогнозе установленных в лабораторных условиях физико-технических свойств угля и пород от натурных (отклонения в 3-5 раз) [5, 6];
- несоответствие идеализированных математических моделей массива горных пород реальному геомассиву, так как рассматривается, как правило, сплошной геомассив без учёта его дискретизации на блоки в зонах влияния выработок и формирования в зоне обрушения подработанных пород сыпучей среды [7];
- в расчётных моделях, как правило, не учитывается влияние скорости подвигания забоев;
- отсутствие в математических моделях и нормативных документах зависимостей параметров взаимодействия геомеханических и газодинамических процессов, хотя по результатам анализа последних аварий на шахтах «Тайжина», «Юбилейная», «Распадская» и исследований [1, 8, 9] зависимость между двумя этими группами явлений очевидная.

В соответствии с указанной актуальностью комплексного исследования взаимодействующих геомеханических и газодинамических процессов в Сибирском государственном индустриальном университете разработана методика мониторинга и прогноза параметров взаимодействующих газодинамических и геомеханических процессов угольных шахт.

Целью разработки и реализации методики является повышение надёжности прогноза геомеханических, газодинамических и технологических параметров выемочных участков шахт, отрабатывающих пологие и наклонные угольные пласты высокопроизводительными комплексно-механизированными забоями (КМЗ) при безопасных условиях труда. Поставленная цель достигается посредством решения следующих задач (рис.1):

Рис. 1. Схема прогноза и мониторинга параметров взаимодействующих газодинамических, геомеханических и технологических процессов выемочного участка угольной шахты



1) В процессе проектирования, строительства и эксплуатации шахты создаётся и пополняется база данных в виде электронных документов, включающих горную графическую документацию, тексты, статистические показатели, результаты мониторинга геомеханических, газодинамических, технологических параметров и др. Согласно рис.1 в базу данных шахты включаются параметры и показатели выемочного участка: плановое задание, не превышающее проектную мощность предприятия, горно-геологические и горнотехнические условия залегания угольного пласта в пределах выемочного столба.

2) Специалистами технологической службы шахты в соответствии с плановым заданием разрабатываются альтернативные варианты технологической схемы отработки угольного пласта в пределах выемочного участка с выделением вариантов системы разработки, способов и средств проведения подготовительных и выемочных выработок, мероприятий по промышленной безопасности.

3) По разработанному в СибГИУ комплексу компьютерных программ [7] посредством перебора альтернативных вариантов технологических схем выемочного участка осуществляется математическое и численное моделирование и устанавливаются оптимальные по геомеханическим, газодинамическим условиям технологические параметры системы разработки: пространственное положение выемочных выработок, ширина угольных целиков, форма и размеры поперечного сечения выработок, тип и параметры крепи очистных и выемочных выработок и др.

4) Полученные по результатам моделирования параметры используются для разработки рационального варианта паспорта выемочного участка в соответствии с которым осуществляется отработка выемочного столба.

5) Одновременно с отработкой выемочного столба осуществляется мониторинг геомеханических, газодинамических и технологических параметров. Данные шахтной атмосферы определяются с использованием действующей на каждой шахте автоматизированной системы аэрогазового контроля (АГК), измерения смещений пород кровли - с помощью глубинных реперов и индикаторов смещения кровли, структура пород кровли в шпурах – с помощью эндоскопа. В СибГИУ разработаны фрактальная модель определения структуры горных пород под влиянием механической нагрузки и алгоритмы оценивания динамики их разрушения для идентификации трещин в геомассиве. Результаты мониторинга накапливаются в базе данных.

6) Результаты мониторинга сравниваются с проектными показателями и параметрами, принятыми в паспорте выемочного участка. В случае соответствия проектных и фактических параметров очистной забой работает в нормальном режиме. При отклонении параметров специалистами предприятия принимаются технологические и организационные решения формирования нового альтернативного варианта технологической схемы выемочного участка. Результаты математического и численного моделирования используются для корректировки паспорта выемочного участка.

В настоящее время авторами разработаны и апробированы пакеты компьютерных программ, обеспечивающие прогноз геомеханических и газодинамических параметров и характеристик выемочного участка при решении двумерных и трёхмерных задач геомеханики и газодинамики, в том числе расчёт формы и размеров зон: разрушения горных пород, газового коллектора, отжима угля, вероятного возникновения горных ударов и внезапных выбросов угля, породы и газа в окрестности системы очистных и подготовительных выработок.

Результаты исследований предлагаются для внедрения на угольных шахтах.

0.1

Список литературы

1. Дегазация газа метана из угольных пластов и вмещающих пород на шахтах Кузбасса. История. Действительность. Будущее//А.В. Ремезов [и др.] Кемерово:, 2012. -848с.

2. Колмагоров В.М. Управление геомеханическими и физическими процессами при подземной разработке угольных пластов/В.М. Колмагоров. –Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. – 133 с.

3. Калинин С.И. Управление горным давлением при разработке пологих пластов с труднообрушаемой кровлей на шахтах Кузбасса / С.И. Калинин, П.В. Егоров, А.Ф. Лютенко, С.Г. Дъяконов. – Кемерово: Кемеровское книжное издательство, 1991. – 247с.

4. Коровкин Ю.А. Теория и практика длиннолавных систем/Ю.А. Коровкин, П.В. Савченко. – М.: Изд-во «Горное дело» ООО «Кимерийский центр», 2012. – 808 с.

5. Физико-технические свойства горных пород и углей Кузнецкого бассейна: Справочник/Г.Г. Штумпф, Ю.А. Рыжков, В.А. Шаламанов, А.И. Петров._М.: Недра, 1994. – 447 с.

6. Свойства горных пород и методы их определения /

Е.И. Ильницкая [и др.]. – М.: Недра, 1969. - 392 с.

7. Корнев Е.С. Разработка комплекса проблемно-ориентированных программ для моделирования геомеханических процессов методом конечных элементов/Е.С. Корнев, Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов//Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2013. - №2. – С.65-69

8. Зыков В.С. Виды динамических явлений в шахтах и их классификация/В.С.. Зыков, И.Л. Абрамов//Наукоёмкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. Сборник научных статей: Международная научно-практическая конференция, 3-6 июня 2014 года. –С. 275-282.

9. Фрянов В.Н. Состояние и направления развития безопасной технологии подземной угледобычи/ В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова: Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 238 с.

Аннотация

Обоснована необходимость комплексного исследования взаимодействующих геомеханических и газодинамических процессов. Изложена методика мониторинга и прогноза параметров взаимодействующих газодинамических, геомеханических и технологических процессов угольных шахт.

Annotation

Need of complex research of interacting geomechanical and gasdynamic processes is proved. The technique of monitoring and the forecast of parameters of interacting gasdynamic, geomechanical and technological processes of coal mines is stated.

УДК 622.023:519.876.5

ФРАКТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНИВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД

профессор, д.т.н. Фрянов В.Н., профессор, д.т.н. Мышляев Л.П.,
магистрант Циряпкина И.В.,
доц., к.т.н. Коряга М. Г., доц., к.т.н. Любогощев В. И.,
Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк

Трещиноватость горных пород является важным технологическим аспектом работы горных предприятий. Сегодня на практике для определения трещиноватости используется целый комплекс геофизических и промысловых исследований, проводимых в скважинах, и лабораторных методов определения коллекторских свойств пород. По их результатам выделяются зоны трещиноватости, брекчирования и кливаж горных пород [1].

Промысловые и геофизические методики весьма трудоемки по составу работ [2]. Лабораторные способы обработки проб сопряжены с анализом образцов с применением ряда инструментов и реактивов [3-5], а также изучением их под микроскопом [6].

Использование компьютерной техники в процессах лабораторных исследований с целью обработки снимков образца горной породы с выявлением и построением его структурных особенностей широко применяется на практике.

Развитие данного направления в перспективе позволит получать характеристику трещиноватости горных пород по ряду полученных снимков образцов в лаборатории или в натурных условиях после компьютерной обработки.

Привлечение фундаментальных представлений о структуре материалов породы, в частности фрактальных представлений, открывает широкие возможности для решения задач прогнозирования и ,в последующем, управления процессом структурообразования [7, 8].

Первоочередными здесь являются задачи определения фрактальной размерности структуры материалов и оценка возможности прогнозирования изменения свойств материалов на основе фрактальных размерностей.

Второй приоритетной задачей является построение математических моделей материалов, в основе которых лежат представления о фрактальной структуре материалов. Такие модели можно построить путем идентификации изображений натурных материалов.

Задача I

Дано:

1. Фотографии поверхности (натурной структуры) образца угля неправильной формы, установленного на пресс, при пяти различных нагрузках на образец.
2. Алгоритмическое и программное обеспечение для расчета фрактальной размерности.

Требуется:

1. Выявить закономерность распространения трещин в угольном массиве под влиянием переменных нагрузок.
2. Найти значения фрактальной размерности изображений образца угля при различных значениях нагрузки пресса.
3. Результаты представить в табличной и графической форме.

Изображения натурной структуры и график изменения фрактальной размерности представлены на рисунке 1, из которого видно, что значение фрактальной характеристики может служить одним из основных показателей динамики разрушения горных пород.

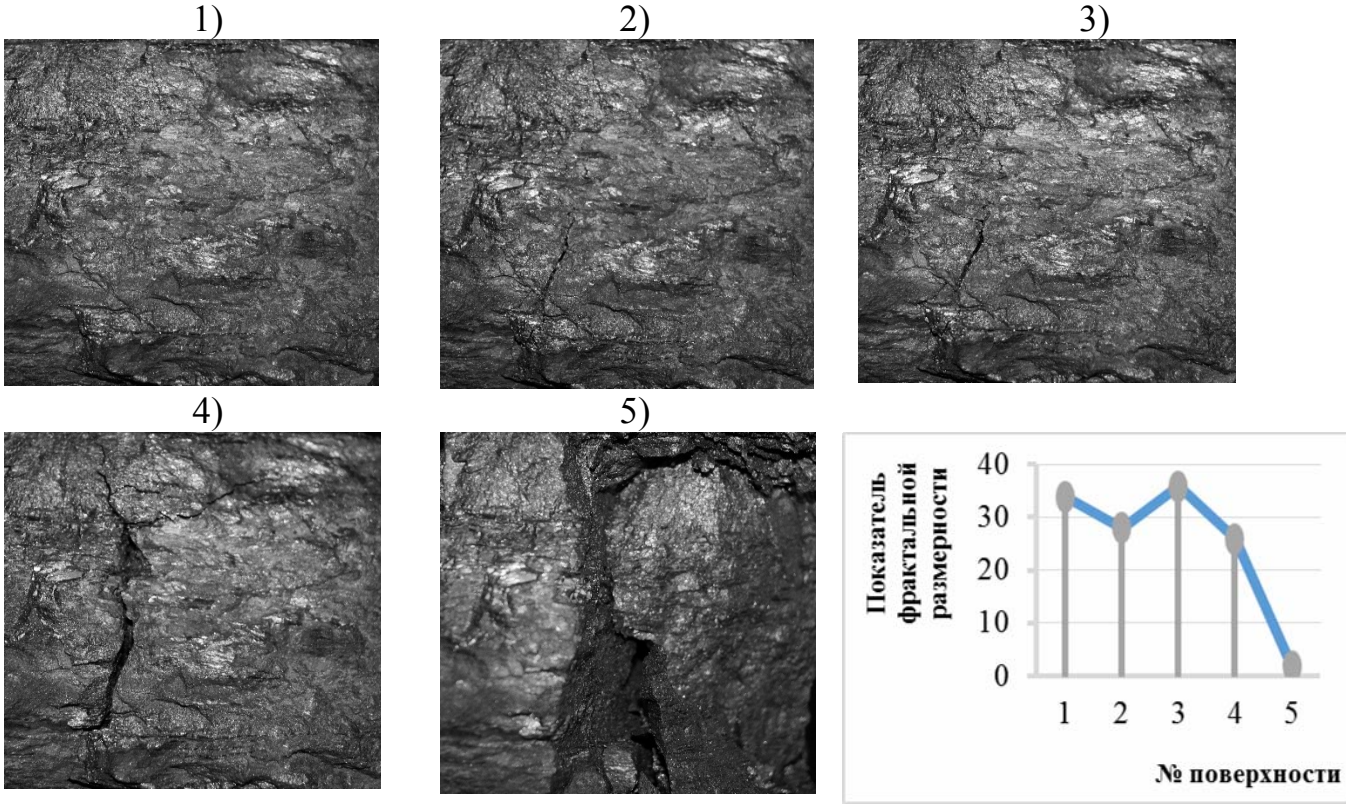


Рисунок 1 – Оценка динамики изменения фрактальной размерности образца угля в различных его состояниях

Из множества вариантов постановок задач идентификации структур материалов, представленных в [9], наиболее привлекательна следующая.

Задача II

Дано:

1. Натурные структуры материалов

$$St_j; \quad j = \overline{1,J},$$

где j – номер структуры, J – количество структур.

2. Набор типовых фракталов

$$Fr_l; \quad l = \overline{1,L},$$

где l - номер типового фрактала, L - количество фракталов.

3. Модель структуры материала

$$St_j^M = \cup \{Fr_l / S_{kl}\} + \varepsilon_j,$$

где S_{kl}- притягивающее пространство (площадь) натурной структурой l - типового фрактала, k- номер притягивающего пространства, ε_j — невязка модели.

4. Критерии идентификации

$$Q_j = \sum_{k=1}^{K} S_{kl} \sum_{m,n=1}^{M,N} \frac{|st_j(m,n) - st_j^M(m,n)|}{s_{kl}(m,n)} \to min,$$

где K — число притягивающих пространств.

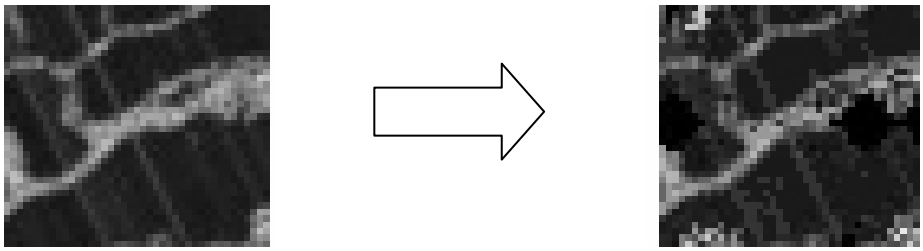
5. Ограничение $M \in M^{max}, N \in N^{max}, K \in K^{max}$.

Требуется:

1. Определить размеры пространства S_{kl} для Fr_l.

2. Сформировать модель структуры из комбинации Fr_l / S_{kl}.

Пример идентификации материала с хорошим воспроизведением натурных особенностей структуры показан на рисунке 2.



Фрагмент натурной поверхности — Модельное описание поверхности

Рисунок 2 - Пример описания участка натурной структуры с соотнесением ему наиболее адекватных модельных фракталов

Разработанные алгоритмы на базе фрактальных представлений должны стать элементом алгоритмического обеспечения автоматизированных систем управления устойчивостью горных выработками.

Список литературы

1. Чернышев С. Н. Трещины горных пород. [Текст]: учебник/ С. Н. Чернышев – М.: Наука, 1983. – 240 с.

2. Померанец Л. И. Аппаратура и оборудование геофизических методов исследований скважин [Текст] /Л. И. Померанец, Д. В. Белоконь, В.Ф. Козяр. – М.: Недра, 14.06.1985 – 271 с.

3. ГОСТ 26450.0-85 Породы горные. Общие требования к отбору и подготовке проб для определения коллекторских свойств. – Введ. 01.07.1986 до 01.07.1991. – М.: Изд-во стандартов, 1985 – 7 с.

4. ГОСТ 26450.1-85 Породы горные. Метод определения коэффициента открытой пористости жидкостенасыщением. – Введ. 01.07.1986 до 01.07.1991. – М.: Изд-во стандартов, 1985 – 8 с.

5. ГОСТ 26450.2-85 Породы горные. Метод определения коэффициента абсолютной газопроницаемости при стационарной и нестационарной фильтрации. – Введ. 01.07.1986 до 01.07.1991. – М.: Изд-во стандартов, 1985 – 17 с.

6. Соболев Р.Н. Методы оптического исследования минералов [Текст]: справочник/. Р.Н. Соболев – М.: Недра, 1990. – 288 с.

7. Зуев Л.Б., Старовацкая С.Н., Мышляев Л.П. // Задачи управления структурой материалов. – Международная конференция, – «Иерархически организованные системы живой и неживой природы» – Томск, 2013, С.67 – 68.

8. Иванова В.Е., Баланкин А.С., Бунин И.Ж., Оксогоев А.А.. Синергетика и фракталы в материаловедении. М.: Наука, 1994. – 383с.

9. Старовацкая С.Н., Мышляев Л.П., Циряпкина И.В. // К постановкам задач идентификации структур материалов фракталами. – Труды IX Всероссийской научно – практической конференции, – «Системы автоматизации в образовании, науке и производстве» – Новокузнецк, 2013, С.400 – 403.

Аннотация

Обосновано описание структур материалов горных выработок фрактальными моделями. Приведены результаты расчета фрактальных размерностей и показателя для прогнозирования структурных свойств угля. Сделана постановка задачи и приведен пример идентификации структуры материала комплексом фракталов.

Annotation

Material structure description of mining by fractal models is justified. Calculation results of fractal dimensions and prediction index of coal structure properties are represented. Problem formulation of structure identification by fractal complex is made and the example of identification is applied.

УДК 622.831

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД И ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ ТРЕБОВАНИЯ АДЕКВАТНОСТИ

Харитонов Игорь Леонидович, главный инженер шахты «Полысаевская» ОАО «СУЭК-Кузбасс», соискатель кафедры РМПИ ПС ФГБОУ ВПО КузГТУ им.Т.Ф. Горбачева, г.Ленинск –Кузнецкий

Новоселов Сергей Вениаминович , академик МАНЭБ, г. Кемерово

Ремезов Анатолий Владимирович, профессор кафедры РМПИ ПС ФГБОУ ВПО КузГТУ им.Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

В статье раскрыты основы формирования геомеханических моделей массива горных пород и предъявляемые к ним требования адекватности

The article reveals the basis for the formation of geomechanical models of rock mass and requirements of adequacy

Современное интенсивное развитие угольной промышленности, требует от горного менеджмента принятия эффективных решений в условиях конкуренции и неопределенности, при отсутствии полной информации об объектах управления, что достигается прогнозированием и моделированием состояний объектов управления. Моделирование представляет собой процесс замещения объекта исследования некоторой его моделью и проведения исследования на модели, с целью получения необходимой информации об объекте. Модель это физический или абстрактный образ моделируемого объекта ,

удобный для проведения исследований и позволяющий адекватно отображать интересующие исследователя физические свойства и характеристики объекта. Удобство проведения исследований может определяться различными факторами : легкостью и доступностью получения информации , сокращением сроков и уменьшением материальных затрат на исследование и др.

Различают моделирование предметное и абстрактное. При предметном моделировании строят физическую модель, которая соответствующим образом отражает основные физические свойства и характеристики моделируемого объекта. При этом модель может иметь иную физическую природу в сравнении с моделируемым объектом. Если модель и объект одной и той же физической природы, то моделирование называют физическим. Физическое моделирование сложных технических систем сопряжено с большими временными и материальными затратами, а иногда архисложно.

Абстрактное моделирование связано с построением абстрактной модели. Такая модель представляет собой математическое соотношение, графы, схемы, диаграммы и т.п. Наиболее мощным и универсальным методом абстрактного моделирования является математическое моделирование. Оно широко используется как в научных исследованиях , так и при проектировании.

Математическое моделирование позволяет посредством математических символов и зависимостей составить описание функционирования технического объекта в окружающей внешней среде, определить выходные параметры и характеристики , получить оценку показателей эффективности и качества, осуществить поиск оптимальной структуры и параметров объекта. Математическая модель – это совокупность математических объектов и отношений между ними, адекватно отражающая физические свойства создаваемого технического объекта. В качестве математических объектов выступают числа, переменные, множества, векторы, матрицы и т.п. Процесс формирования математической модели и использования ее для анализа и синтеза называется математическим моделированием.

Математическое моделирование применяется при изучении геомеханических процессов в породных массивах, а также взаимодействия массивов с подземными горными выработками, сооружениями, на основе замены реального породного массива некоторым его идеализированным отображением. Следует отметить, что под моделью также понимают упрошенную схему какого – либо физического объекта или явления.

Физическое моделирование предусматривает воссоздание в модели тех же самых физических полей, что действуют и в объекте натуры, лишь измененных по своим абсолютным значениям в соответствии с масштабом моделирования.

Аналоговое моделирование предусматривает замену в модели, по сравнению с натурой, одних физических полей другими. При этом на аналоговых моделях изучают закономерности явлений и процессов, протекающих в натурных объектах, используя математическую аналогию различных по физической природе процессов, т.е. математическую тождественность основных законов, совпадение уравнений, описывающих эти процессы.

Механическая модель – упрощенная схема деформирования или перемещения тела, отдельных его частей под действием приложенных к нему сил. Сами модели могут быть физическими, математическими, аналоговыми.

Массив горных пород является сложной физической средой и обладает рядом структурно-механических особенностей, которые в значительной степени определяют его механическое состояние.

При исследовании механических процессов в массивах горных пород обычно рассматривают не собственно породный массив, а некоторое идеализированное отображение, учитывающее только главные существенные его свойства. Это отображение называют механической моделью массива горных пород или геомеханической моделью**.** Геомеханическая модель с определенной степенью приближения отображает механические свойства реального массива горных пород, закономерности их изменения в пространстве и времени и предопределяет характер реализации механических процессов в массиве.

Применение механических моделей массива горных пород позволяет получить описание исследуемых процессов (явлений) в наиболее общей математической форме. Наиболее распространенными являются следующие модели массива горных пород: упругие (линейно деформируемые), пластические и реологические.

Упругая модель применяется наиболее часто и является основной моделью массива горных пород в геомеханике. Впервые упругая модель была использована для изучения напряжений в массиве вокруг горных выработок А.Н. Динником, Г.Н.Савиным, С.Г. Лехницким. Лехницкий С.Г. впервые использовал в качестве модели массива анизотропную упругую среду. Главное в упругой модели – это линейная связь между напряжениями и деформациями, выраженная законом Гука:

$$\sigma = E\varepsilon$$

Геомеханическая модель обычно состоит из структурной схемы и математического описания.

Пластическая модель массива (модель Сен-Венана) характеризует процесс деформирования горных пород (грунтов) под действием приложенных нормальных напряжений.

Условие пластичности породы(прочности) горных пород(Кулона):

$$\tau_{сд} = C + \sigma_n tg\varphi$$

где $\tau_{сд}$ - напряжения сдвига породы;

C – сцепление породы, т.е. напряжение сдвига при $\sigma_n = 0$;

φ- угол внутреннего трения пород.

Вышеприведенное уравнение называют условием предельного состояния .Данное условие называют условием прочности Кулона-Мора.

Упругопластическая модель отличается от пластической учетом упругих деформаций, которые предшествуют пластическим.

Реологические модели массива отражают свойство ползучести горных пород, т.е. их способность деформироваться во времени при постоянных напряжениях. Известны вязкоупругие и вязкопластические реологические модели.

В вязком элементе, согласно закону Ньютона, напряжения, пропорциональны скорости деформации (скорость смещения слоев вязкой жидкости друг относительно друга).

$$\sigma = \eta\frac{d\varepsilon}{dt},$$

где $\frac{d\varepsilon}{dt}$ - скорость деформации (градиент скорости смешения слоев);

η- коэффициент вязкости, Па·с.

Модели, включающие упругие и вязкие элементы, называются вязкоупругими. Известны вязкоупругие модели Максвелла, Кельвина, Бингама и др.

Уравнение состояния среды Максвелла:

$$E\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\tau_0}$$

τ_0- период релаксации напряжений в данной среде, т.е. время в течении которого напряжение в среде уменьшаются в *e* =2,72 раза.

К математическим моделям предъявляются требования адекватности экономичности, универсальности. Эти требования противоречивы, поэтому обычно для проектирования каждого объекта используют свою оригинальную модель. Модель считается адекватной, если отражает исследуемые свойства с приемлемой точностью. Точность оценивается степенью совпадения предсказанных в процессе вычислительного эксперимента на модели значений выходных параметров с истинными их значениями. Погрешность модели ε по всей совокупности m учитываемых выходных параметров оценивается одной из норм вектора: $\bar{\varepsilon}_M = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_m)$;

$$\varepsilon = \|\bar{\varepsilon}_M\| = max|\varepsilon_j|, \qquad j \in [1:m], \qquad (1)$$

$$\varepsilon = \|\bar{\varepsilon}_M\| = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}\varepsilon_j^2}, \qquad (2)$$

где ε_j – относительная погрешность модели по j –му выходному параметру:

$$\varepsilon_j = (\tilde{y}_j - y_j)/y_j;$$

где $\tilde{y}_j$ - значение j –го выходного параметра, полученное в результате вычислительного эксперимента на принятой для исследователя модели;

y_j- значение того же параметра полученное при испытаниях геотехнологического объекта в контролируемых условиях или в вычислительном эксперименте на более сложной математической модели , точность которой проверена и отвечает норме.

Резюмируя можно констатировать, что математическая модель должна быть как можно проще, но в то же время, обеспечивать адекватное описание анализируемого процесса.

УДК 519.63 001.572:622

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ В ГЕОМАССИВЕ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

А.Б. Цветков, к.т.н., доцент кафедры информатики
ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия

В геомассиве помимо гравитации на распределение напряжений оказывает влияние давление газа, сконцентрированного в пластах угля и вмещающих его породах. При проведении горных работ совместное воздействие давления газа и гравитации может приводить к формированию в окрестности выработки опасных по выбросам угля и газа областей. Поэтому для обеспечения безопасности горных работ требуется прогнозировать напряженно-деформированное состояние газоносного геомассива с учетом совместного воздействия силы гравитации и давления газа в окрестности опасных зон и разрабатывать мероприятия по предотвращению аварийных ситуаций.

Автором разработана математическая модель для изучения напряженно-деформированного состояния углепородного массива в условиях воздействия гравитационных, геотектонических сил, внутреннего давления газа [1, 2]. Модель реализована на основе пакета программ NDSolver V1.0 [3], который позволяет выполнять все этапы вычислительного эксперимента с помощью разработанных модулей: «Препроцессор», «Расчетный модуль» и «Постпроцессор» (рисунок 1).

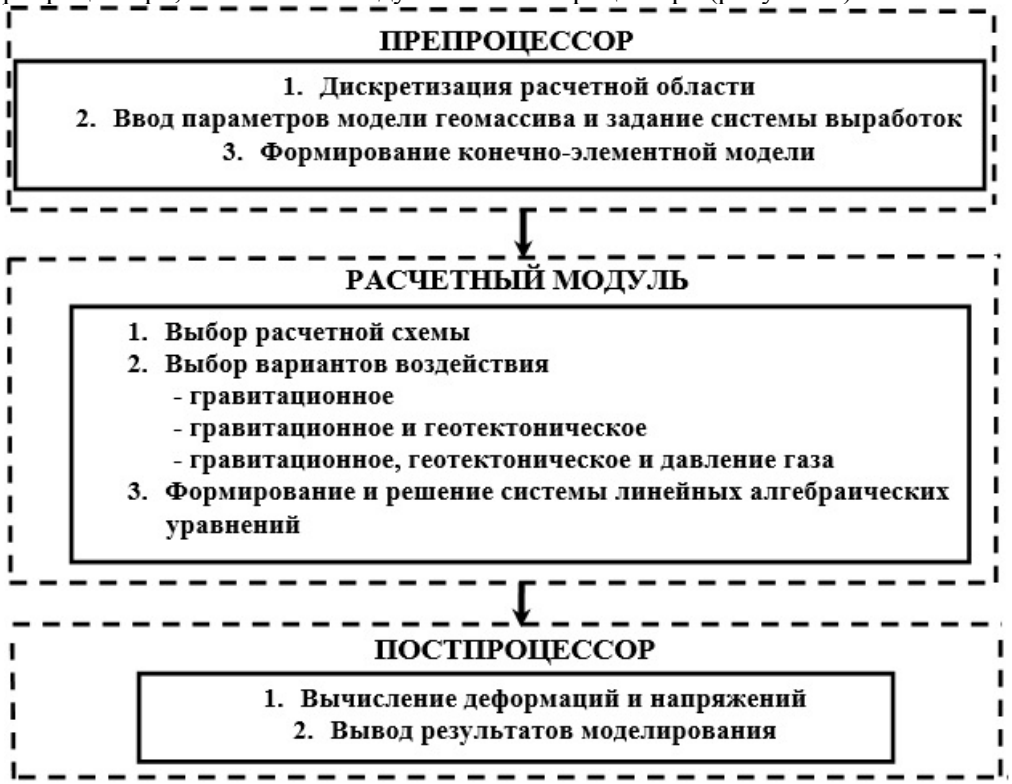


Рисунок 1 - Схема пакета программ

Для реализации первого этапа предназначен препроцессор, с помощью которого формируется конечно-элементная модель, представленная файлами, содержащими координаты узлов и соответствующие конечным элементам физико-механические свойства, являющиеся входными данными для расчетного модуля. Для реализации следующего этапа разработан расчетный модуль, посредством

которого формируется массив узловых перемещений [4]. На завершающем этапе для обработки результатов вычислительного эксперимента применяется постпроцессор, который позволяет вычислять по найденным перемещениям величины тензоров деформаций и напряжений, остаточной прочности пород, удельного содержания метана, коэффициенты концентрации напряжений и др. [5].

Пакет программ NDSolver V1.0 позволяет:

– синтезировать математические модели напряженно-деформированного состояния углепородного массива в условиях воздействия гравитационных, геотектонических сил и внутреннего давления флюидов (рисунки 2 и 3);

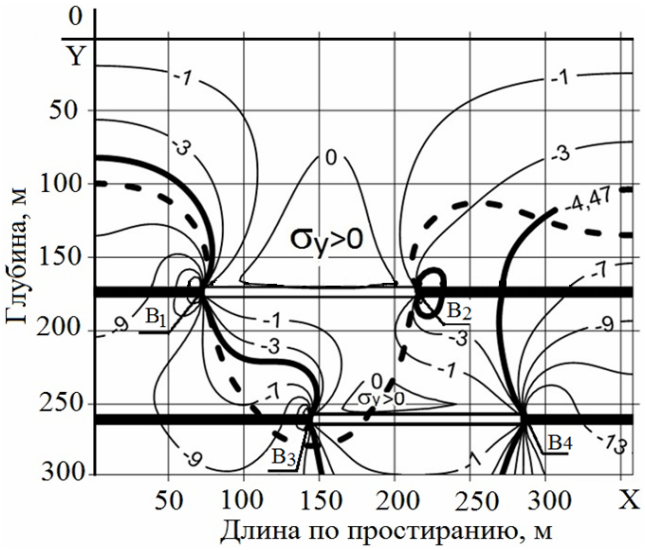


Рисунок 2 - Исследование влияния системы выработок на распределение вертикальных напряжений

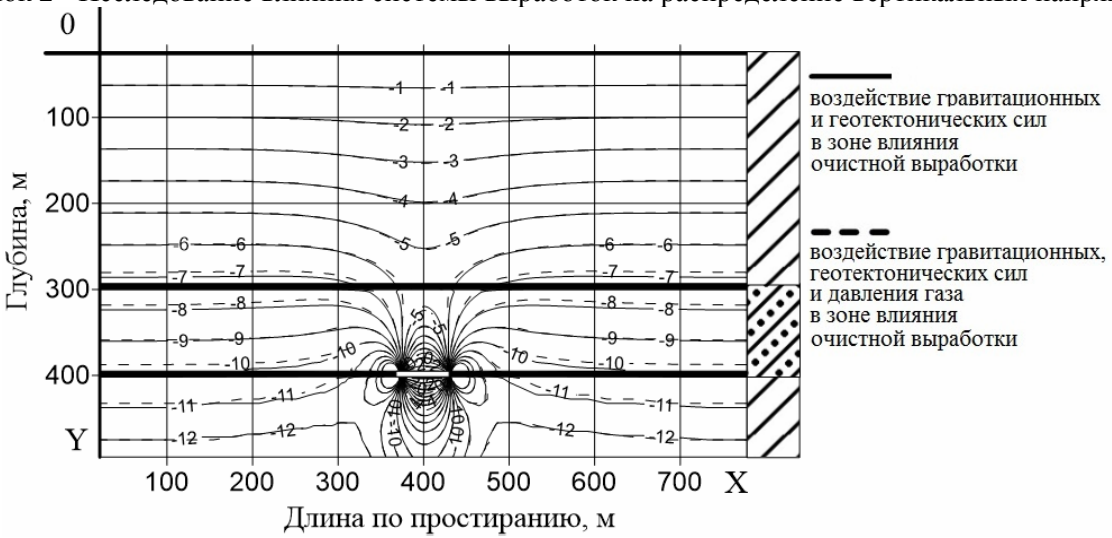


Рисунок 3 - Изолинии распределения вертикальных напряжений в зоне влияния очистной выработки при воздействии гравитационных, геотектонических сил и внутреннего давления газа

– определять область газового коллектора в геомассиве с системой выработок и объема поступающего в выработанное пространство метана;

– выявлять на модельных задачах зависимости распределения метана в зоне сдвижения пород кровли и почвы очистного выработанного пространства от изменения природной газоносности пластов-спутников и вмещающей толщи, относительных объемных деформаций и коэффициента дезинтеграции пород (рисунки 4 и 5);

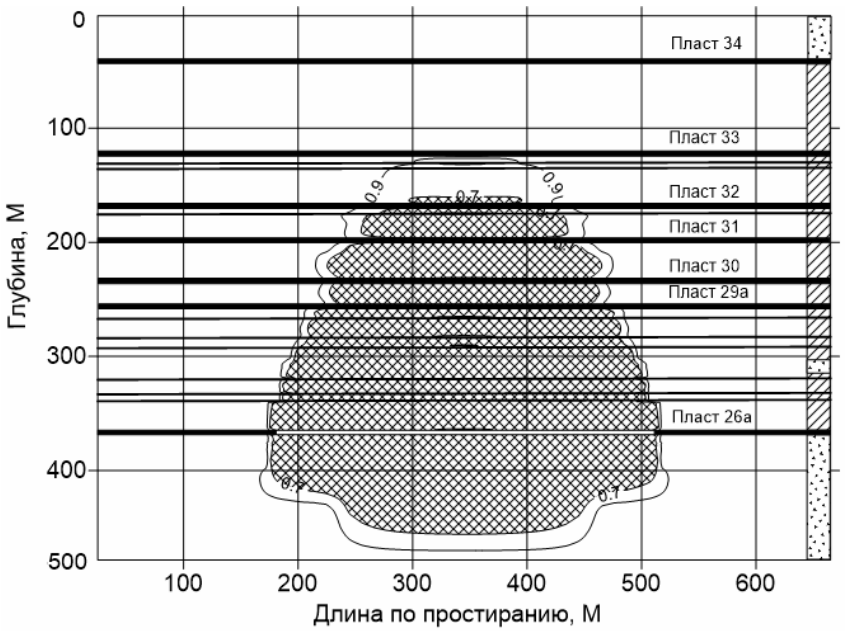


Рисунок 4- Изолинии распределения коэффициента остаточной прочности пород

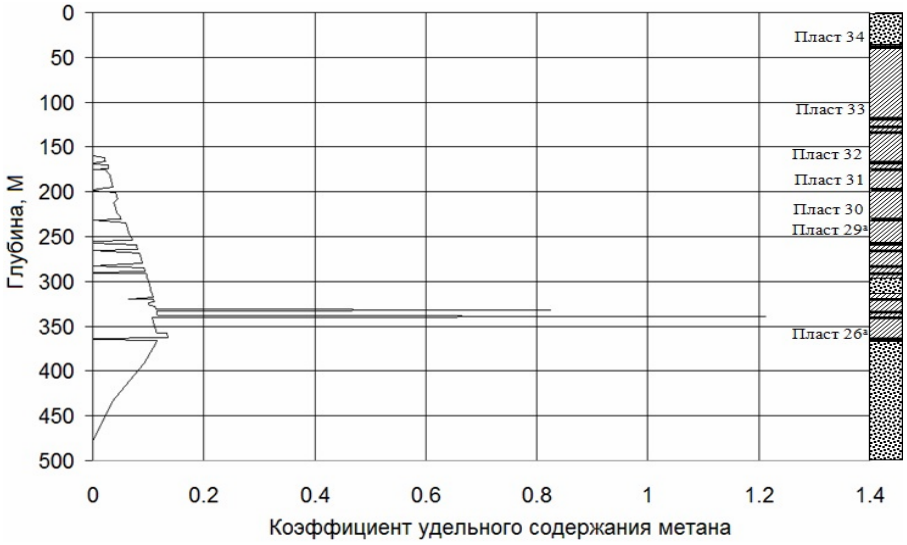


Рисунок 5 - Изолинии распределения коэффициента удельного содержания метана

– проводить вычислительные эксперименты для оценки геомеханического состояния в окрестности очистного выработанного пространства при условии аномального пластового давления газа (рисунок 6);

– прогнозировать геомеханические параметры технологии подземной угледобычи при разработке проектной документации.

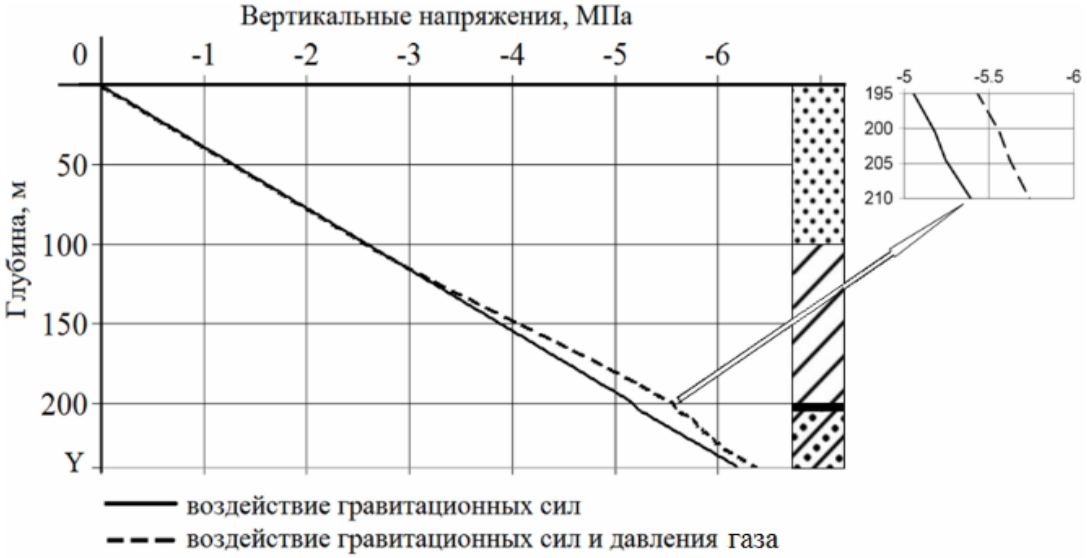


Рисунок 6 – Графики распределения вертикальных напряжений, вызванных давлением газа в ненарушенном газоносном геомассиве

Экономический эффект от применения пакета программ обусловлен заменой дорогостоящих натурных экспериментов математическим моделированием взаимодействия природных и техногенных полей напряжений, что обеспечит экономию времени и материальных средств для обеспечения стабильной работы уголедобывающих предприятий.

Список литературы

1. Цветков А.Б. Численное моделирование гравитационного и геотектонического полей напряжений в углепородном горном массиве / А.Б. Цветков, В.Н. Фрянов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 11. – С. 339–344.

2. Цветков А.Б. Численное моделирование поля техногенных напряжений с учетом давления газа в углепородном геомассиве / А.Б. Цветков // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 12. . – С. 265–269.

3. Цветков А.Б., Пакет программ NDSolver V1.0 для математического моделирования напряженно-деформированного состояния газоносного геомасива. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 19867 от 10.01.2014 – Объединенный фонд электронных ресурсов «Наука и образование».

4. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975.

5. Ершов Л.В., В.А. Максимов Математические основы физики горных пород. – М.: МГИ, 1968. 293с.

Аннотация

В работе описан комплекс программ для исследования методом математического моделирования закономерностей взаимодействия природных, техногенных полей напряжений и давления метана с целью прогнозирования параметров безопасной технологии угледобычи. Представлены структура программного пакета и сфера его применения. Приведены примеры результатов, полученных с помощью разработанного комплекса программ.

Annotation

This work describes a set of programs to study the method of mathematical modelling of interaction of natural, anthropogenic stress fields and pressure of methane for predicting the parameters of safe technology in coal production. Presents the structure of the software package and its scope of application and examples of results obtained using the complex programs.

УДК 622.831.3

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В СОЗДАНИИ НОВЫХ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Черных Николай Георгиевич, председатель Совета директоров АООТ «Гидроуглестрой» г. Новокузнецк, Россия.

Аннотация. В работе изложены новые способы геотехнологических решений и новые геотехнические решения.

Комплексный подход, внедрение новых разработок повысит эффективность, конкурентоспособность угледобывающей отрасли как Кузбасса, так и России.

Abstract. The paper presents new methods of geotechnical solutions and new geotechnical solutions.

Integrated approach, the introduction of new developments will increase the efficiency, competitiveness Kuzbass coal mining industry as well as Russia.

Введение.

Значительное увеличение объемов добычи угля и снижение стоимости очистных и подготовительных работ, обусловленное уровнем концентрации и интенсификации очистных работ, должно осуществляться в результате совершенствования способов подготовки и отработки запасов шахтных полей как в благоприятных, так и в сложных условиях, с использованием существующих высокоэффективных способов и высокопроизводительной очистной и проходческой техники, обладающих значительными резервами повышения производительности и создание новых способов подготовки, отработки и технических решений, отвечающих современным геотехнологическим, техническим и социальным требованиям.

Вниманию специалистов предложены авторские изобретения последних двух лет.

1. Новые геотехнологические решения.

1.1 «Способ подготовки и отработки запасов шахтных полей». [1]

Суть способа заключается в том, что отработку длинных лав при системе разработки «Длинные столбы по простиранию» в плоскости пласта с пологим залеганием осуществляют в челночном порядке от фланга к флангу. Демонтаж и монтаж ОМК осуществляют блочно-тройками, используя механизм передвижения РСС - распорноскользящий-скользящий (без распора) с демонтажной камеры в монтажную, с заменой быстроизнашивающихся выработавших ресурс элементов крепи в камере техосмотра возведенной совместно с камерами по демонтажу и монтажу ОМК по пути движения блоков.

1.2 «Способ разработки наклонного угольного пласта».[2]

Отработку длинных лав ведут по системе разработки как и для пологих пластов за счет диагонального расположения линии очистного забоя к падению пласта и параллельным к ней расположением вскрывающих горных выработок (уклонов, бремсбергов и др.) в плоскости пласта, включая монтажно-демонтажные и техосмотровые соосные камеры с блочным способом перемонтажа своим ходом «тройками», с созданием в зоне ведения очистных работ пониженного горного давления в виде прямоугольного треугольника.

1.3 «Способ открыто-подземной проходки вскрывающих горных выработок (стволов)».[3]

Предварительно по заданному направлению до сооружения промплощадки с нулевой отметки пробирают по наносам открытую траншею землеройной техникой на длину, согласно горнотехноэкономическому расчету и паспорту проведения стволов, затем на дне траншей в наносах монтируют с нулевой отметки устье и горную выработку – ствол грузоподъемными средствами и по мере возведения крепления горной выработки – ствола обратно траншею в наносах засыпают вынутым грунтом с оставлением просвета с забойной стороны.

1.4 «Способ получения пневмо-угольного топлива» (ПУТ).[4]

Задача решена за счет того, что уголь добывается в забоях угольных предприятий (УП) уже в порошкообразном виде за счет применения горных машин в забое со сколо-дробяще-всасывающим (СДВ) исполнительным органом (ИО) с локализацией газа метана и угольной пыли.

Транспортировка от забоя до котла ТЭЦ или металлургического завода производится пневмотраспортными установками (ПТУ), включая горные машины с ИО типа СДВ в забоях УП и конечный терминал ТЭЦ, непрерывно и одновременно через непрерывную серию полых частей ПТУ.

1.5 «Способ получения ВУТ от водо-воздушного угольного топлива ВВУТ». [9]

Данный способ позволяет осуществить однопроцессную поточную технологию получения в забое ВВУТ и сжигание пневмоугольное топливо (ПУТ) в котлах теплоносителей одновременно и непосредственно транспортируя через серию полых частей, при этом отсутствует обогатительная фабрика, первая и вторая ступени дробления, цех по приготовлению ВВУС.

1.6 «Способ получения углеводородов – нефти и газа и их количества».[5]

Согласно изобретению в отрабатываемое месторождение подают морскую воду через дополнительно пробуренную углубленную скважину до точки кипения в недрах земной коры – «бойлер», с учетом получения из $1м^3$ закачиваемой морской воды приблизительно 125 гр. нефтепродуктов, из них - 0,03 кг. являются частью нефти из морской воды. То же самое осуществляют и в создаваемом искусственном месторождении. Для этого предусматривают бурение скважин до «бойлера», где через одни скважины закачивают морскую воду, а через другие скважины добывают углеводороды из недр земной коры по мере их накопления (нефти, газа и пресной воды).

1.7«Способ разработки газоносной свиты пластов». [10]

Включает n-е количество флюидонасыщенных угольных пластов с генезисом углеводородов – газа метана, водорода в очагах ниже свиты, дегазацию и отработку угольных пластов с применением опережающей пластовой дегазацией в восходящем порядке начиная с нижнего принятого за нижний пласта в свите с продолжением отсоса газа из него при отработке вышележащих подрабатываемых пластов.

При этом в дальнейшем опережающую дегазацию в вышележащих пластах при их отработке не применяют.

1.8 «Комбинированная открыто-подземная разработка угольного пласта». [11]

Изобретение относится к области горного дела и может быть использовано при открыто-подземной разработке угольных пластов.

Проходку всех выработок осуществляют проходческо-очистным механизированным комплексом, с борта разреза. Затем начинают отработку запасов длинными выемочными столбами в восходящем порядке, столб отрабатывают короткими забоями по бесцеликовой технологии попеременно прямым и обратным ходом с формированием в завале вентиляционно-конвейерных просеков под защитой целика с креплением.

Сохранившиеся после отработки конвейерные уклоны и вентиляционно-дренажный штрек с водоотливом используют для подготовки и отработки запасов шахтного поля.

Изобретение позволяет повысить уровень извлечения запасов угля из приконтурных зон разрезов.

2.Новые горнотехнические решения.

2.1 «Проходческий комбайн». [12]

Сущность изобретения заключается в том, что в раму проходческого комбайна вставляется толкатель, выдвижная часть которого снабжена буферным устройством с кронштейнами для установки уширителей с отверстиями для анкерных болтов в почву выработки (на случай слабой почвы) или распорных цилиндров в кровлю. Ход толкателя кратный телескопу рабочего органа и шагу крепления горной выработки.

2.2 «Пункт перегрузочный». [13]

Техническим результатом является исключение просыпания горной массы на почву выработки в пунктах перегрузки. При этом точка крепления прицепного устройства подвижного перегружателя к проходческому комбайну совмещена с местом контакта горной массы, поступающей от комбайна на перегружатель, то же с перегружателя на штрековые конвейерные транспортные средства.

2.3 «Проходческий комплекс». [6]

Обеспечивается совмещение выполнения операций по креплению горной выработки с отбойкой и креплением с разделением процесса крепления на два захода при обработке забоя комбайном на один шаг крепления, согласно паспорта крепления.

Крепильщик не подвергается демонтажу при перегонах комбайна из одной выработки в другую, при развороте и проведении новой выработки с измененными параметрами.

2.3 «Устройство для забойного пересыпа». [7]

Сущность изобретения в том, что основания концевой головки забойного конвейера и штрекового ленточного конвейера совмещены в вертикальной плоскости и снабжены вырезами бокового (крестового) пересыпа по оси штрекового конвейера, причем длина выреза забойного конвейера больше ширины выреза штрекового конвейера на величину допустимого смещения забойного конвейера относительно штрекового и равна длине шарнирных направляющих.

2.5 «Очистной механизированный комплекс». [8]

Очистной механизированный комплекс (ОМК) снабжён блоками-тройками с автономными пультами управления и механизмом передвижения типа РСС – распорноскользящий-скользящий – при перемонтаже комплекса, удлинённой бортовой частью ограждений, устройством подворота козырька секции крепи, механизмом взаимосвязи изменения места крепления секций к конвейеру с гидроцилиндрами регулирования при различных углах наклона линии очистного забоя, при отработки столба в пределах от - 45 до + 45 градусов, с неизменным расположением забойного конвейера относительно точки пересыпа горной массы на забойный погрузочный пункт.

2.6 «Горнопроходческий добычной блок (модуль»). [14]

Секции крепи с гидроцилиндрами передвижки и забойный конвейер с комбайном, платформой взаимосвязаны распорноскользящим – скользящим (РСС) механизмом передвижения, как с распором, так и без распора секций крепи в кровлю выработки. Платформа выполнена автономно и снабжена механизмом подачи в виде механизма подачи горного комбайна, с возможностью жесткого размещения на ней корпуса горного комбайна, как в очистном, так и в проходческом исполнении или других забойных устройств.

2.7 «Угольнопородный технологический комплекс». [15]

Сущность изобретения в том, что в здании наклонного ствола, соосно, в вертикальной плоскости, расположены загрузочные устройства – угольное и породнее углепороднего ленточного конвейера, при совмещении здания наклонного ствола с углепородной галереей, с размещением четырехэтажного ленточного полотна этого же конвейера для породы и угля, общая приводная головка с натяжным устройством и выносные барабаны – породний над породным бункером с окном и лотком, угольный над загрузочным устройством поворотной стрелы, причём, точка пересыпа потока угля совмещена с осью поворота в горизонтальной плоскости поворотного круга стрелы.

Вывод.

1. Координацию комплексного подхода по внедрению новейших разработок должно взять на себя государство: Минэнерго РФ, регионы, особенно Кузбасс, путём создания мозговых и внедренческих центров, что приведет к увеличению производительности труда с уменьшением соответствующих затрат, в том числе убыточных для РЖД тарифов на перевозку затратного угля, инфраструктурных проектов по транспорту и в энергоснабжении шахт.

2. Надо не собирать что только существует, а дерзать и рождать новое, на несколько порядков выше существующего уровня.

3. В основу принятых некоторых решений принят новый способ перемещения горонотехнических устройств в плоскости пласта в виде РСС –распорноскользящий-скользящий. (16)

Список литературы.

1. Патент РФ № 2513607. Способ подготовки отработки запасов шахтных полей / Н. Г. Черных, В. И. Клишин, В. В. Мельник, Ю. Н. Кузнецов. Бюл. № 11, 2014.

2. Патент РФ № 2515791. Способ разработки наклонного угольного пласта / Н. Г. Черных, В.И. Клишин, В. В. Мельник и др. Положительное решение от 04.03.2014.

3. Патент РФ № 2520225. Способ открыто-подземной проходки вскрывающих наклонных горных выработок (стволов) / Н. Г. Черных, В. В. Мельник, Т. Н. Сильченко.

4. Патент РФ № 2517742. Способ получения пневмоугольного топлива (ПУТ) / Н. .Г. Черных.

5. Патент РФ № 2513782. Способ получения углеводородов – нефти и газа и их количества / Н. Г. Черных. Бюл. № 11, 2014.

6. Патент РФ № 2498062. Проходческий комплекс / Н. Г. Черных, Бюл. № 31, 2013.

7. Патент РФ № 2498076. Устройство для забойного пересыпа / Н. Г. Черных. Бюл. № 31, 2013.

8. Заявка № 2013100375/03. Очистной механизированный комплекс ОМК / Н. Г. Черных, В. В. Мельник, Т. Н. Сильченко. Бюл. № 25, 2013. Положительное решение от 05.06.14 г.

9. Заявка № 20121095119. Способ получения ВУТ из ВВУТ. / Черных Н. Г. Бюл. № 26, 20.09.13 г.

10. Патент № 2522583. Способ разработки газоносной свиты пластов./ Черных Н. Г., Клишин В. В., Мирошник А. И. и другие.

11. Заявка № 2013121969. Комбинированная открыто-подземная разработка угольных пластов./ Черных Н. Г., Мельник В. В. и другие.

12. Патент РФ № 2499888. Проходческий комбайн. / Черных Н. Г.

13. Патент РФ № 2516370. Пункт перегрузочный. / Черных Н. Г., Дурнин М. К., Сильченко Т. Н.

14. Заявка № 2013100375. Горнопроходческий добычной блок (модуль). / Черных Н. Г.

15. Заявка № 2013121375. Угольнопородный технологический комплекс. / Черных Н. Г.

16. «Механизмы передвижения горных машин». /Черных Н. Г. Уголь № 12, 2012 с. 48-51.

РАЗДЕЛ V: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

УДК 678.01 – 404: 532.1

К ВОПРОСУ КАЧЕСТВА РАСТВОРОВ ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ШЛАМОВЫХ ВОД УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ

Евменова Г.Л. канд. техн. наук, доцент,
Евменов С.Д. канд. техн. наук, профессор
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева Кемерово, Россия

Представлены результаты реологических исследований влияние механической и химической деструкции на физико-химические свойства растворов флокулянтов. Экспериментально установлено, что вязкость этих растворов является надежной характеристикой, с помощью которой можно оценивать степень и скорость протекания процесса деструкции. Это дает возможность снижения или исключения деструкции макромолекул в процессе приготовления и использования водных растворов флокулянтов в углеобогащении с целью сохранения их высокой активности.

Применение высокомолекулярных синтетических флокулянтов является одним из наиболее перспективных и экономичных методов очистки шламовых вод в углеобогатительной практике и позволяет интенсифицировать сепарацию угольных суспензий при их сгущении и классификации. Но приготовление, хранение, транспортировка и практическое использование растворов полимеров часто связано с достаточно интенсивным химическим и механическим воздействием, которые могут привести к деструкции, т.е. разрыву основной молекулярной цепи или боковых групп макромолекулы вещества. Несмотря на то, что это явление хорошо известно, оно редко принимается во внимание при решении конкретных технологических и практических задач. Одной из причин является трудность определения глубины протекания данного процесса в производственных условиях. Поэтому поиск метода, дающего такую возможность, является весьма актуальной задачей.

В качестве модельных сред использовались разбавленные растворы полимерных флокулянтов на основе полиакриламида – анионных марок Магнафлок 525 и 365 (М525 и М365) с молекулярной массой (ММ) $3 \cdot 10^6$ и $7 \cdot 10^6$ соответственно, и катионного Магнафлок 1440 (М1440) с ММ $1 \cdot 10^6$, широко используемые в различных отраслях промышленности для очистки сточных вод.

Вязкость раствора полимера η, характеризующая внутреннее сопротивление течению, обусловлена молекулярным механизмом, который по теории вязкости Бики [1] связан с молекулярной массой полимера. Если ввести понятие критической молекулярной массы – $ММ_{кр}$, связанной с длиной цепи, необходимой для образования непрерывной пространственной сетки (узлы ее образованы перехлестами макромолекул), то количество первичных, вторичных и последующих зацеплений существенно возрастает при $ММ > ММ_{кр}$. Сопротивление течению увеличивается, в связи, с чем усилие, необходимое для перемещения макромолекулы, переплетенной с другими, становится значительно выше по сравнению с усилием, затрачиваемым на движение отдельной цепи, что приводит к росту вязкости. Поэтому в области высоких молекулярных масс наблюдается очень сильное влияние ММ на η, значение которой становится пропорционально величине $ММ^{3,4}$. Нетрудно предположить, что снижение ММ в результате деструкции должно привести к уменьшению η.

Приготовление растворов полимерных флокулянтов и их использование в производстве характеризуется целым комплексом механических и химических воздействий на макромолекулы под влиянием различных факторов, однако наиболее характерными являются химическая и механическая деструкция.

Известно, что химическая деструкция возможна не только за счет сильных окислителей, вводимых в раствор, но и за счет энергии ультрафиолетового облучения, достаточной для того, чтобы разорвать химические связи с образованием свободных радикалов, которые, как правило, быстро реагируют с присутствующим кислородом [2]. В этом случае одним из главных факторов, влияющих на процесс фотодеструкции, является число квантов поглощенного излучения, а деструкцию растворов флокулянтов можно исследовать без опасения побочных влияний микропримесей, вводимых в раствор с

окислителями. Поэтому в процессе эксперимента облучение растворов флокулянтов проводили УФ-лучами ртутно-кварцевой лампы, обеспечивающей стабильное получение светового потока 4200 люмен.

Механическая деструкция обычно происходит вследствие того, что приложенное напряжение превышает прочность химической связи между атомами основной цепи. Вероятность протекания данного процесса определяется соотношением суммы энергий межмолекулярных взаимодействий $\Sigma E_{мс}$ и энергии химических связей $E_{хс}$ основной цепи. При условии $\Sigma E_{мс} > E_{хс}$ разрушению будут подвергаться в первую очередь химические связи. Однако для разбавленных растворов полимеров характерно соотношение $\Sigma E_{мс} < E_{хс}$, при котором более вероятным должно быть скольжение макромолекул относительно друг друга, а не разрыв [3]. В то же время усилия, возникающие при перемешивании растворов мешалками различных типов, их транспортировании по трубопроводам и продавливании через фильтры приводят к созданию в объеме раствора высоких скоростей сдвига, что сопровождается очень интенсивным перемещением молекул растворителя относительно менее подвижных макромолекул и, в конечном итоге, к разрыву химических связей.

Механическую деструкцию растворов исследовали с помощью ультразвука частотой 15 кГц и интенсивностью 55 Вт/см^2, т. к. из всех видов механического воздействия ультразвуковое (УЗ) излучение лучше всего поддается количественному описанию, а его интенсивность и частоту измерить значительно легче, чем нагрузку при сдвиге, возникающую, например, в процессе смешения [2].

Степень деструкции оценивалась по изменению вязкости растворов, которая определялась с помощью рео-вискозиметра Хепплера (производство Германии), который действует по принципу падения (движения) калиброванного по диаметру шарика под действием приложенной нагрузки в цилиндрическом измерительном сосуде, заполненном исследуемой жидкостью. Движение шарика осуществляется с помощью гирь, имеющих размерность касательного напряжения, создаваемого в процессе измерения.

Были исследованы растворы Магнафлоков М365, М525 и М1440, концентрация которых составляла 0,1% (масс). Результаты исследования представлены в таблице. Изменение вязкости оценивали по величине $\Delta\eta$ (%), которая находилась по следующей формуле:

$$\Delta\eta = \frac{\eta_0 - \eta_i}{\eta_0} \cdot 100,$$

где η_0 – начальная вязкость раствора до воздействия, сПз; η_i – вязкость раствора после воздействия, сПз.

На рис. 1 показана зависимость вязкости η растворов полимерных флокулянтов от времени УФ-воздействия t, от которого непосредственно зависит число квантов поглощенного излучения. Характер этой зависимости для всех материалов практически одинаков, однако численные значения изменения вязкости $\Delta\eta$ (табл. 1) существенно зависят от ММ исходного полимера, которая определяет начальную вязкость раствора η_0 при $t = 0$. Хорошо видно, что наиболее интенсивно вязкость падает в первые 60 секунд (с) воздействия, например, у М 365 $\Delta\eta$ составляет 51,3 %.

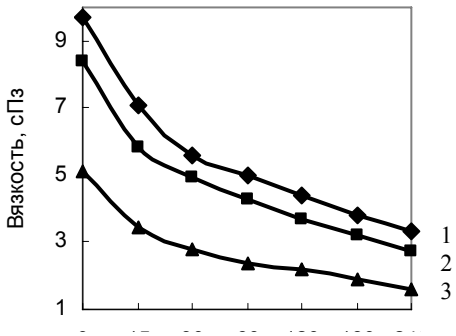


Рис. 1. Влияние времени УФ-воздействия на вязкость растворов полимеров: 1 – М365; 2 – М525; 3 – М1440

В дальнейшем в пределах экспериментально изученного отрезка времени скорость изменения вязкости существенно снижается и становится примерно постоянной. Максимальная величина $\Delta\eta$ при t = 240 с наблюдается для М 365 (66,7 %), минимальная – для М 1440 (61,7 %).

Следует отметить, что при разных значениях первоначальной вязкости растворов полимеров с возрастанием времени УФ-воздействия на них происходит выравнивание значения η и после 60 с они становятся весьма близкими. Выявлена еще одна интересная особенность – растворы Магнафлоков 365, 525 и 1440 за максимальный период облучения (t = 240 с) уменьшили свою начальную вязкость независимо от их молекулярных масс на одну и ту же величину – примерно в 3 раза. Причем чем выше молекулярная масса полимера, тем энергичнее протекает процесс деструкции, что необходимо учитывать при создании и реализации технологии растворения полимеров.

Механическое воздействие на растворы флокулянтов с помощью ультразвука вызывает механодеструкцию полимеров, что также характеризуется падением вязкости.

Вместе с этим наблюдаются некоторые особенности, к которым, прежде всего, следует отнести более равномерное во времени уменьшение этого параметра для всех флокулянтов кроме М 365, для которого, например, после 60 с действия УЗ Δη составило 42,2 % (у остальных – 1,6...34 %), табл. 1.

Изменение вязкости растворов полимерных флокулянтов

Δη при деструкции

Вид облучения	Марка флокулянта	Время воздействия облучения, с							
		0	15	30	60	120	180	240	360
УФ	М365	0	40,9	45,7	51,3	59,0	-	66,7	-
	М525	0	31,7	36,6	43,9	51,2	-	64,6	-
	М1440	0	23,4	38,3	44,7	48,9	-	61,7	-
УЗ	М365	0	-	-	42,2	54,2	59,5	60,7	72,1
	М525	0	-	-	21,6	31,3	42,9	46,2	61,0
	М1440	0	-	-	34,0	42,6	48,9	55,3	59,6

Результаты проведенных экспериментов показывают, что вязкость растворов полимеров в данном случае является достаточно надежной, хотя и косвенной характеристикой, с помощью которой можно оценивать степень и скорость протекания процесса деструкции. Это дает возможность регулировать глубину протекания данного процесса при приготовлении растворов и подбирать технологические параметры, позволяющие либо исключить деструкцию макромолекул, либо сделать ее минимальной с целью сохранения их высокой активности.

Список литературы

1. Мидлман, С. Течение полимеров.– М.: Мир, 1971. – 259 с.

2. Грасси, Н. Деструкция и стабилизация полимеров / Н. Грасси, Дж. Скотт. Перевод с англ.– М.: Мир, 1988. – 446 с.

3. Тугов, И.И. Физика и химия полимеров / Тугов И.И., Костыркина Г.И. – М.: Химия, 1989. – 432 с.

info@exposib, ugol@exposib.ru с пометкой «Конференция. Тезисы».

Аннотация

Приведено описание объекта с положительной обратной связью на примере комплекса приготовления и циркуляции магнетитовой суспензии при обогащении рядовых углей в тяжелой среде на тяжелосредных сепараторах или на тяжелосредных гидроциклонах. Описан алгоритм регулирования таким объектом, работа которого проиллюстрирована графиками переходных процессов под влиянием внешних ступенчатых воздействий по задающему входу и по возмущающему входу.

Annotation

The description of the object with recycle on the example of the complex preparation and circulation of the magnetite suspension with ROM coal in heavy medium for Heavy-Heavy-separators or hydrocyclones. An algorithm for management of such an object, the operation of which is illustrated by the graphs of transients under the influence of external influences on a given step input and the perturbing input.

УДК 622.7.012

ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ

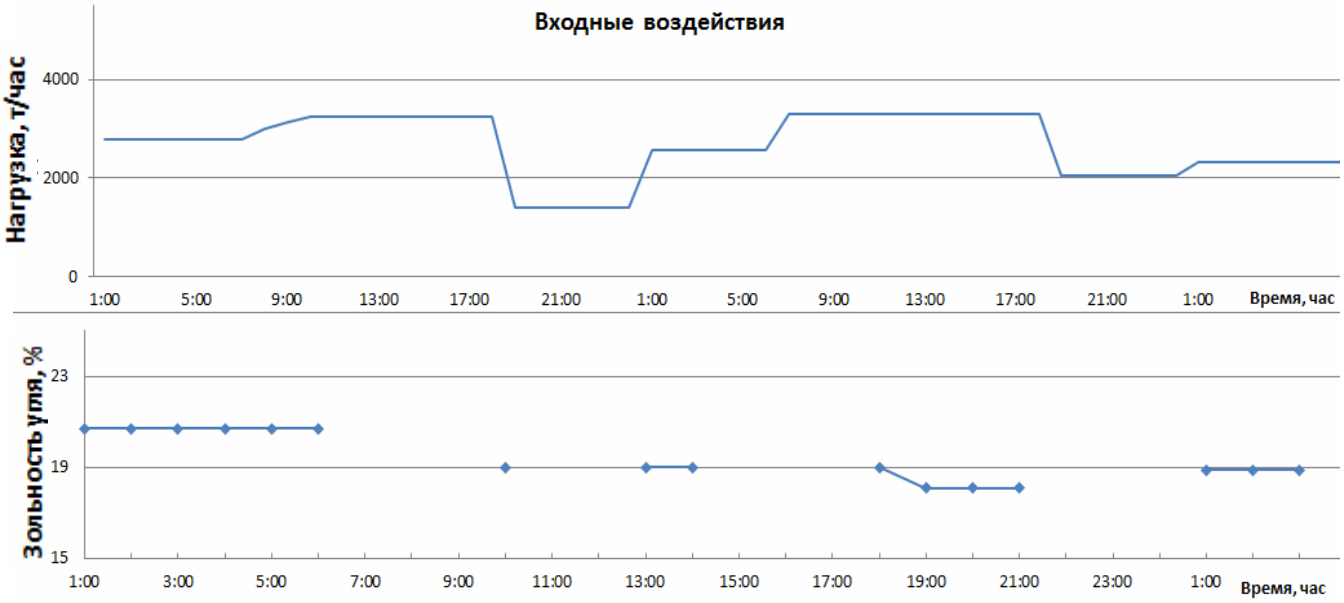
Н.Л.Лысенко доц. каф. открытых горных работ; К.А.Ивушкин, к.э.н., первый заместитель генерального директора ООО « ОК Сибшахтострой»; М.Г. Чичиндаев, генеральный директор ЗАО «НИПИ Кузбасспроект»; Л.П. Мышляев д.т.н., генеральный директор ООО «НИЦ СУ»; А.В. Зайцев, студент ФГОУ ВПО «Сибгиу»

Существенная неопределенность, присущая многим технологическим процессам, оказывает негативное влияние на эффективность управления. Существующие подходы и методы алгоритмизации, функции и управления базируются как на наличии «прямого контроля», так и на возможности косвенных оценок воздействий и состояний процессов. Так как эти оценки осуществляются со значительным запаздыванием, то предпочтительнее формировать как можно больше «прямо» контролируемых исходных данных[1].

Формирование данных для оперативного управления и для исследовательских целей зачастую должно удовлетворять противоречивым требованиям. Если для исследований предпочтение отдается данным с большой степенью изменчивости их свойств (средние уровни, скорости изменения этих уровней, частотные характеристики), то для оперативного управления более привлекательны данные со стабильными свойствами.

Сказанное в полной мере относится к современным процессам углеобогащения. Ситуация осложняется тем, что для косвенной оценки воздействий практически отсутствуют адекватные динамические модели технологических процессов углеобогащения. А последнее ограничивает возможности косвенного оценивания определяющих технологических факторов. Это в свою очередь приводит к обязательному формированию данных «прямыми» методами.

Пример контролируемых данных современной обогатительной фабрики представлен на рисунке 1 и рисунке 2.



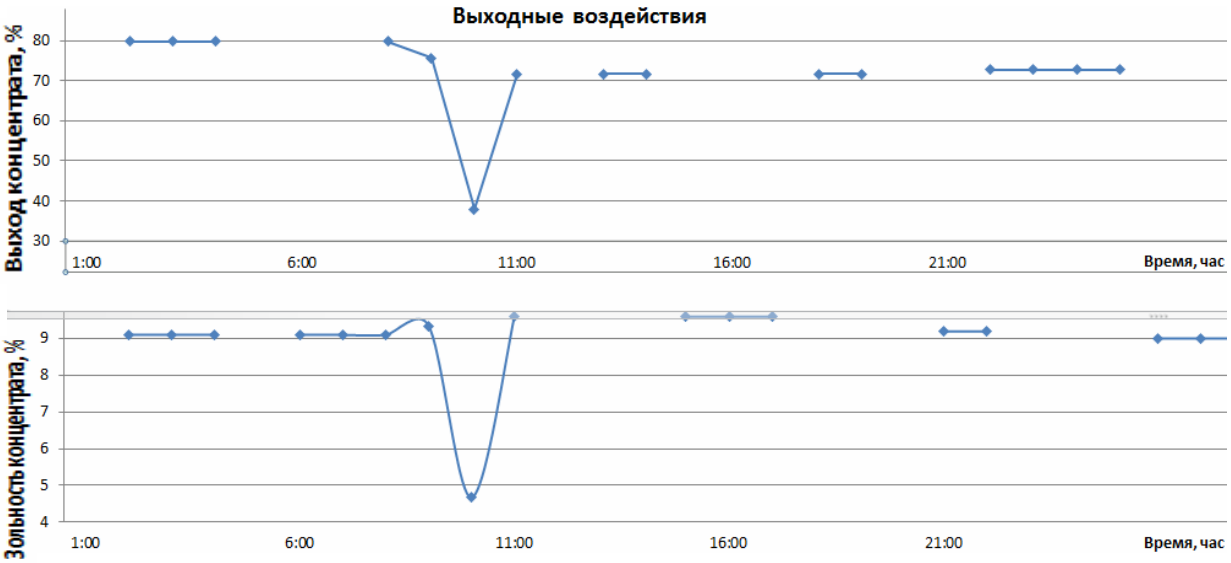


Рисунок 1 – Контролируемые воздействия

Эти данные характеризуются, например:

- дискретностью, интервал дискретизации которых не согласован с динамическими характеристиками процесса;
- отсутствием части данных на достаточно больших интервалах времени.

И это не говоря о том, что отсутствует вообще контроль некоторых важных для исследований и управления технологическими процессами факторов.

Частично восстановить недостающие данные можно применением балансовой модели (1). Пример построения графиков с помощью тако й модели представлен на рисунке 2.

$$\gamma_{\text{исх}} * A^d{}_{\text{исх}} = \gamma_{\text{к}} * A^d{}_{\text{к}} + \gamma_{\text{о}} * A^d{}_{\text{о}} \qquad (1)$$

где $\gamma_{\text{исх}}$ – выход исходного сырья;

$\gamma_{\text{к}}$ – выход концентрата;

$\gamma_{\text{о}}$ – выход отходов;

A^d – зольность исходного сырья, концентрата и отходов соответственно.

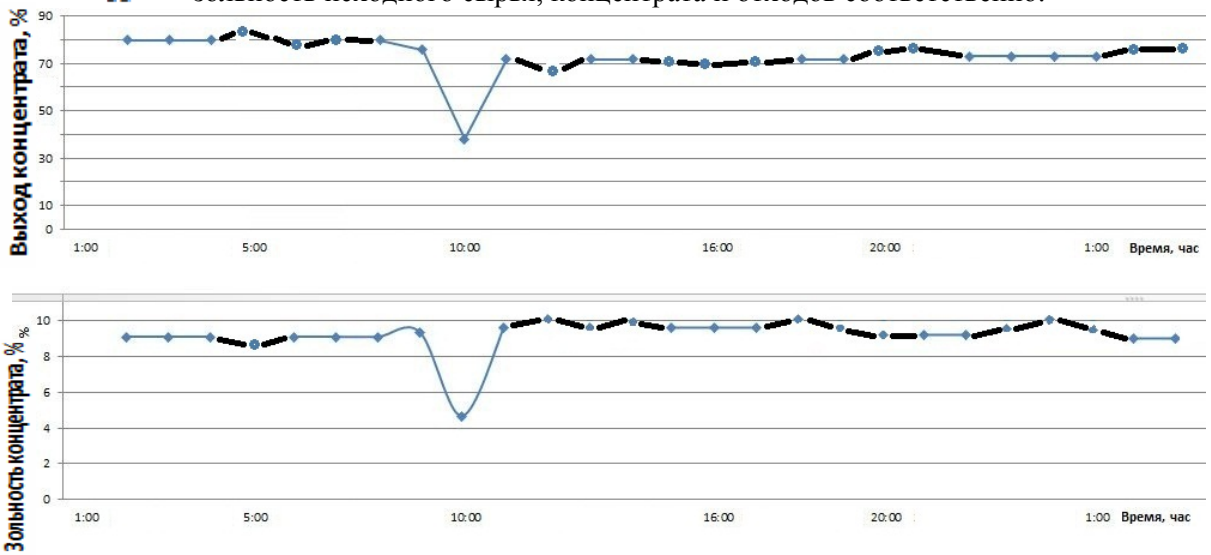


Рисунок 3 – Контролируемые воздействия
Восстановленные воздействия

Для целей исследования процессов и предварительной отладки алгоритмов и систем автоматизации управления, необходимо формирование данных с заданными структурными свойствами, в первую

очередь, со ступенчатыми изменениями уровней технологических факторов. Такие данные необходимы как для идентификации объектов в системах управления, так и для получения переходных процессов в проектируемых и внедряемых системах управления.

Пример формирования таких ступенчатых воздействий на рисунке 4.

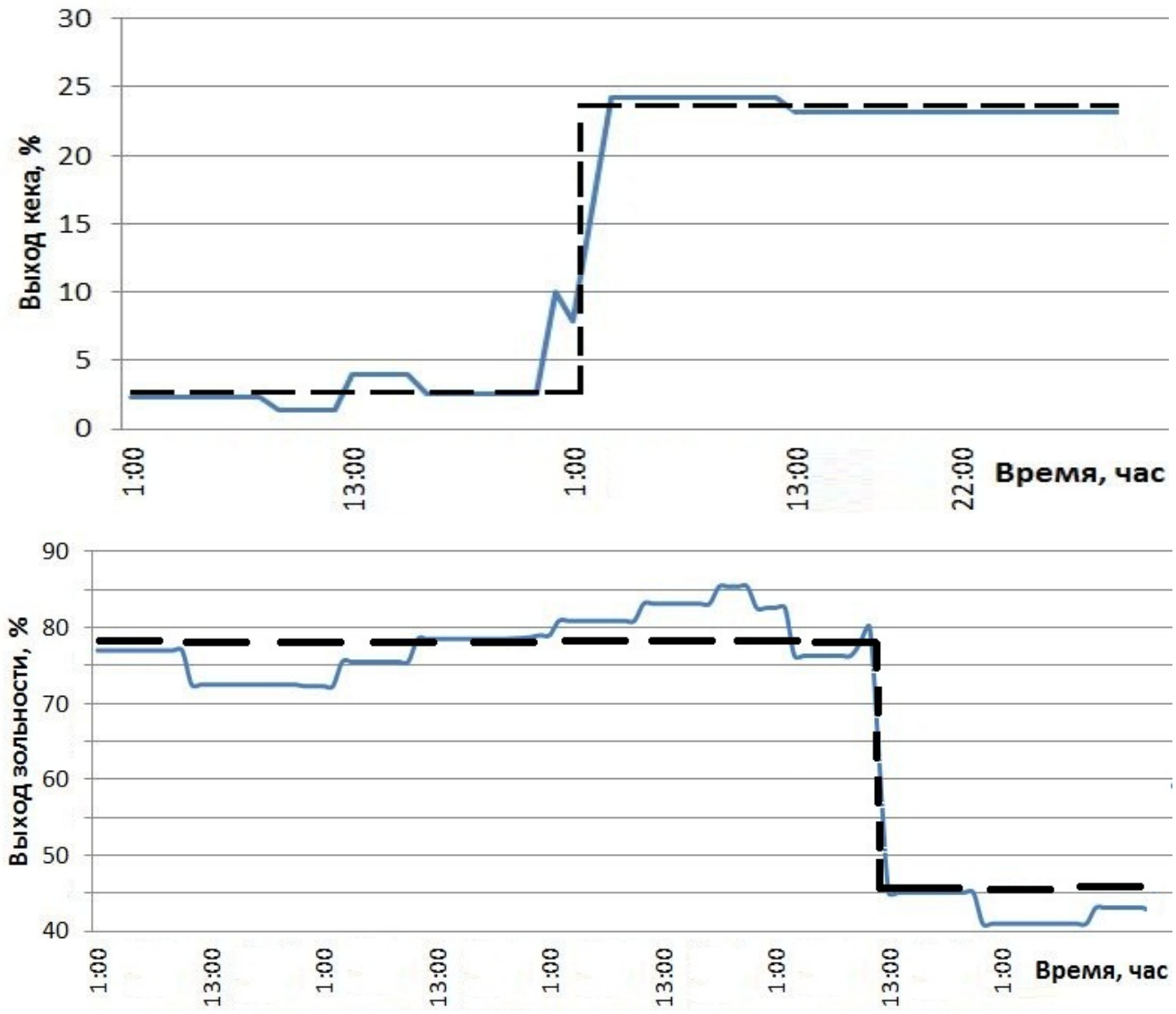


Рисунок 4 – Формирование ступенчатых изменений технологических данных

Правильно сформированные данные позволяют эффективно проводить исследования и осуществлять оперативное управление технологическими процессами.

Список литературы

1. Системы автоматизации на основе натурно-модельного подхода:Монография в 3-х т. Т.2: Системы автоматизации производственного назначения / Л.П. Мышляев, А.А. Ивушкин, Г.П. Сазыкин и др.; Под ред. Л.П. Мышляева.- Новосибирск: Наука, 2006. – 483с.

Аннотация

Рассмотрены недостатки при формировании данных о процессах углеобогащения для исследовательских и производственных целей.

Намечены методы и пути восполнения недостающих информативных данных.

Annotation

The shortcomings of data formation regarding to coal washing process are examined.

Methods and ways filling the gaps in factual data are determined.

УДК 622.3

РАЗЛИЧИЯ В СТРОЕНИИ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ БУРОГО УГЛЯ И ТОРФА ПРИ МАГНИТНОМ И УЛЬТРАЗВУКОВОМ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Москаленко Т.В., к.т.н., старший научный сотрудник лаборатории комплексного использования углей, Институт горного дела Севера имени Н.В.Черского СО РАН, г.Якутск, Россия
Михеев В.А., к.т.н., заведующий лабораторией комплексного использования углей, Институт горного дела Севера имени Н.В.Черского СО РАН, г.Якутск, Россия

Рассмотрены изменения молекулярной структуры гуминовых препаратов, полученных под действием магнитного и ультразвукового полей при проведении экстракции. Показано, что эти виды воздействия приводят к получению гуминовых препаратов, отличающихся по молекулярному строению.

The changes in the molecular structure of humic substances produced by the magnetic fields and ultrasound during extraction are exam. It is shown that these influence results in changes in the molecular structure of humic substances.

Многочисленные исследования показали, что гуминовые препараты, получаемые из бурых углей и торфов, аналогичны природным гуминовым веществам, обладают таким же широким спектром мелиоративного и биологического действия.

Общим в строении гуминовых веществ для всех источников происхождения является наличие каркасной части, т.е. ароматического углеродного скелета, и функциональных групп. В состав гуминовых веществ входит органическая часть, образованная сравнимыми количествами атомов углерода, водорода и кислорода, обязательным элементом является азот, почти во всех препаратах определяется сера, гигроскопическая влага и, кроме этого, неорганическая часть, включающая преимущественно ионы металлов, оксиды кремния и алюминия.

Анализ и описание гуминовых препаратов, как объектов стохастического характера является сложной задачей. К фундаментальным свойствам гуминовых веществ относятся нестехиометричность состава, нерегулярность строения, гетерогенность структурных элементов и полидисперсность. К ним неприменим традиционный способ численного описания строения органических соединений, характеризующий количество атомов в молекуле, число и типы связей между ними.

Сложность с описанием данного класса препаратов усугубляется и тем, что гуминовые вещества отличаются между собой по свойствам в зависимости не только от исходного сырья и выщелачивающего реагента, но и от способа их извлечения.

С другой стороны известно, что физиологическая активность гуминовых препаратов, а именно это и есть самое ценное свойство для данного класса соединений, зависит от их молекулярных параметров и связана с наличием фрагментов, обладающих свойствами стабильных свободных радикалов (функциональных групп), содержание которых снижается с увеличением высокомолекулярных фракций.

Характер изменения молекулярной структуры гуминовых кислот, являющихся основой данного класса препаратов, можно продемонстрировать с помощью отношения оптических плотностей, полученных при разных длинах волн. Расчеты показали, что наименьшее отклонение для различных концентраций растворов имеет показатель степени конденсированности $E_{450/600}$, вычисленный как отношение оптических плотностей раствора ГК при длине волны 450 и 600 нм. На основании этого показателя можно судить о степени конденсированности молекул. Повышение этого показателя

свидетельствует о возрастании количества атомов углерода слагающих ароматический скелет молекул гуминовых кислот при одновременном уменьшении количества функциональных групп.

Экспериментальные исследования показали, что извлечение гуминовых веществ из бурого угля и торфа под действием физических полей (магнитного и ультразвукового) при проведении экстракции приводит к получению гуминовых препаратов, отличающихся по степени конденсированности.

Степень конденсированности при проведении экстракции в магнитном поле выше, чем степень конденсированности контрольных растворов, а тенденция для растворов, прошедших экстракцию ультразвуком, обратная: она меньше, чем для контрольных растворов, и, следовательно, меньше чем рассматриваемый показатель для экстрактов, полученных в магнитном поле. При этом под контрольными растворами подразумеваются экстракты гуминовых кислот, полученные без каких либо физических воздействий при экстрагировании. Степень конденсированности при проведении экстрагирования традиционным способом (температурная интенсификация) так же имеет промежуточное расположение между магнитным и ультразвуковым воздействиями.

Следовательно, воздействие магнитным и ультразвуковым полем на этапе экстрагирования позволяет получить гуминовые вещества, отличающиеся по структуре: при сравнении между собой структуры гуминовых препаратов, полученных при экстракции в магнитном поле, и гуминовых препаратов, полученных при ультразвуковой экстракции, можно однозначно заключить, что молекулы гуминовых кислот, полученных при экстракции в магнитном поле более конденсированы и имеют большее количество атомов в узлах ароматической решетки и меньшее количество функциональных групп.

УДК 622.33.004.18

ПОЛУЧЕНИЕ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ ИЗ АНТРАЦИТА И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

В.М. Мухин, д.т.н., профессор, начальник лаборатории активных углей
ОАО «ЭНПО «Неорганика», г.Электросталь Московской обл., Россия
П.В. Учанов, аспирант кафедры промышленной экологии
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Москва

Исследованы свойства антрацитов ряда регионов России в качестве сырья для изготовления активных углей (АУ). Разработана упрощенная технология получения АУ на основе антрацита марки ДАС, выпущены опытно-промышленные партии АУ. Исследованы их физико-механические характеристики, пористая структура и адсорбционные свойства. Проведен сравнительный анализ свойств полученных АУ с промышленными марками активных углей.

Ключевые слова: антрацит, активный уголь, активация, адсорбционная способность, пористая структура, очистка воды.

The properties of anthracite of different regions of Russia are investigated as raw material for receiving activated carbons (AC). Simplified technology of receiving AC from anthracite (DAC) is worked out; experimental commercial parties of activated carbons of anthracite are produced. Their physic-mechanic characteristics, porous structure and adsorption properties are investigated. There is carried out the comparative analysis of the properties of the AC with industrial brands activated carbons.

Key words: anthracite, activated carbon, activation, adsorption property, porous structure, water treatment.

Сегодня практически вся планета и, особенно, районы массового проживания людей подвержены серьёзным экологическим угрозам, главными из которых являются: радиационное загрязнение территорий; угнетение почв кислотными дождями; загрязнение почв химическими веществами и пестицидами; разливы нефти на суше и на море и разрушение атмосферы.

В силу своих физико-химических свойств углеродные адсорбенты (активные угли) являются уникальными и идеальными сорбционными материалами, которые позволяют решать большой круг вопросов обеспечения химической и биологической безопасности человека, окружающей среды и инфраструктуры. Активные угли (АУ) – это высокопористые твёрдые вещества, полученные на основе

углеродсодержащего сырья, обладающие развитой внутренней поверхность (от сотен до двух тысяч $м^2/г$) и имеющие высокие поглотительные характеристики по примесям, находящимся в очищаемых средах (воздух, газы, вода, жидкости, почва) [1].

При этом основным сырьём для приготовления АУ являются каменные угли различной степени метаморфизма: от антрацитов до бурых углей и торфа. А сам АУ – это продукт углехимических технологий.

В различных регионах России широко представлены антрациты как ископаемое каменноугольное сырьё [2]. Потенциальные запасы и объёмы этого типа каменноугольного сырья составляют 35 миллиардов тонн. Наибольший интерес представляют антрациты Донецкого бассейна, Кузнецкого бассейна и Магаданской области. Для организации на их основе новых производств активных углей будет потребляться не более 0,02% их запаса.

Особо важно отметить низкое содержание летучих веществ (менее 5%), что позволяет подвергать такой материал непосредственно активации без проведения операций карбонизации и обезлетучивания. Также данный материал отличает малая зольность. Как следствие, технологический процесс изготовления активного угля на основе антрацита включает всего 4 технологические операции, в то время как производство АУ на каменноугольной основе марки АГ-3 требует 11 операций.

Методика получения образцов дроблёного антрацитового сорбента ДАС

В качестве исходного сырья были взяты: антрацит Восточного Донбасса шахты Обуховская (Ростовская область) и антрацит Омсукчанского месторождения Магаданской области. После дробления кусков антрацита высевали требуемую фракцию 1-3 мм, которую подвергали активации в лабораторной вращающейся электропечи в среде диоксида углерода и водяного пара (в соотношении 1:3) при температуре 870 °С, активацию проводили до величины обгара 15%.

В табл. 1 приведены технические характеристики активных углей марки ДАС и промышленных углей АГ-3 (Россия, ОАО «Сорбент», на основе каменного угля марки СС) и GCN 830 (Нидерданды, фирма «Norit», на основе скорлупы кокосового ореха). Очевидно, что адсорбционные свойства ДАС в среднем в 1,5 раза выше, чем у АГ-3, что обусловлено его высоким объёмом микропор на единицу объёма ($см^3/см^3$). При этом по своему качеству (за исключением прочности) ДАС находится даже на уровне лучшего мирового аналога GCN 830.

Таблица1. Технические характеристики активных углей

Показатели качества	АГ-3	ДАС на основе антрацита	GSN 830 на основе кокоса (Голландия)
1.Насыпная плотность, г/дм3	400-500	780	550
2. Прочность при истирании, %	70-75	75,2	92
3. Содержание золы, % масс.	12-15	2,2	2,4
4. Объём микропор:			
- $см^3/г$	0,20	0,22	0,34
- $см^3/см$	0,09	0,17	0,19
5.Динамическая активность по бензолу, мин	40-42	53	72
6. Адсорбционная активность по йоду:			
- мг/г	650-670	600	800
- $мг/см^3$	297	468	440

Опытные партии ДАС были переданы большому числу потребителей АУ, где прошли их испытания в реальных адсорбционных технологиях с положительными результатами.

АУ опытно-промышленной партии был передан в институт НИИКВОВ г.Москва для исследования эффективности очистки воды. В табл. 2 приведены результаты испытаний активированного антрацита, отечественного АГ-3 и бельгийского TL-830 по эффективности удаления формальдегида. Исследования показали, что активированный антрацит вполне может конкурировать с АГ-3 и TL-830 по извлечению формальдегида из воды.

Таблица 2. Эффективность углей по отношению к формальдегиду

Марки углей	Исходная концентрация формальдегида, мг/л		
	0,11	0,1	0,06
АГ-3	0,032	0,040	0,016
TL-830	0,042	0,040	0,022
Активир. антрацит	0,033	0,038	0,019

Условия проведения опытов: 1 г угля на 1 л воды, время контакта 0,5 ч

При очистке воды для питьевого водоснабжения, основными загрязняющими веществами водоисточников являются органические вещества природного и антропогенного происхождения. В настоящее время возникают проблемы по обеспечению ПДК таких показателей как перманганатная окисляемость и хлорорганические соединения. В табл.3 представлены данные по эффективности удаления некоторых органических соединений наиболее часто присутствующих в источнике водоснабжении или в питьевой воде.

Из представленных в табл. 2-3 данных видно, что эффективность применения ДАС на основе антрацита Восточного Донбасса по указанным загрязняющим веществам достаточно высока и сравнима с эффективностью активных углей АГ-3 и TL-830. Следует всё же заметить, что данные испытания проводились путём углевания, т.е. образец АУ добавляли в очищаемую воду, а не фильтровали её через слой угля.

Таблица 3**.** Эффективность удаления органических загрязнений

Показатели	Исходная концентрация	Марка углей		
		АГ-3	TL-830	Активированный антрацит
		Остаточные концентрации		
Перманганатная окисляемость, мгO_2/л	24,7	1,9	2,1	2,2
Хлороформ, мг/л	2,8	0,08	0,073	0,094

Условия проведения опытов: 5 г угля на 1 л воды, отдельно для каждого загрязнителя, время контакта 0,5 ч.

Аналогичные исследования по эффективности извлечения плохосорбируемого фенола, как наиболее распространенного антропогенного загрязнителя как в сточных так и природных водах, были выполнены в ОАО «НИИ ВОДГЕО» г. Москва.

Испытания проводились в одинаковых условиях для двух типов сорбентов ДАС и промышленного активного угля КАД-И. Результаты этих испытаний приведены в табл. 4.

Таблица 4. Эффективность очистки питьевой воды от фенола активными углями

Показатель	Марка активного угля		Превышение, раз
	ДАС	КАД-И	
1. Сорбционная емкость до проскока (мл/г) - при высоте слоя 120 мм - при высоте слоя 520 мм	 9,40 33,98	 2,15 8,84	3,8
2. Сорбционная емкость до насыщения (мл/г) - при высоте слоя 120 мм - при высоте слоя 520 мм	 72,20 94,00	 29,85 38,16	2,5

Условия испытания: концентрация сорбата 50 мг/дм^3, скорость фильтрования 4 м/ч.

Здесь, как мы видим, питьевая вода фильтровалась через колонки и эффект преимущества ДАС по высокому объёму микропор на единицу объёма ($V_{ми}$, см^3/см^3) проявился в полной мере.

Таким образом, можно констатировать, что сорбционная емкость по фенолу сорбента ДАС на основе антрацита Омсукчанского бассейна Магаданской области превышает сорбционную емкость промышленно изготовляемого сорбента КАД-И на основе каменноугольного полукокса ~ в 2,5 – 3,5 раза в расчете на единицу массы. Сорбент ДАС может эффективно использоваться для очистки фенолсодержащих сточных вод в качестве загрузки в сорбционные фильтры.

На основании вышепроведённого исследования можно сделать вывод, что простая замена песочной или гидроантрацитовой загрузки в действующих системах водоснабжения на активный антрацит (без строительства отдельного блока с активным углём) на действующих системах водоснабжения городов

позволит сэкономить 150 млрд. руб. бюджетных средств и даст высококачественную чистую и здоровую воду городскому населению России.

Проведённые исследования по получению активных антрацитов и их испытанию по применению в реальных многотоннажных углеадсорбционных технологиях позволяю ставить вопрос о скорейшей организации их промышленного производства в различных регионах страны, т.к. антрациты разных месторождений позволяют получать активные угли с близкими качественными характеристиками.

Список использованной литературы.

1. Мухин В.М., Клушин В.Н. Производство и применение углеродных адсорбентов. М.: РХТУ им.Д.И. Менделеева, 2012. С.308

2. Кизильштейн Л.Я., Шпицглуз А.Л. Атлас микрокомпонентов и петрогенетических типов антрацитов. Ростов н/Д.: Издательство Северо-Кавказского научного центра высшей школы, 1998. С. 254

УДК 681.5

УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ С РЕЦИКЛОМ НА ПРИМЕРЕ УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

аспирант Циряпкина А.В.1, к.э.н. Ивушкин К.А.2, д.т.н. Мышляев Л.П.1, к.т.н. Киселев С.Ф.1, с.н.с Линков А.А.1

1 – Сибирский государственный индустриальный университет,

2 – ОК «Сибшахтострой»

Разнообразие объектов с рециклом (с положительной обратной связью) в различных отраслях промышленности требует обоснованного подхода к вопросам управления ими. Примером таких объектов могут служить технологические комплексы приготовления и циркуляции магнетитовой суспензии при обогащении рядовых углей в тяжелой среде на тяжелосредных сепараторах или на тяжелосредных гидроциклонах). Структурная схема таких объектов управления с рециклом представлена на рисунке 1.

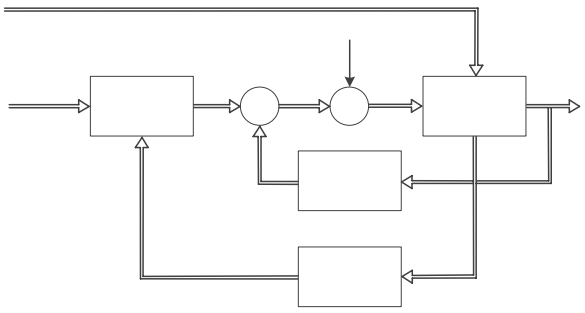


Рисунок 1 – Структура объекта управления с рециклом

1 – зумпф кондиционной суспензии, 2 - смеситель, 3 – делитель потока, 4, 5 – трубопроводы водно-шламовой схемы, обеспечивающие циркуляцию суспензии, $Y(t)$ – текущее значение регулируемого выходного воздействия объекта (характеристики качества выходного продукта объекта);$Y_1(t)$ - текущая величина изменения регулируемого выходного воздействия объекта под влиянием координатного управляющего воздействия; $Y_r(t)$ - текущая величина изменения регулируемого выходного воздействия объекта под влиянием воздействия по цепи рецикла; $\omega(t)$ – приведенное к выходу объекта управления неконтролируемое возмущающее воздействие, соответствующее совокупному влиянию на выходное воздействие объекта всех его неконтролируемых внешних воздействий;$U_1(t)$ - координатное управляющее воздействие;$U_2(t)$ -параметрическое управляющее воздействие; $Q_в(t)$ – расход готового продукта, поступающего на выход объекта управления; $Q_r(t)$ – расход готового продукта, поступающего в цепь рецикла объекта управления.

Регулируемым выходным воздействием является плотность рабочей магнетитовой суспензии, которая подается на тяжелосредные сепараторы и гидроциклоны. Часть этой суспензии через цепи рецикла возвращается в реакционную зону объекта управления.

Управление осуществляется посредством координатно-параметрических управляющих воздействий, реализуемых по двум каналам управления:

- координатного управления (например, расход или характеристика качества материала, поступающего на обработку в объекте управления), изменения которого влияют непосредственно на управляемое выходное воздействие объекта;

- параметрического управления (например, соотношение между количеством или расходом готового продукта, поступающего на выход объекта управления и поступающего в цепь рецикла объекта управления), изменения которого влияют на динамические характеристики канала преобразования изменений координатного управляющего воздействия в изменения регулируемого выходного воздействия объекта.

Известные системы [1-3] регулирования объектов с рециклом предусматривают возможность использования координатного управляющего воздействия и не соответствуют структуре и свойствам рассматриваемого объекта управления. Для такого рода объектов с рециклом разработана система автоматического управления координатно-параметрического управления. При этом координатное управляющее воздействие влияет непосредственно на управляемое выходное воздействие объекта (для рассматриваемого случая это расход в свежей магнетитовой суспензии, добавляемой на магнитном сепараторе в поток регенерированной магнетитовой суспензии). Параметрическое управляющее воздействие влияет на динамические характеристики канала преобразования координатного управляющего воздействия (для рассматриваемого случая это текущая доля готового продукта, возвращаемого в объект управления по цепи рецикла).

Структурная схема системы управления рассматриваемым объектом с рециклом изображена на рисунке 2 и содержит три контура:

- координатного управления с регулятором 8;
- параметрического управления с регулятором 9;
- адаптации с блоком 10 адаптации параметров регуляторов 8 и 9.

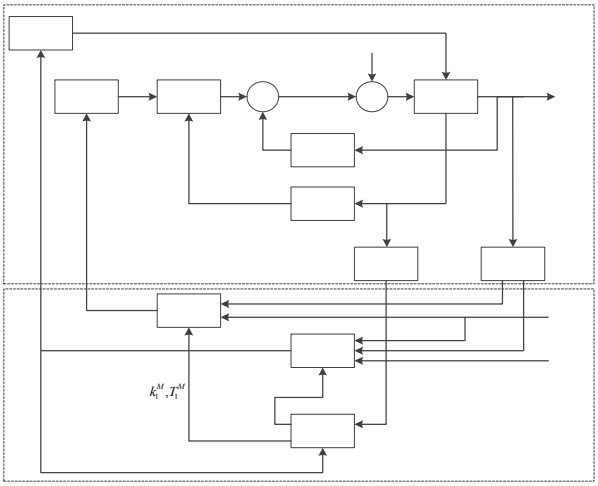


Рисунок 2 – Структурная схема системы управления объектом с рециклом

6,7 – датчики, 8 – регулятор контура координатного управления, 9 – регулятор контура параметрического управления, 10 – блок адаптации.

Регулятором 8 контура координатного управления реализуется алгоритм управления, предусматривающий выполнение следующих основных операций:

- расчетная компенсация эффектов влияния цепи рецикла на регулируемую выходную переменную;
- косвенное (расчетное) оценивание эквивалентного неконтролируемого возмущения, приведенного к координатному управляющему входу объекта;
- экстраполяция оценок эквивалентного неконтролируемого возмущения на интервал запаздывания в канале координатного управления;
- формирование и реализация координатного управляющего воздействия обеспечивающего компенсацию эквивалентного неконтролируемого с учетом влияния цепи рецикла.

В основе используемых расчетных процедур лежит схема имитационного натурно-математического моделирования [3].

Регулятором 10 контура параметрического управления, реализуется типовой пропорционально-интегральный алгоритм управления. Этот регулятор меняет положение делителя потока 3, уменьшая долю готового продукта, возвращаемого в объект управления по цепи рецикла, при увеличении усредненного абсолютного значения ошибки контура координатного управления. Это приводит к уменьшению объема суспензии в реакционной зоне объекта, снижению постоянной времени инерции и к увеличению коэффициента усиления канала координатного управления управления, что создает более благоприятные условия для работы контура координатного управления. Возрастает скорость реакции этого контура при компенсации значительных внешних возмущающих воздействий и реализации больших изменений задающего воздействия, сокращается время выхода системы на новы технологический режим и уменьшается величина ошибки управления.

Работа системы иллюстрируется графиками переходных процессов под влиянием внешних ступенчатых воздействий по задающему входу $Y^*(t)$, $\omega(t) = 0$ (рисунок 3, а) и по возмущающему входу $\omega(t)$, $\omega(t) = 40$ (рисунок 3, б). Сопоставляются следующие три варианта режимов работы системы.

Вариант 1. При работе системы задействован только контур координатного управления. Контур параметрического управления выключен и положение делителя потока не меняется, т.е. $\alpha(t) = \alpha^* = const$.

Вариант 2. При работе системы задействованы как контур координатного управления, так и контур параметрического управления. Блок адаптации выключен и коэффициенты моделей канала преобразований координатных управляющих воздействий и первого регулирующего блока, используемые в контуре координатного управления не корректируются.

Вариант 3. При работе системы задействованы контуры координатного управления и параметрического управления. В блоке адаптации выполняется корректировка текущих значений коэффициентов моделей канала преобразований координатных управляющих воздействий и регулирующего блока.

Сопоставление величины среднемодульной ошибки регулирования для рассмотренных вариантов испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1

Вариант структуры системы	Среднемодульная ошибка регулирования, кг/м^3	
	Внешнее воздействие по задающему входу	Внешнее воздействие по возмущающему входу
Вариант 1	5.44	5,94
Вариант 2	4,50	4,50
Вариант 3	4,06	4,07

Из представленных результатов следует, что введение в систему контура параметрического управления в дополнение к контуру координатного управления с корректировкой текущих значений коэффициентов моделей регулирующего блока, используемых в контуре координатного управления, приводит к улучшению качества регулирования не менее чем на 25%.

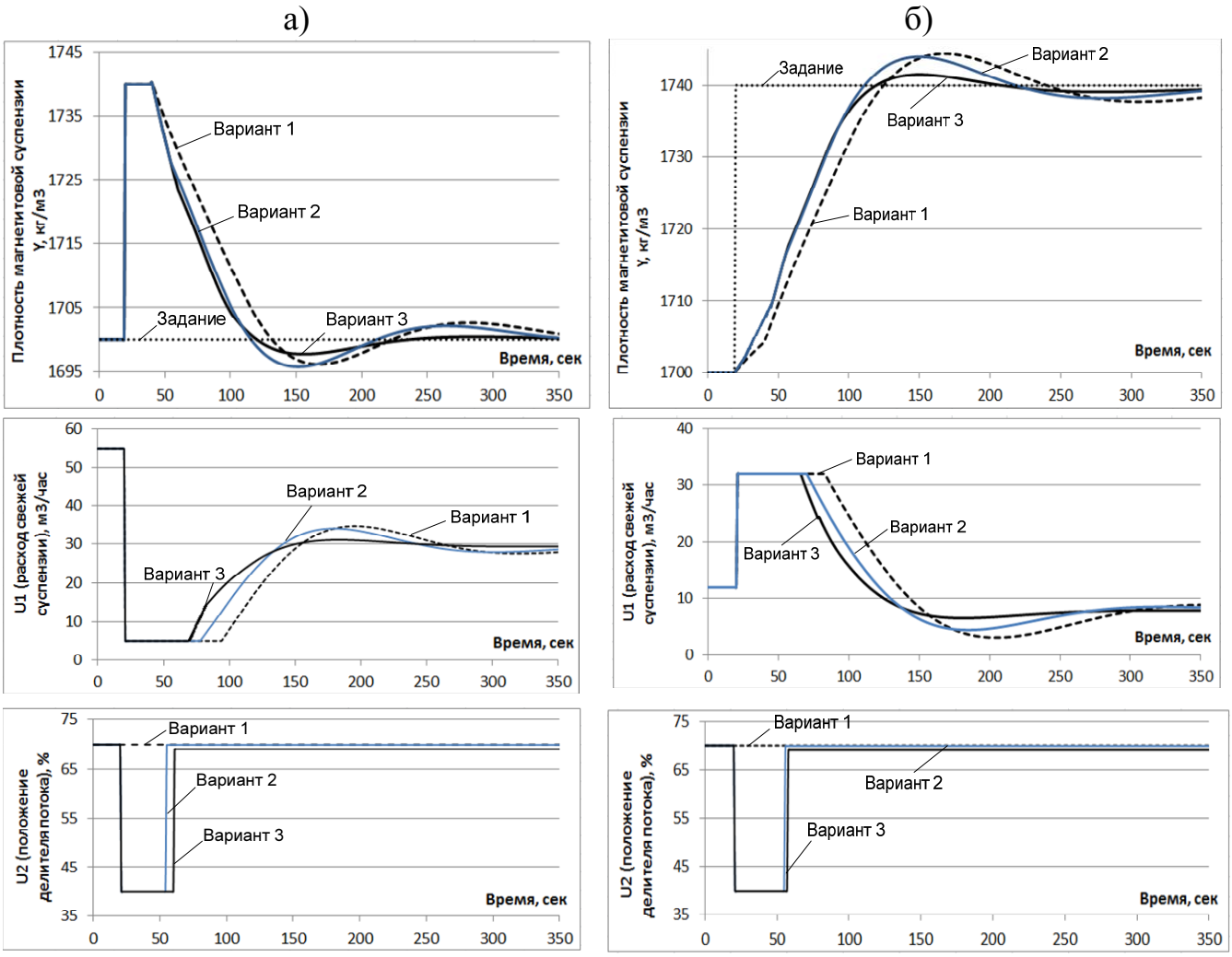


Рисунок 3 - Графики переходных процессов под влиянием внешних ступенчатых воздействий:а) по возмущающему входу $\omega(t)$; б) по задающему входу $Y^*(t)$

Список литературы

1. Системы автоматизации на основе натурно-модельного подхода: Монография в 3-х т. Т.2: Системы автоматизации производственного назначения / Л.П. Мышляев, А.А. Ивушкин, Г.П. Сазыкин и др.; Под ред. Л.П. Мышляева. – Новосибирск: Наука, 2006. – 483 с.
2. К вопросу об управлении объектами с рециклом / Венгер К.Г., Мышляев Л.П., Циряпкина А.В., Барагичев К.Е. // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды VIII Всероссийской научно-практической конференции/ Сиб. гос. индустр. ун-т - Новокузнецк, 2011.- С. 137-142;
3. Численное исследование САР объектов с рециклом / Мышляев Л.П., Венгер К.Г., Циряпкина А.В. // Труды Всероссийской научно-практической конференции СибГИУ «Металлургия: технологии, управление, инновации, качество»/ Сиб. гос. индустр. ун-т – Новокузнецк, 2010.

СЕКЦИЯ VI: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДОБЫЧИ УГЛЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

УДК 622. 271

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ГОРНЫХ РАБОТ РАЗРЕЗОВ

Я. О. Литвин, к.т.н., зам. директора по производству
(Филиал ОАО УК «Кузбассразрезуголь» «Кедровский угольный разрез»)
В.А. Ермолаев, д.т.н., проф. каф. ОГР (КузГТУ)

Разрезы Кузбасса разрабатывают сложноструктурные месторождения угля, представленные свитами пластов с различными, часто невыдержанными, параметрами мощности, строения, пликативных и дизъюнктивных нарушений и другими особенностями геометрии размещения пластов и разделяющих их междупластий пород вскрыши в недрах. Разнообразны и рельеф земной поверхности, геометрия границ полей и выработанного пространства разрезов включая рабочих бортов, величина запасов и объемов вскрышных работ в начале и на промежуточных стадиях разработки.

Для планирования горных работ на разрезах согласно «Инструкции …» [1] учитывается только движение промышленных запасов угля и количество освобожденных от вскрыши подготовленных и готовых к выемке запасов из них, которых, как правило, ничтожно мало в общих промышленных запасах или вообще нет. Это, тем не менее, не мешает разрезам успешно выполнять производственные планы за календарный период. Документ не требует учета движения вскрышных работ, закрывающих доступ к основной массе запасов и, таким образом, основные по объемам вскрышные работы и подавляющая часть запасов, для которых они производятся, остаются за рамками классификации, а большинство запасов угля разрезов по степени готовности для выемки не оценивается. При этом серьезно страдает качество планирования.

Свести многообразие положений горных работ в различных горно-геологических условиях, обеспечить планирование горных работ более полной и качественной информацией о степени готовности всех запасов для выемки возможно созданием простой, но в то же время и достаточно точной математической модели реального массива горных пород. Степень (коэффициент) готовности фрагментов контурных запасов угля для выемки ($К_{г.к.з}$) необходимо характеризовать вероятностью нахождения их в состоянии готовности для выемки в произвольной точке фрагментов достаточно объемного массива горных пород в границах работ, определяемой по формуле:

$$К_{г.к.з} = З_к/(З_к+V_к)=1/(1 + К_{в.к} *\gamma),\ м^3/м^3; \qquad (1)$$

где $З_к$ и $V_к$ – объемы фрагментов запасов угля и закрывающих их пород вскрыши, соответственно, $м^3$; $К_{в.к}$ – контурный коэффициент вскрыши фрагментов запасов, $м^3/т$; γ – плотность запасов угля, $т/м^3$

Такое определение степени готовности запасов для выемки позволяет характеризовать все запасы в границах работ с учетом объема закрывающих доступ к ним контурных пород вскрыши. Запасы, подготовленные и готовые к выемке, как полностью освобожденные от основных объемов покрывающей вскрыши, имеют степень готовности для выемки равную единице. Все остальные запасы, не освобожденные от закрывающей к ним доступ вскрыши, степень готовности менее единицы в зависимости от значения контурного коэффициента их вскрыши.

В качестве примера, в табл. 1 представлена степень готовности для выемки по мере роста контурного коэффициента вскрыши фрагментов запасов угля разреза, разрабатывающего несколько отдельных горных участков.

Для большей наглядности числовые значения контурного коэффициента вскрыши запасов табл. 1 в порядке их возрастания представлены диаграммой (рис. 1).

Распределение запасов по мере вовлечения в разработку, роста контурного коэффициента вскрыши характеризуется параметрами формулы тренда:

$$К_{в.к.max}= К_{в.к.\ min}+V*З,\ м^{3/т}; \qquad (2)$$

где $К_{в.к.\ min}$ – минимальное значение контурного коэффициента вскрыши запасов, $м^3/т$; V- прирост контурного коэффициента вскрыши при вовлечении в разработку дополнительно 1 млн. т промышленных запасов угля, $м^3/т$; З - вовлекаемые в разработку наиболее доступные запасы, млн. т.

Таблица 1

Ранг* - (очередность выемки запасов) распределение запасов по мере роста контурного коэффициента вскрыши и снижения степени готовности для выемки

Поле разреза, участок (блок), этап отработки по глубине	Контурные объемы работ				
	запасы, млн. т .	вскрыша, млн..м^3.	коэффициент вскрыши, м^3/т	степень готовности запасов к выемке	ранг*
Поле №1, всего	34.46	222.8	6.46	0.1030	
в т. ч. участок. 1, всего	9.93	74.3	7.48	0.0901	
в т. ч. от факт. пов. до гор.+150	0.98	4.0	4.08	0.1536	4
от гор. +150м до гор. +140м	2.10	10.6	5.05	0.1279	6
от гор. +140м до гор. +130м	1.35	10.9	8.07	0.0841	11
от гор. +130м до гор. +120м	2.45	20.7	8.45	0.0806	12
от гор. +120м до тех. гр.	3.05	28.1	9.21	0.0744	13
в т. ч. участок. 2, всего	24.53	148.5	6.05	0.1091	
в т. ч. от факт. пов. до гор.+200	2.13	5.0	2.35	0.2397	1
от гор. +200м до гор. +190м	3.80	9.0	2.37	0.2381	2
от гор. +190м до гор. +180м	4.00	15.8	3.95	0.1579	3
от гор. +180м до гор. +170м	4.00	19.4	4.85	0.1325	5
от гор. +170м до гор. +160м	4.00	29.7	7.42	0.0907	10
от гор. +160м до гор. +150м	2.80	28.2	10.07	0.0685	14
от гор. +150м до гор. +135м	2.40	25.8	10.75	0.0645	15
от гор. +135м до тех. гр.	1.40	15.6	11.14	0.0623	16
Поле №2, всего:	7.54	48.4	6.42	0.1034	
в том числе Блок 1, всего:	4.60	26.9	5.86	0.1122	
в т. ч. от факт. пов. до гор.+Х м	2.20	12.5	5.68	0.1154	7
от гор. +Х м до техн. гр	2.40	14.4	6.00	0.1099	8
Блок 2	2.95	21.5	7.29	0.0922	9
Участок 3	-	-	-	-	-

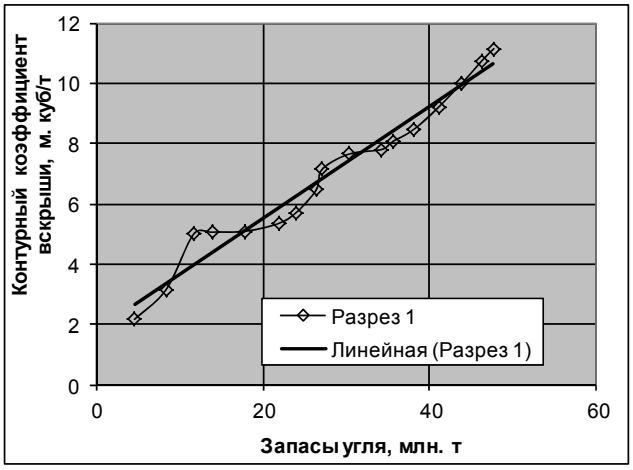


Рис. 1. Диаграмма контурного коэффициента вскрыши запасов угля разреза 1 на начало года

Как следует из формул, именно параметры распределения контурного коэффициента вскрыши определяют степень доступности запасов угля разреза для выемки и их необходимо использовать при текущем и перспективном планировании. Например, в результате выполнения годового плана производства работ по добыче и вскрыше по конкретным направлениям степень готовности оставшихся запасов для выемки к концу года меняет свои параметры, что позволяет говорить об улучшении или ухудшении положения горных работ и численно его измерять (рис.2).

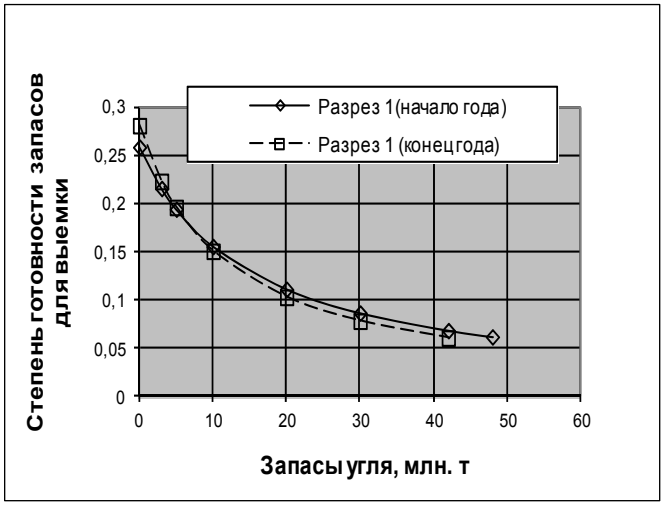


Рис. 2. Диаграммы степени готовности запасов угля разреза 1 для выемки на начало и конец года

При реализации других направлений работ такого же общего плана, получении в результате на конец года другой конфигурации рабочей зоны разреза изменяются и параметры функций контурного коэффициента вскрыши и степени готовности его запасов угля для выемки. Подтверждение возможности использования предлагаемой модели горной части системы разрезов получено при выполнении контурного анализа положений горных работ на начало года нескольких разрезов Кузбасса с различными горно-геологическими условиями разработки свиты пластов от пологих до крутопадающих (рис.3).

Для всех анализируемых разрезов контурный коэффициент вскрыши запасов угля имеет линейный тренд с достоверностью R^2 не менее 0,97.

Взаимное расположение, пересечение диаграмм позволяют численно оценивать преимущества и недостатки полей разрезов в целом или отдельных их частей по степени готовности запасов угля для выемки (рис.3).

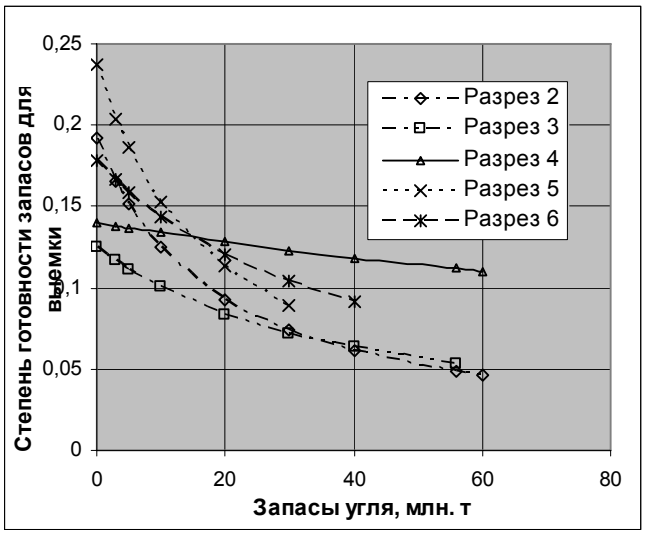


Рис. 3. Диаграммы распределения степени готовности запасов угля разрезов, работающих в разных горно-геологических условиях

Таким образом, обоснована возможность сведения всего многообразия особенностей горно-геологического строения, геометрии границ полей и выработанного пространства разрезов включая рабочие борта в простую функцию степени готовности запасов угля для выемки. Эта функция, по существу, на основе значений контурного коэффициента вскрыши наиболее полно характеризует изменения готовности запасов угля для выемки в процессе развития открытых горных работ.

Список литературы

1. Инструкция по расчету промышленных запасов, определению и учету потерь угля (сланца) в недрах при добыче. - М. : Минтопэнерго РФ, 1996.- 45с.

УДК 622. 271

НЕЗАВЕРШЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА РАЗРЕЗАХ

В. А. Ермолаев, д.т.н., проф. каф. ОГР,
А. А. Сысоев, д.т.н., проф. каф. ОГР (КузГТУ)
Я. О. Литвин, к.т.н., зам. директора по производству
(Филиал ОАО УК «Кузбассразрезуголь» «Кедровский угольный разрез»)

В экономике производства действует фундаментальный принцип временной определенности фактов хозяйственной деятельности. Этот принцип применяется при разделении результатов долговременных хозяйственных операций производства товарной продукции в сопоставлении с длительностью плановых периодов начиная с минимального и более (месяц, квартал, год). В результате на предприятиях в эти периоды образуется завершенное и незавершенное производство.

Незавершенное производство – это продукция (работа), не прошедшая всех стадий (фаз, переделов) изготовления предусмотренных технологией, а так же не укомплектованная, не прошедшая испытаний, технической приемки. Соответственно, завершенное производство заканчивается изготовленной, укомплектованной, прошедшей приемку товарной продукцией готовой для реализации. В не завершенном производстве периода накапливаются объемы работ и затраты предшествующих периодов для изготавливаемой (не законченной) продукции повышающие степень ее готовности. По существу, не завершенное производство – это «полуфабрикат» товарного продукта, для создания которого выполнены значительные объемы работ, затрачены материальные, трудовые, финансовые и другие ресурсы. Это азбука технологии товарного производства и его экономики.

При добыче угля открытым способом основные затраты (до 70% и более) всех ресурсов расходуются на выполнение горно-подготовительных (вскрышных) работ. Особенностью выполнения текущих объемов вскрышных работ является охват ими значительной площади залегания угля, улучшения доступа (повышение степени готовности выемки запасов) к объему запасов значительно большему объема добычи текущего периода. При их выполнении в текущем периоде решаются две задачи. Одна часть текущей вскрыши обеспечивает получение готовых к выемке запасы угля для добычи в текущем периоде. Другая улучшает доступность запасов угля, которые еще предстоит добывать в будущие периоды, т.е. выполняются опережающие вскрышные работы не завершающиеся производством добычи угля в текущем периоде. Наличие двух самостоятельных задач, решаемых текущими вскрышными работами, еще в 1980-х гг. отмечено профессором В.С. Хохряковым [1]. Несомненно, на разрезах в значительных объемах присутствует классическое не завершенное производство. Не завершенное производство на разрезах – это опережающие вскрышные работы преимущественно на верхних горизонтах, которые в текущем периоде не обеспечивают получение готовых к выемке запасов угля и их добычу (см. рисунок).

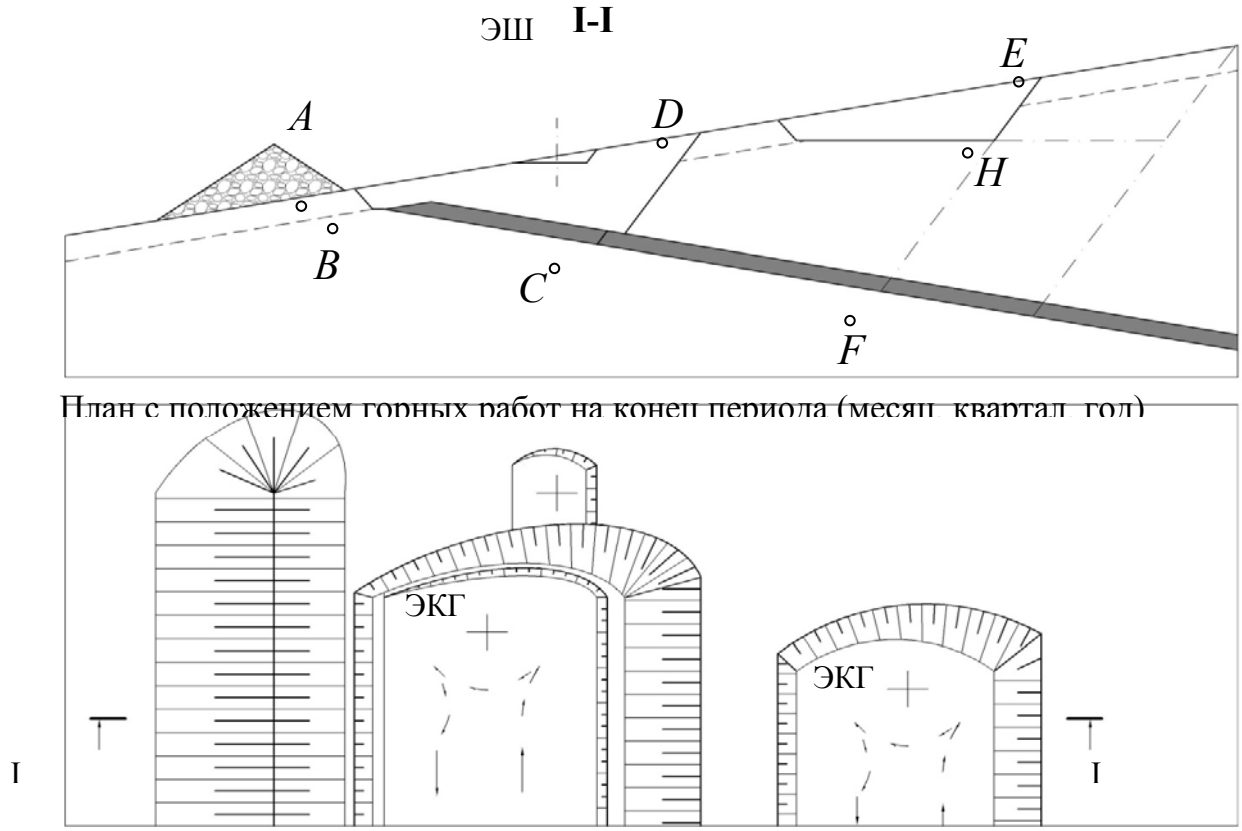


Рисунок. Простейшая технологическая схема реализации завершенного производства (в части *ABCD*) и не завершенного производства (в части *DEH*) за плановый (отчетный) период

Не завершенное производство текущего периода может стать завершенным в следующем периоде или в не определенном будущем. По мере углубления горных работ увеличиваются значения контурного коэффициента вскрыши, объемы работ по вскрыше технологического цикла производства угледобычи и не завершенного производства.

Тем не менее, действующая на открытых горных работ по добыче угля система списания затрат на вскрышные работы в планово-нормативном порядке [2] не учитывает наличие и развитие значительного не завершенного производства. Согласно этого документу производится списание практически всех текущих затрат периода на работы по вскрыше и объемов вскрыши на добытый уголь без каких либо значительных ограничений. Коэффициент вскрыши (нормативный коэффициент погашения вскрыши) определяется на предстоящий плановый год в момент составления плана производства путем деления плановых текущих объемов вскрыши на объем подготавливаемых запасов. При этом нарушается фундаментальный принцип временной определенности фактов хозяйственной деятельности. Все вскрышные работы относятся к завершенным. Не известными остаются запасы угля, для которых выполняются опережающие вскрышные работы, в какой мере текущая вскрыша улучшит доступ к запасам угля последующих периодов и сколько их и т. д. Улучшится ли доступ к запасам угля следующего периода по сравнению с текущим.

Положение усложняется еще тем, что на разрезах учитывается только движение промышленных запасов угля [3] и отсутствует учет движения вскрыши. В результате, как показывает ретроспективный анализ [4], текущий коэффициенты вскрыши может превышать остаточный средний для запасов в отдельные годы до 2,2 раз.

Такая система списания позволяет в плановых периодах почти полностью избавляться в документах, а не фактически на горных работах от объемов вскрыши числящихся в остатках незавершенного производства и соответствующих затрат на их производство, тем более накапливать их поскольку это ведет к увеличению средств в обороте. Система позволяет выполнять текущие объемы добычи угля с коэффициентом вскрыши значительно выше, без каких либо существенных ограничений, относительно неизвестного среднего остаточного в результате чего может оказаться что к окончанию работ из разреза удалено вскрыши значительно больше того что числилось в границах работ по проекту в целом.

В рыночных условиях результатом реализации системы является:

- завышение себестоимости добычи угля в текущем периоде в результате возможности преждевременного списания затрат на вскрышные работы для добычи угля в будущие периоды;

- снижение рентабельности производства, доходов собственников, налогов государству;

- обесценивание бизнеса, поскольку огромные фактически выполненные объемы вскрышных работ на верхних горизонтах разрезов для задела на будущее как активы не имеют зафиксированной в документах должной объемной и стоимостной оценок.

При введении в действие документов международных стандартов финансовой отчетности на территории Российской Федерации Минфин считает необходимым [5]:

– признать затраты на вскрышные работы в качестве актива;

– идентифицировать компоненты тел полезного ископаемого и компоненты пород вскрыши, которые улучшают к ним доступ в результате опережающего удаления;

– разделить вскрышные работы на непосредственно связанные с добычей полезного ископаемого текущего периода и на улучшающие доступ к дополнительным объемам полезного ископаемого, которые будут добыты в будущие периоды, образуют затраты внеоборотного актива;

– актив, связанный со вскрышными работами, необходимо амортизировать на систематической основе в течение срока использования идентифицированного компонента тела полезного ископаемого. Должен применяться способ списания стоимости пропорционально объему продукции.

Для реализации этих требований необходимо:

- разработать систему учета совместного движения компонентов запасов угля и идентифицированных с ними компонентов пород вскрыши при производстве горных работ;

- обосновать критерий для оценки степени готовности компонентов запасов угля к выемке;

- разработать методику деления производства горных работ на завершенное и не завершенное;

- разработать методику оптимизации направления развития горных работ.

Список литературы

1. Хохряков В.С. Проектирование карьеров. М., Недра, 1980. – 336 с.

2. Инструкция по планированию, учету и калькулированию себестоимости добычи и обогащения угля (сланца). - М. : Минтопэнерго РФ, 1996. –76 с.

3. Инструкция по расчету промышленных запасов, определению и учету потерь угля (сланца) в недрах при добыче. - М. : Минтопэнерго РФ, 1996.- 45с.

4. Кузнецов В. И. Управление горными работами на разрезах Кузбасса. Кемерово: Кузбассвузиздат, 1997. - 164 с.

5. Затраты на вскрышные работы на этапе эксплуатации разрабатываемого открытым способом месторождения (приложение №1 к приказу Минфина России от 31.10.12 №143н «О введении в действие документов международных стандартов финансовой отчетности на территории Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. 2011. №10,ст. 1385; 2012. №6,ст. 680.

УДК 622.647

УСТРОЙСТВО ТИПА «ПРОМТРАНС» ДЛЯ ОЧИСТКИ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ ОТ НАЛИПАЮЩИХ ПОРОД

Е. Д. Николаев, к.т.н., доцент, В. В. Чаплыгин, к.т.н., проф., зав. кафедрой
А. В. Матвеев, ст. преподаватель (кафедра ОГР ИГДиГ СибГИУ)

***Аннотация**. Изложены основы авторской теории очистки лент твёрдыми элементами. Показана конструкция конструкция нового очистного устройства типа «Промтранс». Отмечены преимущества наукоёмкой конструкции нового очистителя в сравнении с известным аналогом.*

Ключевые слова: очистка конвейерных лент, налипающие породы, уравнение степени очистки твёрдым элементом, очистные устройства.

В различных отраслях мировой промышленности для перемещения массовых сыпучих грузов, материалов, пород, используются миллионы конвейерных установок, в том числе ленточных конвейеров. Дисперсные разности транспортируемых пород интенсивно налипают на ленты, а при взаимодействии холостой (нижней) ветви ленты с поддерживающими роликами эти разности опадают на пол и постепенно заштыбовывают всё подконвейерное пространство. Это приводит к полному отказу конвейера в работе. Постоянная ручная уборка штыба из под конвейера − это весьма тяжелая, трудоемкая и трав-

моопасная работа. За последние сорок лет на предприятии РФ при уборке конвейеров от штыба, погибло несколько сот человек!

Для профилактики заштыбовки конвейеров и её последствий, ленты после огибания разгрузочного барабана очищают конструктивно простейшими устройствами − скребками. Однако практика повсеместно показывала низкую эффективность скребков. Поэтому во многих промышленно развитых странах мира (особенно в Германии, США, Японии и СССР) длительное время проводятся исследовательские и опытно конструкторские работы по созданию более надежных и эффективных устройств для очистки лент.

Группой российских специалистов с 1970 годов по нынешнее время по научным программам Сибирского отделения ПромТрансНИИпроекта, института горного дела Севера СО РАН и СибГИУ выполнены широкие теоретические, экспериментальные и опытно конструкторские работы по созданию нового эффективного очистного устройства. Основные результаты этих работ опубликованы в статье [1].

Ключевым итогом исследований явилось создание стройной теории очистки конвейерных лент, включающих три базовых положения:

− все известные технические средства очистки лент действуют по принципу сдвига или отрыва налипающего слоя от ленты.

− обеспечение долговременного и стабильно эффективного процесса очистки требует непременного соблюдения ряда условий, критериев и факторов;

− степень очистки ленты твердым элементом (по принципу сдвига) в соответствии с расчетной схемой процесса очистки (рис. 1) описывается уравнением:

$$h_o = в\sqrt{\frac{\lambda \times \mu \times \upsilon}{P_h}}\ , \qquad (1)$$

где h_o − толщина приникающего (остаточного на ленте) слоя породы, м;

$в$ − ширина контакта элемента с лентой, м;

λ – безразмерный коэффициент клинообразности зазора между лентой и элементом, λ<0,16;

μ – динамическая вязкость счищаемой дисперсной породы, Па*с;

υ – скорость сдвига, м/с;

P_h – расклинивающее давление породы между лентой и элементом, Н/м;

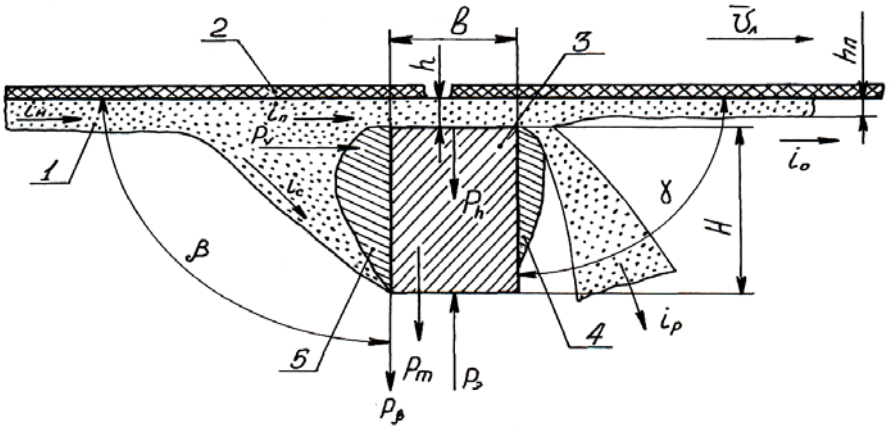


Рис. 1. Расчетная схема процесса очистки ленты твердым элементом:
1 - налипающая порода; 2 - очищаемая поверхность ленты; 3 - твердый очистной элемент; 4 - отложения; 5 - тело уплотнения;
i - потоки породы, в том числе: $i_н$ - исходной налипающей;
$i_с$ - счищаемой, $i_п$ - проникающей, $i_р$ - рассеяния, $i_о$ - остаточный;
h - зазор между лентой и элементом; $h_п$ - толщина остаточного слоя;
b - толщина элемента; Н - высота элемента;
γ - задний угол; β - угол встречи (передний); $\upsilon_л$ - вектор скорости движения ленты; Р - силы, действующие на элемент.

Весьма существенное результирующее влияние на величину давления P_h оказывает давление счищаемой породы P_β на встречную плоскость элемента [2]. При всех значениях угла β в области определения $0 \le \beta \le 180^0$

$$P_\beta = \left[\pm \frac{P_v \mp \mu_o \times P_o \times \cos\beta}{\mu_o \pm tq\beta} + \frac{P_v + P_o \times \sin\beta}{\sin\beta \pm \mu_o \times \cos\beta} \times \mu_o \times \sin\beta \right] \times \frac{1}{в} \qquad (2)$$

где P_v – скоростной напор породы на элемент, н/м;

μ_o – коэффициент истинного трения породы по элементу;

P_o – сила прилипания породы к элементу, н/м.

Известное в среде ученых мнение о том, что нет ничего практичнее хорошей теории, нашло в очередной раз убедительное подтверждение созданием теории очистки лент от налипающих пород. Более 400 патентных решений известных в этой области не отвечают современным требованиям теории и практики очистки. На основе новой теории очистки разработано эффективное очистное устройство с элементом новизны по патенту РФ № 1654166.

Серийная модификация устройства показана на рис. 2.

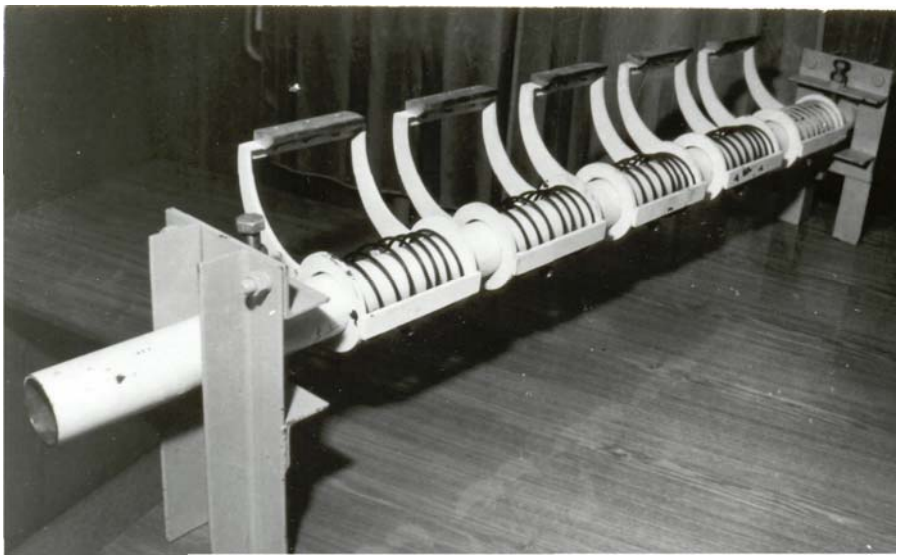


Рис. 2. Один ряд очистных элементов в серийной модификации устройства

Типичная схема установки очистных элементов приведена на рис. 3.

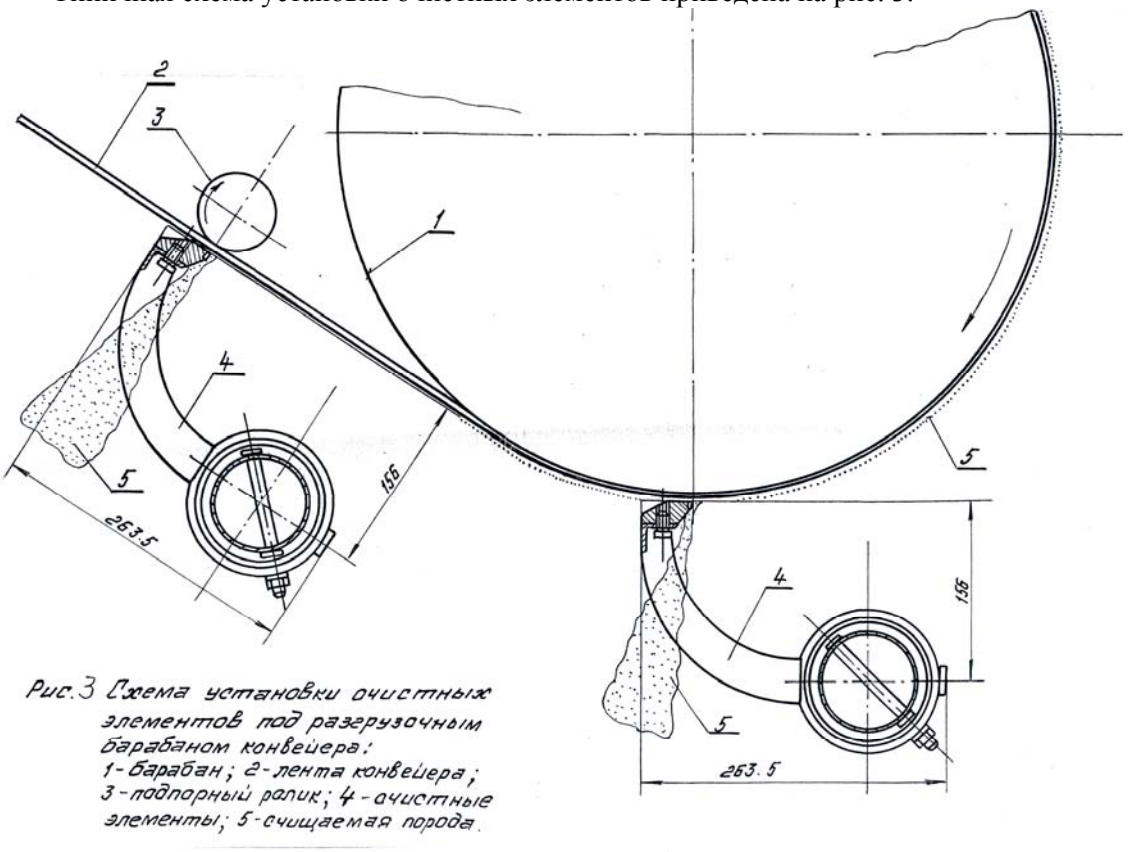


Рис. 3 Схема установки очистных элементов под разгрузочным барабаном конвейера: 1 - барабан; 2 - лента конвейера; 3 - подпорный ролик; 4 - очистные элементы; 5 - очищаемая порода.

Один ряд очистных элементов на производственных испытаниях в условиях ОФ № 3 АК Алроса приведен на рис. 4.

Опытная партия устройства типа «Промтранс» успешно выдержала межведомственные приемочные испытания и они рекомендованы к постановке на серийное производство.

Устройство типа «Промтранс» предназначено для массового использования на ленточных конвейерах промышленных и сельскохозяйственных предприятий, портовых перегрузочных комплексов, на открытых и подземных горных работах, при ширине лент до 3000 мм и скорости их движения до 8 м/с с перемещением разнообразных налипающих пород.

Предлагаемое устройство – механическое, беспроводное, секционное с размещением очистных элементов в два отдельных ряда. Оно действует по принципу сдвига налипшей породы. Содержит унифицированные для различной ширины ленты и прочих условий очистки рамообразные опорные элементы. Они установлены консольно на трубчатых осях,

Рис. 4. Один ряд очистных элементов на производственных испытаниях устройства в условиях ОФ №3 АК Алроса

с радиальной и аксильной степенями свободы, индивидуально подпружинены комбинированными действиями кручения и сжатия.

На консолях опорных рамок закреплены собственно очистные элементы, геометрия которых строго регламентирована. Базовая длина резца – 150 мм. Его давление на ленту регулируется в пределах 0-0,03 МПа. Устройство оснащается твердосплавными резцами или резцами, выполненными из гидрофобных полимеров и эластомеров с твердостью по Шору не менее 70 ед. Количество очистных элементов в устройстве зависит от ширины конвейерной ленты. Конструкция типового очистного элемента отвечает требованиям индустриального серийного производства.

Ожидаемый технический ресурс устройства – от года до пяти лет, при непрерывном режиме работы в зависимости от абразивности счищаемой породы, скорости движения ленты, агрессивности окружающей среды, степени изношенности ленты. Степень очистки ленты стабильная на уровне 96-99 % в течение всего техресурса.

Использование устройства практически полностью исключает потребность в тяжелых и опасных ручных работах по уборке штыба из-под конвейеров, обеспечивает сокращение энергоемкости процесса очистки в два-три раза. Ожидается повышение надежности конвейеров и ресурса дорогостоящих конвейерных лент на 5-15 %.

Список литературы

1. Николаев Е.Д., Костерин Л.С., Дмитрин В.П. Теоретические, экспериментальные и практические исследования очистки конвейерных лент // Горный журнал. – 2000. - № 4. – С.45-49.

2. Николаев Е.Д. Создание эффективного очистителя конвейерных лент от налипающих пород. Автореф. дисс. канд.техн. наук / ИГД СО РАН. – Новосибирск, 1991.

УДК 622.235.314 : 622.271.3

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СМЕСИТЕЛЬНО-ЗАРЯДНЫХ МАШИН ТИПА, «TDR-17/13» И «ТТТ-17» С УНИВЕРСАЛЬНЫМ БУНКЕРОМ ЭМУЛЬСИОННОЙ МАТРИЦЫ ДЛЯ КАРЬЕРОВ КУЗБАССА

А. А. Хобта, доцент кафедры ОГР
В. В. Чаплыгин, к.т.н., проф., зав. кафедрой ОГР
(Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк)

***Аннотация**. В статье рассмотрена необходимость применения транспортных смесительно-зарядных машин (ТСЗМ) «TDR-17/13» и «ТТТ-17», вместо существующих ТСЗМ применяемых на разрезах Кузбасса*

Транспортные смесительно-зарядные машины (ТСЗМ), применяемые в настоящее время на горнодобывающих предприятиях при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, способны:

- раздельно транспортировать к месту производства взрывных работ невзрывчатые компоненты:

- аммиачную селитру;
- эмульсию;
- дизельное топливо;
- газогенерирующую добавку;

- изготавливать из них смесевые взрывчатые вещества (ВВ);
- заряжать ими сухие скважины методом гравитации
- заряжать обводненные скважины методом подачи под столб воды по шлангу.

Транспортные смесительно-зарядные машины (ТСЗМ) способны изготавливать:

- простейшие гранулированные вещества, а также их смеси в различном процентном соотношении;
- эмульсионные взрывчатые вещества (ЭВВ);
- смеси простейших гранулированных и эмульсионных взрывчатых веществ в различном процентном соотношении.

С целью увеличения экономической эффективности применяемых смесевых водоустойчивых ЭВВ, путем комбинации с максимальной энергией взрыва и возможностью заряжания обводненных скважин по шлангу под столб воды применяются составы с 70% содержанием эмульсии и 30% содержанием гранулированных взрывчатых веществ.

Исходя из этих соображений изготовлены, ТСЗМ с объемами бункеров в пропорции 70/30. В них смесительно-зарядный шнек смонтирован с возможностью поворота для подачи готового взрывчатого вещества в скважины или для направления смесевого взрывчатого вещества в приемочный бункер винтового насоса.

ТСЗМ применяемой конструкции обеспечивает изготовление и заряжание скважин различными типами ВВ:

- 100% гранулированных ВВ (аммиачная селитра +дизельное топливо);
- 100% эмульсионных ВВ (эмульсионная матрица + газогенерирующая добавка);
- смеси простейших гранулированных и эмульсионных взрывчатых веществ в разных пропорциях.

В применяемой конструкции ТСЗМ недостатками является то, что если возникает необходимость заряжания большого количества скважин простейшими гранулированными взрывчатыми веществами (Игданит, Гранулит-УП, Гранулит «АСП» и т.п.) в этом случае:

- загрузка ТСЗМ выполняется не в полном объеме, а в размере 30% от полной грузоподъемности;
- бункер эмульсии остается незаполненным.

Этот недостатки значительно снижают:

- производительность за счет увеличения количества рейсов;
- увеличение времени для заряжания взрываемого блока;

- экономическую эффективность использования данного оборудования.

Для устранения этих недостатков, была произведена универсализация оборудования данной ТСЗМ, путем создания универсальной транспортной смесительно-зарядной машины «TDR-17/13» и аналогичной ТСЗМ «ТТТ-17» (на базе существующей ТСЗМ), которая включает в себя создание комплекса навесного оборудования, смонтированного на автотранспортной базе IVEKO AMT (бак для воды, входящий в систему промывки технологических линий, соединен с баком дизельного топлива с помощью обводной линии, в случае загрузки бункера аммиачной селитрой данный бак предназначен для заполнения дизельным топливом).

Конструкции ТСЗМ «TDR-17/13» и ТСЗМ «ТТТ-17» прошли промышленные испытания в производственных условиях ОАО «Разрез Тугнуйский» и ряде других предприятий ОАО «СУЭК», при открытой разработке месторождений полезных ископаемых.

Выводы:

Применение конструкций ТСЗМ «TDR-17/13» и ТСЗМ «ТТТ-17» на разрезах Кузбасса позволит:

- существенно повысить грузоподъемность по аммиачной селитре в режиме «ANFO»;
- снизить транспортные издержки;
- повысить производительность использования ТСЗМ при ведении взрывных работ на породах различной крепости:

- в обводненных условиях;
- в необводненных условиях;
- при комбинировании необводненных и обводненных условий на одном взрываемом блоке;
- снизить себестоимость на каждую тонну отбитой горной массы при доставке и зарядке гранулированных взрывчатых веществ.

Литература

1. Безруков С.В. Смесительно-зарядные машины для заряжания скважин эмульсионными ВВ / С.В. Безруков., П.П. Марков., Б.В. Мацеевич., А.И. Сидоров., Н.К. Шалыгин // Материалы международной конференции «Взрывное дело». – М. МГГУ, 1999. – С. 267-270.

2. Жученко Е.И. Технология производства и применения эмульсионных взрывчатых веществ, предназначенных для механизированного заряжания скважин на открытых горных работах / Е.И. Жученко, В.Б. Иоффе. – М.: ННЦ ГП – ИГД им. А.А. Скочинского, 2002. – 63 с.

2. Натаров О.В. Опыт применения транспортных смесительно-зарядных машин в комплексе с производством «Порэмита» / О.В. Натаров., Б.В. Мацеевич., П.П. Марков., Н.К. Шалыгин // Горный журнал, 2000. - №2. - С.52.

3. Патент РФ №121174 «Универсальная смесительно-зарядная машина».

4. Патент Украины № 78952 «Універсальна змішувально-зарядна машина».

УДК 53.083(430.1)

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ НА ПРИМЕРЕ ДИАГНОСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА ЭКСКАВАТОРОВ ТИПА ЭКГ

П. Б. Герике, к.т.н., научный сотрудник
(Институт угля СО РАН, г. Кемерово)
А. Н. Завьялов, ведущий инженер-механик
(Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР», г. Кемерово)

Vibrodiagnostics dynamic equipment of mining shovels

Аннотация. *Дана оценка эффективности применения современных методов вибрационной диагностики, описаны основные особенности проведения анализа параметров виброакустической волны, а также приведена классификация дефектов на примере преобразовательных агрегатов экскаваторов типа ЭКГ*

Annotation. *The assessment of efficiency of application of modern methods of vibrodiagnostics is given, the main features of carrying out the analysis of parameters of a vibroacoustic wave are described, and also classification of defects on the example of dynamic equipment of shovels is given.*

Ключевые слова: вибродиагностика, электрические машины, карьерный экскаватор

Keywords: vibrodiagnostics, electrical machines, mining shovel

В настоящее время значительное количество карьерных экскаваторов типа ЭКГ, эксплуатируемых на угольных и горнорудных предприятиях Кузбасса, отработали свой нормативный срок. По некоторым оценкам до 30 % экскаваторов, из числа отработавших нормативный срок по времени эксплуатации или объему отгруженной горной массы, находятся в недопустимом техническом состоянии по параметрам механических колебаний.

Генераторным группам экскаваторов типа ЭКГ присущи следующие основные наиболее распространенные типы неисправностей и повреждений:

- расцентровка валопровода агрегата;
- ослабление посадки, увеличение зазоров подшипников;
- дефекты подшипников качения (повреждения наружного и внутреннего колец, сепаратора, изменение формы тел качения, нарушение режима смазки);
- дефекты элементов соединительных муфт;
- дисбаланс ротора сетевого двигателя/генератора;
- дефекты электрической природы;
- нарушение жесткости системы.

Вообще, строго говоря, в силу относительной простоты проведения анализа параметров виброакустической волны, формирующейся при работе преобразовательного агрегата, этот объект является самым изученным, и весь процесс контроля вибрации штатными специалистами угольных предприятий зачастую ограничивается проведением измерений именно на генераторных группах карьерных экскаваторов. При этом частотный диапазон измерений часто составляет от 10 до 1000 Гц, и не включает в себя многие значащие гармонические составляющие.

Эффективно провести оценку технического состояния и достоверно определить дефекты преобразовательного агрегата экскаватора типа ЭКГ можно только на основе исследования параметров виброскорости и виброускорения в расширенном до 7-10 кГц частотном диапазоне методом прямого спектрального анализа. Для повышения достоверности полученных результатов при проведении обследования горных машин целесообразно использовать комплексный диагностический подход, необходимость применения которого доказана исследованиями [1].

Ниже, на примерах реальных спектров, приведен процесс анализа сигнала и выявления дефектов генераторных групп экскаваторов типа ЭКГ.

Рис. 1 иллюстрирует спектральное представление полигармонической волны, записанной на подшипниковом узле сетевого двигателя экскаватора ЭКГ-5А со стороны генератора подъема.

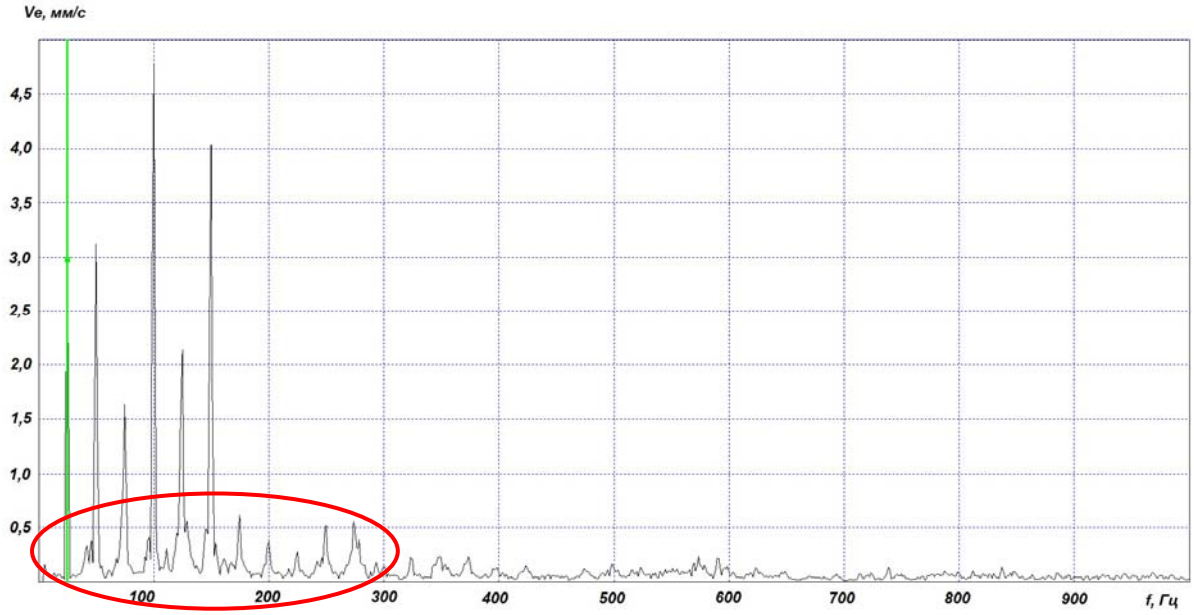


Рис. 1. Ярко выраженное нарушение жесткости системы, некритичные дисбаланс ротора и расцентровка валопровода агрегата, вероятен дефект электрической природы (на примере сетевого двигателя экскаватора ЭКГ-5А)

Спектр содержит информацию о нескольких распространенных дефектах преобразовательного агрегата. Нарушение жесткости системы в данном конкретном случае проявляет себя гармоническим рядом частоты f_R из 11 составляющих. Строго говоря, существует более 16 признаков выявления нарушения жесткости по параметрам механических колебаний. Частотные признаки этого дефекта нередко совпадают со значащими гармониками, которые соответствуют некоторым другим повреждениям агрегата, что заметно усложняет проводимый анализ.

Расцентровка валопровода агрегата также является повсеместно распространенным явлением на генераторных группах экскаваторов типа ЭКГ. Нарушение центровки приводит к следующим основным проблемам агрегата:

- быстрый износ элементов соединительных полумуфт;
- чрезмерное нагружение и преждевременный выход из строя подшипников, эксплуатационный ресурс которых сокращается до 10% от номинального;
- повреждение валопровода вследствие длительной работы при высоком уровне вибрации.

Различают два основных типа несоосности – угловая (центральные оси валов пересекаются в точке соединения, но не параллельны) и параллельная (оси валов агрегата параллельны). На практике практически всегда присутствуют комбинации этих основных типов расцентровки.

В зависимости от конкретного типа нарушения центровки и кинематики агрегата, в спектре могут присутствовать гармоники с порядковым номером от первой до шестой – восьмой. Особое внимание при наличии этого дефекта следует уделять исследованию параметров виброактивности во всех плоскостях пространственного положения машины.

Одним из самых серьезных дефектов преобразовательного агрегата является дисбаланс ротора генератора или электродвигателя. Часто горизонтальная составляющая механических колебаний агрегата с жестким ротором преобладает над вертикальной и осевой компонентой, что связано в первую очередь с особенностями распространения виброакустической волны, а также анизотропными характеристиками материалов, используемых в конструкции агрегата. Однако лишь наличие признаков дисбаланса во всех направлениях проведения измерений может служить мерой подтверждения наличия дефекта. Описывая такие дефекты динамического оборудования, как развитый дисбаланс ротора в сочетании с расцентровкой валопровода на генераторной группе экскаватора типа ЭКГ, нельзя не упомянуть последствия, к которым приводят такие процессы (см. рис. 2).

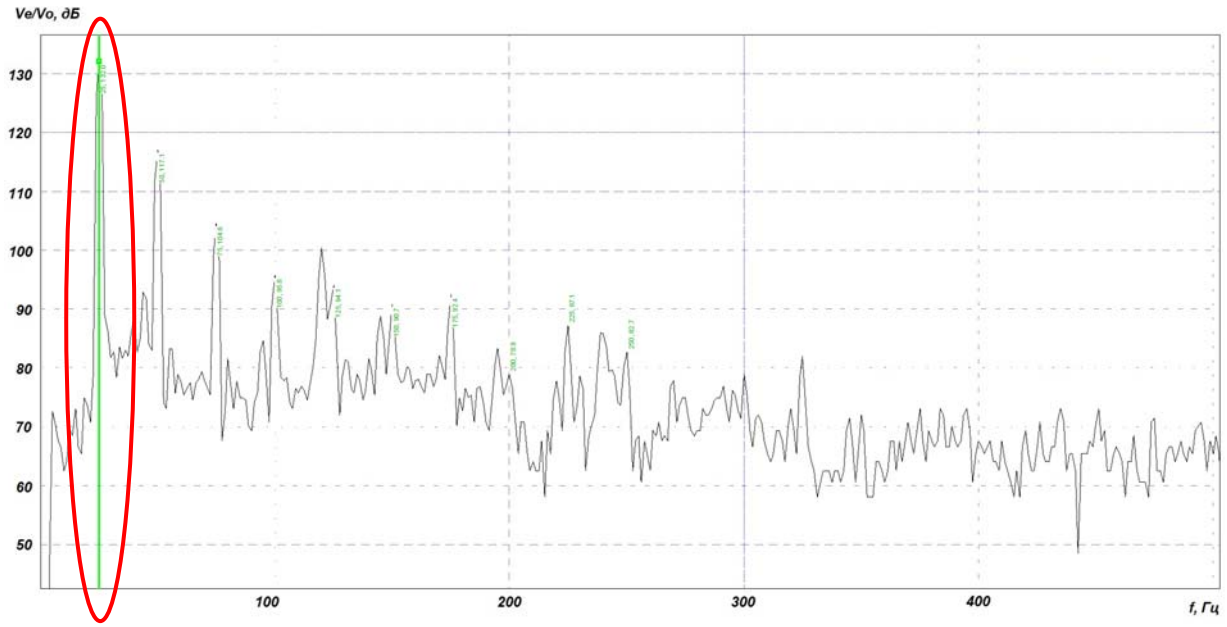


Рис. 2. Логарифмическое представление спектра полигармонической волны, иллюстрирующее недопустимый дисбаланс ротора генератора подъема экскаватора ЭКГ-5А. Общий уровень по параметру виброскорости $Ve_{СКЗ}$=40,1 мм/с

Предельная величина эффективного среднеквадратического значения виброскорости, допустимая на преобразовательном агрегате, составляет $Ve_{СКЗ}$=11,0 мм/с [2]. При достижении этой границы техническое состояние генераторной группы и экскаватора в целом признается недопустимым, должен быть проведен незамедлительный ремонт или наладка оборудования. Однако на практике, при проведении измерений на генераторных группах экскаваторов типа ЭКГ, встречаются общие уровни вибрации порядка 30…50 мм/с и более. Настолько мощный и энергоёмкий физический процесс может быть вызван только недопустимым дисбалансом ротора генераторов и/или сетевого двигателя, к которому зачастую добавляется несоосность валов агрегата. Подобные величины общих уровней опасны тем, что потенциально возможно разрушение валопровода, отрыв машины от опор и самопроизвольное смещение агрегата, представляющее реальную угрозу жизни и здоровью членам бригады или обслуживающего персонала. В случае выявления значительного превышения допустимых уровней вибрации дальнейшая эксплуатация экскаватора должна быть запрещена до устранения причин их возникновения.

Таким образом, можно заключить, что для выявления дефектов генераторной группы подходит метод прямого спектрального анализа параметров виброакустической волны в расширенном частотном диапазоне. При этом для оценки технического состояния генераторных групп экскаваторов типа ЭКГ по параметрам механических колебаний также целесообразно использовать метод эксцесса для экспресс-диагностики подшипников качения, анализ огибающей, метод траектории/процессии движения ротора и анализ характеристики выбега агрегата [3, 4].

Литература

1. Герике Б.Л. Диагностика горных машин и оборудования. Учебное пособие. / Б.Л. Герике, П.Б. Герике, В.С. Квагинидзе, Г.И. Козовой, А.А. Хорешок. / Москва: «У Никитских ворот». – 2012. – 400 с.

2. РД 15-14-2008. Методические рекомендации о порядке проведения экспертизы промышленной безопасности карьерных одноковшовых экскаваторов.

3. Неразрушающий контроль. Справочник в 7 томах под редакцией чл.-корр. РАН В.В. Клюева, т.7. – Москва, 2005. – 828 с.

4. Кравченко, В. М. Повреждения подшипников качения в результате износа / В.М. Кравченко, В.А. Сидоров, В.В. Буцукин // Горное оборудование и электромеханика. -№2, 2013. – С. 45-47.

УДК 622.684

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ РЕСУРСА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ПОДВЕСКИ АВТОСАМОСВАЛОВ НА РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА

И. А. Паначев, д.т.н., профессор, Ю. Ф. Глазков, к.т.н., доцент,
И. В. Кузнецов, ассистент
(КузГТУ)

Аннотация. *В статье выполнен анализ напряженно-деформированного состояния металлоконструкций передней и задней подвески автосамосвалов БелАЗ-75131, определена взаимосвязь наработки на отказ и удельных затрат энергии при транспортировании горной массы*

In this paper the analysis of the stress strain state of metal structures front and rear suspension dump trucks BelAZ-75131, defined the relationship between failure (MTBF) and the unit cost of energy for transportation of rock mass

Разрушение элементов металлоконструкций автосамосвалов являются следствием накопления усталостных повреждений и при чрезмерно больших динамических нагрузках, возникающих в процессе эксплуатации карьерного автотранспорта в сложных горно-технологических условиях. Эксплуатационные повреждения металлоконструкций большегрузных автосамосвалов являются следствием их усталостной природы, которые проявляются в виде различных дефектов (трещины, пробоины, обломы, прогибы, скручивание, коробление и др). Зонами повышенного трещинообразования являются передняя ось, рама, стойки рамы, поперечные балки, передняя и задняя подвеска (реактивные штанги, рычаги, кронштейны), картер заднего моста [1].

К технологическим причинам возникновения и роста трещин в металлоконструкциях заднего моста автосамосвалов относятся колебания при движении груженого автосамосвала, глубина разрабатываемого месторождения, состояние дорог, грансостав транспортируемой горной массы, расстояние транспортирования, коэффициент заполнения кузова автосамосвала, скорость движения по технологическим дорогам.

Для оценки сопротивления усталостному разрушению при многоцикловом нагружении исследовались металлоконструкции подвески автосамосвалов БелАЗ-75131, на ремонт которых затрачивается 45% и более общего ремонтного фонда времени.

Наблюдения за состоянием элементов передней и задней оси подвески с использованием средств и методов визуального контроля и тензометрии проводились на разрезах Кузбасса в период 2010-2013 годов, в процессе которых были установлены зоны повышенного трещинообразования (рис. 1).

Мониторинг дефектов в металлоконструкциях подвески карьерного автосамосвала БелАЗ-75131 позволил установить зоны трещинообразования, где длина трещин в отдельных элементах достигла критических значений и составляла 500-600 мм, что являлось следствием внеплановых простоев автосамосвалов, избежать которые было бы возможно при своевременном контроле зон концентрации наибольших напряжений [2].

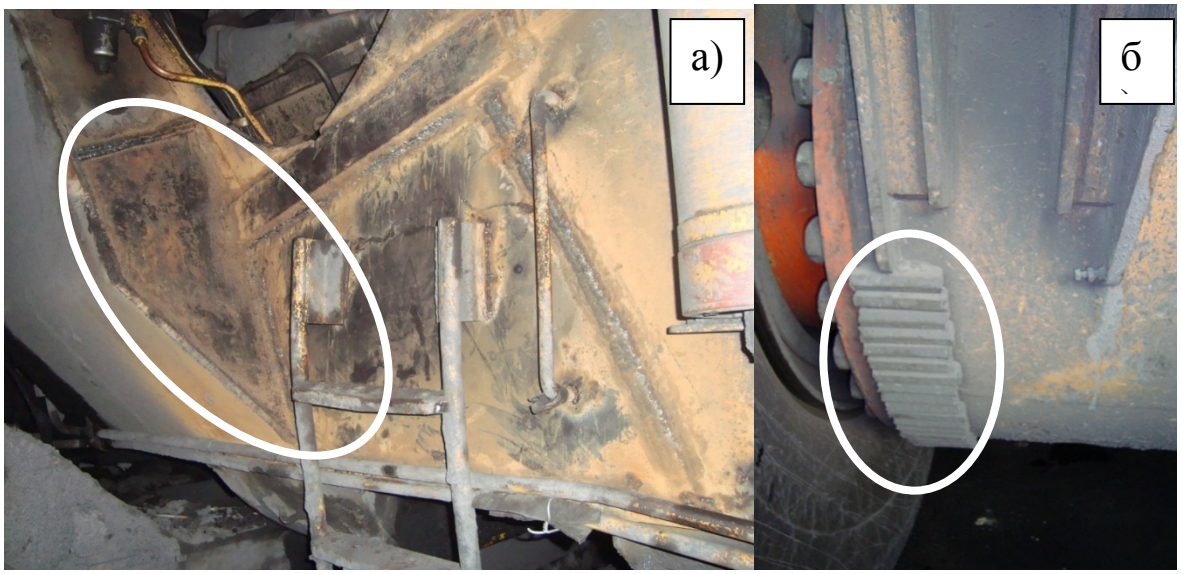


Рис. 1. Зоны трещинообразования на элементах подвески автосамосвала БелАЗ-75131:
а) сварные швы на балке передней оси; б) самодельное укрепление сварного
шва на картере заднего моста

Напряженное состояние в элементах конструкции автотранспорта изменяется сложным образом в зависимости от качества подготовки пород к экскавации, состояния карьерных дорог, упругих и прочностных характеристик разрабатываемых горных пород, а также в зависимости от динамических характеристик самих конструкций, обладающих определенными свойствами избирательности по отношению к частоте действующих возмущений.

Для исследования напряженно-деформированного состояния в элементах передней и задней осей подвески были спроектированы 3D-модели с использованием программного продукта ANSYS в среде метода конечных элементов (МКЭ) с использованием конечных элементов «plate» (рис. 2).

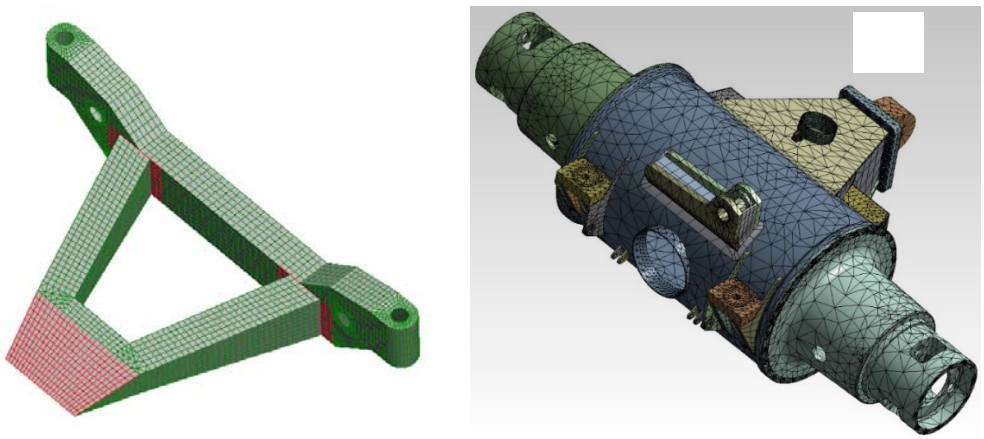


Рис. 2. 3D-модели балок передней (а) и задней (б) подвески (сетка метода конечных элементов)

Основным воздействием на корпус рамы передней подвески является давление $F_к$, передаваемое через траверсу (3), длиной L = 1069 мм. Для поворота автосамосвала по курсу траверсы имеют возможность отклонения от плоскости балки рамы на угол α = ±13° (рис. 3). Для анализа напряженно-деформированного состояния конструкции при различных силовых воздействиях использовались два нагружения конструкции.

Первое состояние, условно названо изгибным, сводилось к воздействию на ось шарнирного соединения балки и траверсы моментным усилием

$$M_x = F_k \times L \times cos\alpha, \quad (1)$$

действующим в плоскости балки.

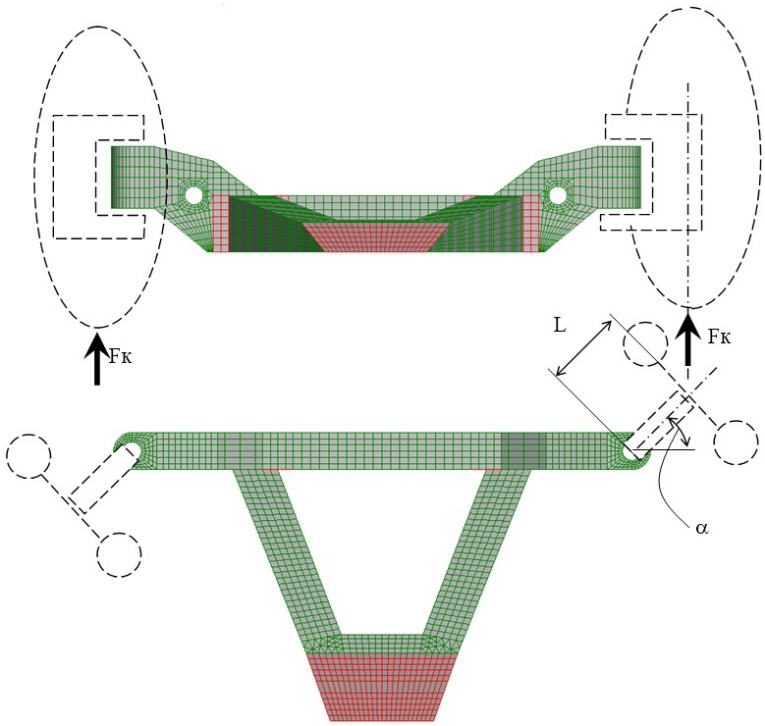


Рис. 3. Расчетная схема балки передней подвески

Второе состояние, названное крутильным, вызывалось моментом

$$M_y = F_k \times L \times sin\alpha, \quad (2)$$

действующим в плоскости, перпендикулярной плоскости балки.

Моменты сводились к парам сил, которые прикладывались через оси шарниров траверс к корпусу балки. В качестве исходных выполнены расчеты на единичные воздействия от моментов $\overline{M_x} = \overline{M_y} = 1\ Н \times мм$. В результате расчетов на рис. 4 представлены зоны повышенной концентрации напряжений, рассчитанных по четвертой теории пластичности (по Мизесу).

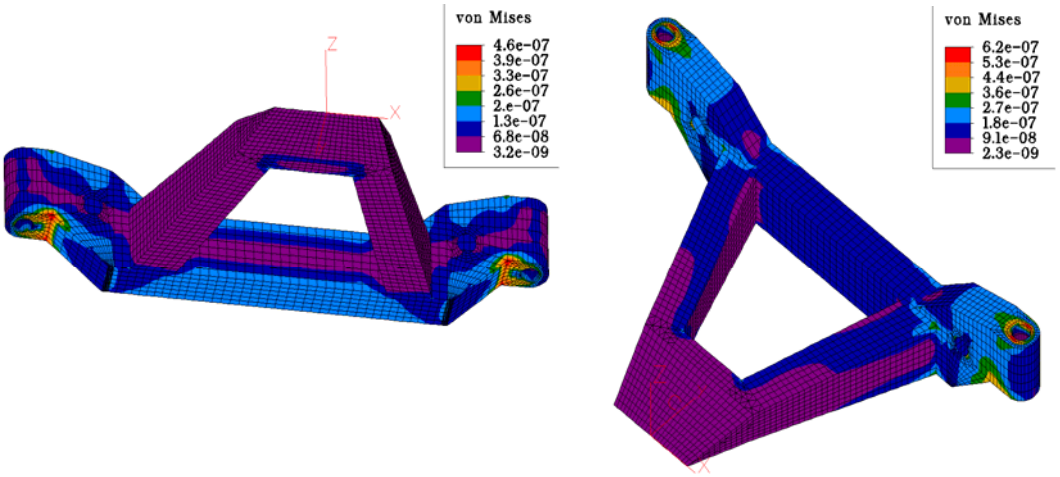


Рис. 4. Зоны повышенной концентрации напряжений
в элементах балки переднего моста автосамосвала БелАЗ-75131

Из этих результатов видно, что в обоих единичных состояниях наибольшие расчетные напряжения возникают на нижней поверхности балки в окрестности входящего угла зоны примыкания узла крепления шарниров траверс (рис. 4а, 4б).

Для исследования напряженно-деформированного состояния в элементах задней оси подвески составлена расчетная схема, где обозначены точки закрепления и действующие нагрузки (рис. 5).

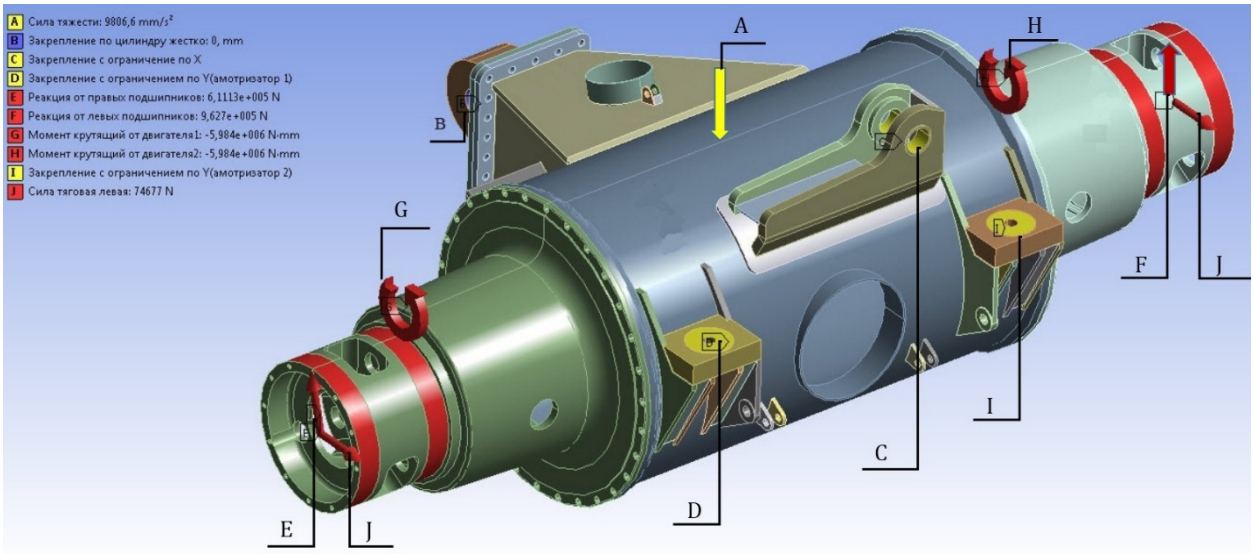


Рис. 5. Расчетная схема элементов заднего моста автосамосвала БелАЗ-75131:
A – сила тяжести; B – закрепление по цилиндру; C, D, I – закрепления с ограничением; E, F – реакция от опоры подшипников; G, H – крутящий момент от вала двигателя; J – тяговая сила

Исходные данные для статического расчета напряжено-деформированного состояния металлоконструкций заднего моста представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные автосамосвала БелАЗ-75131

Входные данные	
1. Полная масса с грузом (m), кг	237000
2. Допускаемый боковой угол наклона (α), °	10
3. Передаточное отношение редуктора колеса (u)	19
4. Мощность тягового электродвигателя ЭК-420А (P), кВт	420
5. Крутящий момент тягового электродвигателя ЭК-420А (M), Н·м	5984

6. Наружный диаметр шин (*D*), мм	3045
7. Смещение центра тяжести при боковом наклоне (*a*), мм	250
8. Расстояние между центрами колеи (*l*), мм	2210
9. Материал корпуса	Сталь 30Л
10. Материал приваренных деталей	Сталь 20

Сила, действующая на задние колеса при движении по горизонтальному участку, рассчитывалась по формуле

$$F_{гор} = \frac{0{,}67 \cdot m \cdot 9{,}8}{2} = 778865 \text{ Н}.$$

Отношение нагрузок на колеса при наклоне определялось как

$$k = \frac{l + a}{l - a} = 1{,}26.$$

Боковая сила при поперечном наклоне рассчитывалась по формуле

$$F_{бок} = F_{гор} \cdot sin\alpha = 135248{,}5 \text{ Н}.$$

Смещенная сила тяжести при поперечном наклоне определялась как

$$F_{т} = F_{гор} \cdot cos\alpha = 135248{,}5 \text{ Н}.$$

Силы, действующие на правое и левое колесо при поперечном наклоне, рассчитывались соответственно

$$F_{т}^{пр} = \frac{F_{т}}{k} = 611131{,}4 \text{ Н},$$

$$F_{т}^{лев} = F_{т} \cdot k = 962703{,}8 \text{ Н}.$$

Тяговое усилие, требуемое для разгона автосамосвала до 20 км/ч, определялось как

$$F_{тяг} = \frac{M \cdot 2 \cdot u}{D} = 74677{,}2 \text{ Н}.$$

Результаты статического прочностного расчета напряженного состояния элементов подвески заднего моста автосамосвала БелАЗ-75131, при выполнении которого не учитывались колебания машины от неровностей микропрофиля и вибрационные нагрузки от редуктора мотор-колеса, позволили установить зоны наибольшей концентрации напряжений (рис. 6).

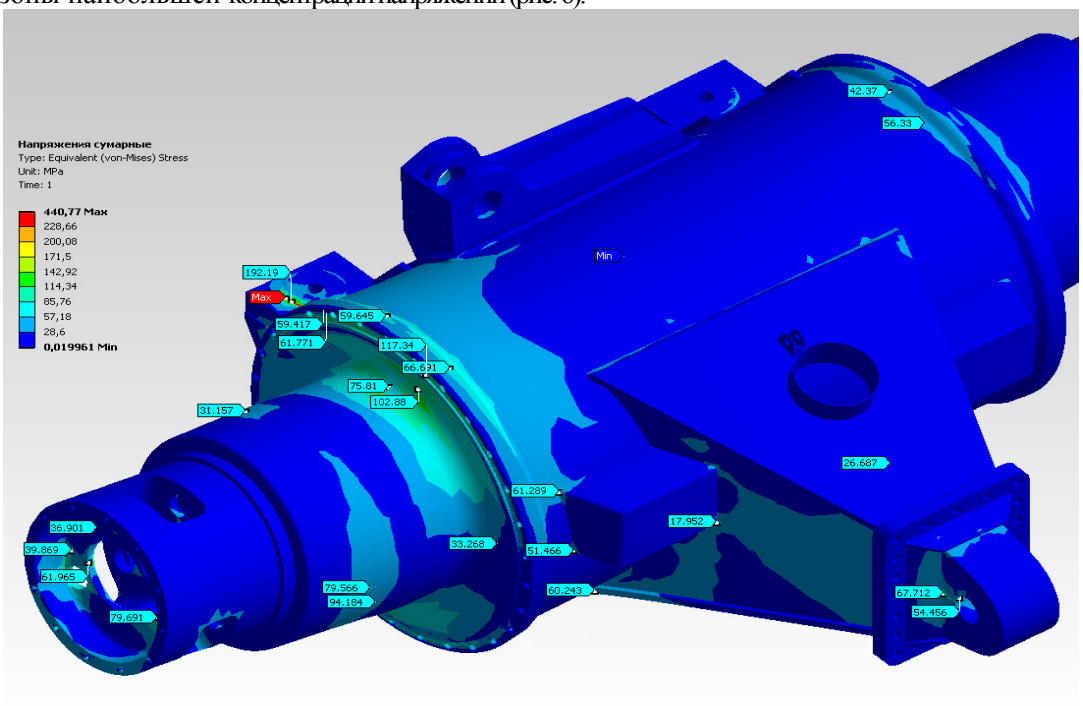


Рис. 6. Зоны повышенной концентрации напряжений
в элементах балки заднего моста автосамосвала БелАЗ-75131

По завершению конечно-элементного анализа и обработки полученных данных установлено, что значения напряжений составляют от 0,02 МПа до 440,77 МПа. Светлым фоном обозначена область распределения напряжений из интервала 85,76 – 142,92 МПа.

Расчетные нагрузки влияют лишь на образование такого вида износа, как усталость металла. В результате большого количества переменных нагрузок возникают зоны концентрации напряжения, что приводит к тому, что макротрещины в материале становятся глубже и прогрессируют до полного разрушения [2].

Ресурс металлоконструкций характеризуется долговечностью узлов, элементов и деталей данной конструкции. За критерий долговечности принимается количество циклов нагружения до отказа, которое зависит от напряжений, возникающих в металлоконструкциях. По числу циклов нагружения автосамосвала устанавливается наработка на отказ автосамосвала, т.е. наработка объекта от начала эксплуатации до возникновения первого отказа.

Для оценки наработки на отказ использовались данные GPS-мониторинга показателей эксплуатации автосамосвала БелАЗ-75131 на разрезе «Кедровский». Результаты расчета приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что при увеличении удельных затрат энергии в 4,5 г.у.т./т·м количество циклов нагружения до отказа системы на порядок снижается. Вместе с тем, происходит существенное сокращение наработки на отказ автосамосвала при достижении удельных затрат энергии в 5,3 г.у.т./т·м. С помощью методов аппроксимации получена экспоненциальная зависимость наработки на отказ (Т) от удельных затрат энергии ($P_ф$) с коэффициентом достоверности аппроксимации 0,92

$$T = 1 \cdot 10^7 e^{-0,63P_ф}. \quad (3)$$

Таблица 2

Результаты расчета наработки на отказ автосамосвала БелАЗ-75131

Удельные затраты энергии $P_ф$, г.у.т./т·м	**Математическое ожидание амплитуды напряжений $M_{σa}$, МПа**	**Количество циклов нагружения за рейс $N_р$, цикл**	**Количество циклов нагружения до отказа N, цикл**	**Наработка на отказ Т, моточас**
2,6	28,7	544	$74*10^6$	$1,7*10^6$
3,2	30,6	558	$59*10^6$	$1,3*10^6$
2,6	28,7	573	$74*10^6$	$1,5*10^6$
3,2	30,6	543	$59*10^6$	$1,3*10^6$
3,4	31,6	537	$53*10^6$	$1,2*10^6$
2,8	29,1	560	$70*10^6$	$1,5*10^6$
3,6	32,4	555	$48*10^6$	$1,1*10^6$
5,8	48,6	562	$12*10^6$	$0,2*10^6$
3,9	34,4	584	$41*10^6$	$0,8*10^6$
3,7	32,7	568	$47*10^6$	$1,0*10^6$
3,6	32,4	544	$48*10^6$	$1,1*10^6$
3,9	34,4	533	$41*10^6$	$0,9*10^6$
5,0	41,7	541	$20*10^6$	$0,4*10^6$
3,8	33,5	531	$43*10^6$	$1,0*10^6$
4,3	36,1	549	$33*10^6$	$0,7*10^6$
6,3	54,2	553	$7,9*10^6$	$0,2*10^6$

На рис. 7 графически представлено изменение значений наработки на отказ с увеличением удельных затрат энергии.

Из рис. 6 видно, что гарантируемая заводом-изготовителем наработка на отказ еще сохраняется при 8,6 г.у.т./т·м и сокращается до одного полного дня эксплуатации при 17,8 г.у.т./т·м.

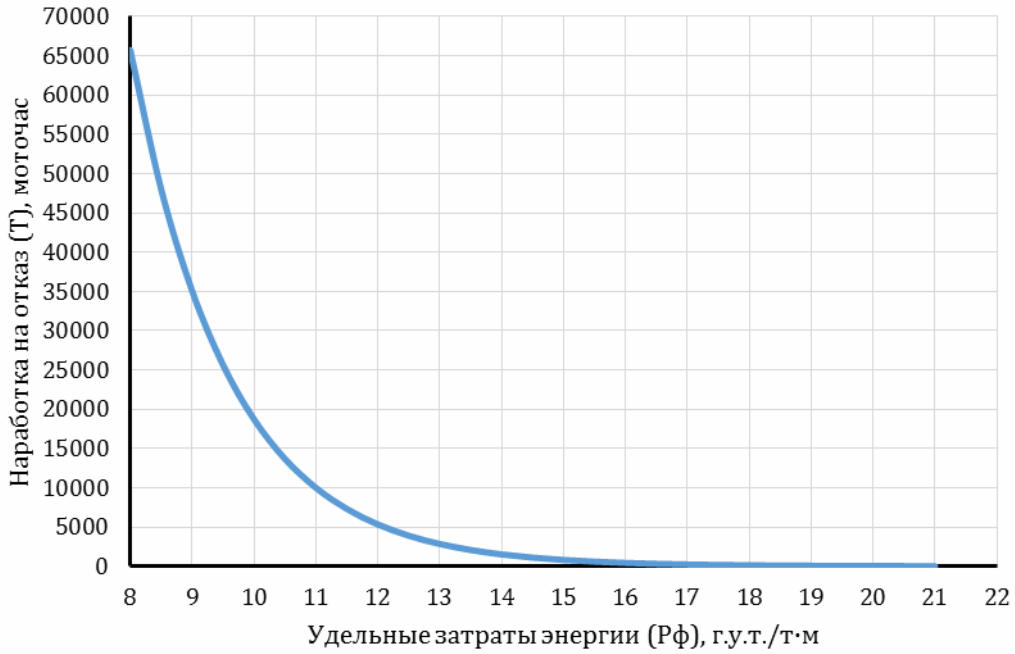


Рис. 7. Взаимосвязь удельных затрат энергии и наработки на отказ автосамосвала БелАЗ-75131

Проведенные расчеты позволили установить зоны со значениями напряжений, превышающих предельные для данного материала, где наблюдается возрастание скорости роста трещин и увеличение их длины до критических значений. Своевременное обследование опасных зон металлоконструкций подвески автосамосвала и при необходимости принятие инженерных решений позволит остановить рост трещин, повысить ресурс металлоконструкций подвески и избежать непредвиденных простоев.

Литература

1. Паначев И.А. Обоснование нагруженности элементов металлоконструкций большегрузных автосамосвалов при транспортировании горной массы на разрезах Кузбасса [Текст]/ И.А. Паначев, И.В. Кузнецов // Энергетическая безопасность России: новые подходы к развитию угольной промышленности. Материалы XV Международной научно-практической конференции, 8-11 октября 2013 г. – Кемерово, 2013. – С. 61-65.

2. Паначев И.А. Определение скорости роста трещин в металлоконструкциях экскаваторов по потреблению электроэнергии [Текст]/ И.А. Паначев, М.Ю. Насонов //Вестник Кузбасского государственного университета – 2004. - №3. – С. 56-59

3. Паначев И.А. Оценка энергоемкости процесса транспортирования горной массы большегрузными автосамосвалами на разрезах Кузбасса [Текст]/ И.А. Паначев, И.В. Кузнецов //Вестник Кузбасского государственного университета – 2011. - №4. – С. 35-40

4. Болотин. В.В. Прогноз ресурса машин и конструкций. – М.: Машиностроение. – 1984. - 334 с.

5. Броек Дэ. Основы механики разрушения: Пер. с анг. – М.: Выс. школа, 1980.

УДК 622.271

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ УСТУПОВ КАРЬЕРОВ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ

Д. В. Малофеев, ст. преподаватель кафедры ОГР
(СибГИУ, г. Новокузнецк)

Аннотация*: Предложен способ учета сейсмического воздействия массовых взрывов на уступы с несколькими поверхностями ослабления в расчете их устойчивости*

Annotation*: A method for allowing the seismic impact of mass explosions on benches with several compression joints in terms of their stability*

Ключевые слова: безопасность взрывных работ, устойчивость уступов, скорость смещения, разупрочнение горных пород взрывом

Повышение производственной мощности на угольных и железорудных месторождениях ведёт к увеличению объёмов вскрышных работ, что приводит к необходимости рыхления огромных объёмов скальных и полускальных пород за минимально возможное время. Развитие открытого способа разработки месторождений на настоящем этапе, невозможно без интенсификации взрывных работ – наиболее эффективного процесса подготовки горных пород к выемке. Взрыв является одним из самых опасных техногенных процессов (сейсмическое воздействие, действие ударно-воздушной волны, выделение ядовитых газообразных продуктов взрыва, разлёт кусков взрываемой породы), поэтому обеспечение безопасности взрыва является важной научно-технической задачей.

Вопрос учета сейсмического воздействия на здания и сооружения в дальней зоне при взрыве крупных блоков на карьерах, изучен достаточно широко и существуют методики, позволяющие достоверно определить интенсивность этого воздействия при проектировании взрывов на карьерах [1, 2, 3]. Проблема сейсмического действия на уступы и борта карьера на котором взрыв производится изучена менее полно и нуждается в рассмотрении.

Среди существующих методик учета действия взрыва на устойчивость уступов, осложнённых дизъюнктивами, метод разработанный в КНЦРАН В.А. Фокиным наиболее полно учитывает направление и интенсивность сейсмического воздействия [4]. Сущность решения заключается в определении направлений и величин векторов скорости сейсмического воздействия на контактной плоскости и оценке устойчивости призмы возможного обрушения методом векторного сложения сил. В данной методике детально рассмотрен учет взрывных работ в уступах с кососекущей поверхностью ослабления, но не рассмотрен достаточно опасный случай деформации оседания со сдвигом, результатом которой является образование призматической поверхности скольжения с дополнительной поверхностью скола. В тех случаях, когда в массиве пород, слагающих откос, имеется ряд поверхностей ослабления, по которым сопротивление сдвигу значительно меньше, чем по другим направлениям, поверхность скольжения может частично или полностью проходить по этим поверхностям ослабления. Если поверхности ослабления пересекаются между собой в пределах призмы возможного обрушения, то применение метода векторного сложения сил для оценки устойчивости не позволит учесть реакции между блоками. В таком случае необходимо производить расчеты по методу многоугольника сил [5].

Метод многоугольника сил позволяет производить расчеты устойчивости откосов как в однородных, так и в слоистых трещиноватых породах при любой форме поверхности скольжения. В данном методе в расчет принимаются следующие силы: реакции со стороны верхнего и нижнего смежных блоков, являющиеся равнодействующими сил трения и сцепления, действующих по боковым поверхностям блоков; вес рассматриваемого блока; силы сцепления, возникающие в основании блока, направленные параллельно основанию; реакция со стороны основания блока, являющаяся равнодействующей сил трения и нормальной составляющей веса блока. Все вышеперечисленные силы обусловлены весом призмы возможного обрушения, но на карьерах ведущих подготовку горных пород к выемке буровзрывным способом, на устойчивость откоса будет оказывать влияние воздействие сейсмовзрывных волн. В связи с этим учет напряжений создаваемых взрывом в откосах сложной структуры с применением метода многоугольника сил является актуальной задачей, последовательность расчёта предлагается осуществлять в следующем порядке:

1 этап – построение поверхностей скольжения на профиле уступа;

2 этап – определение направления и величины результирующего вектора смещения от взрыва на всех участках поверхности скольжения;

3 этап – построение многоугольника сил с учетом участков поверхностей скольжения с потерей сцепления в результате взрывных работ.

Ниже будет рассмотрен вариант оценки устойчивости уступа из слоистых пород, подсеченного пологопадающим разрывным нарушением

Первый этап начинается с построения в выбранном масштабе профиля уступа карьера высотой H и углом откоса α (рис. 1). Далее из нижней бровки откоса (точка *O*) проводится линия *ON*, параллельная нарушению с углом падения β. Контур призмы возможного обрушения будет определятся в верхней части падением слоёв (линия BM), а в нижней разрывным нарушением (линия ON). Методом перебора вариантов находится наиболее вероятная поверхность скольжения, состоящая из линий *BM* и *ON* пересекающихся в точке *C*, где поверхность скольжения претерпевает излом под углом θ. При сдвиге призмы обрушения по двум поверхностям скольжения сдвиг возможен при её разделении призму активного давления и призму упора. Положение призмы активного давления находится проведением из точки *C* под углом $\iota_{1,2}$ к горизонту линии *CD*, величина угла находится по формуле 1[6].

$$i_{1,2} = \frac{1}{2}\left(135^{\circ} + \frac{3}{2}\rho_n^{'} - \theta - \beta\right). \qquad (1)$$

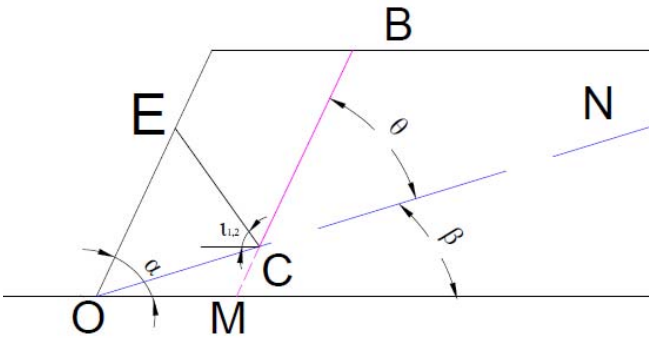


Рисунок 1

На втором этапе для учёта воздействия взрыва необходимо рассчитать протяженность зон на поверхностях ослабления, в которых под действием сейсмовзрывной волны происходит потеря сцепления. Основным параметром, характеризующим интенсивность динамического нагружения от взрыва принимается скорость смещения массива горных пород. Необходимо определить направление и величину результирующего вектора скорости смещения υ_R на всех участках поверхностей скольжения, через каждый 1 м протяжения этой неоднородности по высоте. Влияние дневной поверхности учитывается путём использования мнимого заряда – зеркального отражения реального заряда скважины. Схема определения направления и величины смещения в точке G, лежащей на поверхности скольжения первого порядка представлена нарис.2.

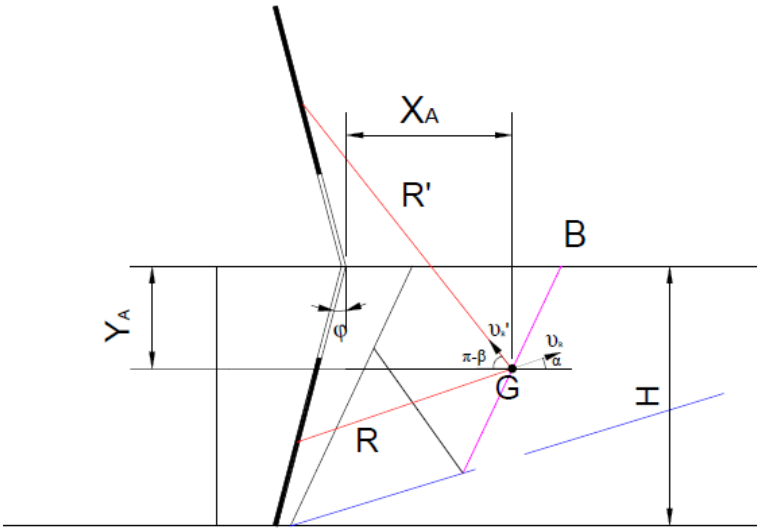


Рисунок 2

В результате расчета на профиле уступа изображаются результирующие вектора скорости смещения. Далее в порядке, изложенном в [4] вычисляют зоны потери сцепления от динамического действия взрыва l_{ni}.

На третьем этапе выполняется построение многоугольника сил с учетом участков поверхностей скольжения с потерей сцепления в результате взрывных работ. Построение многоугольника выполняется по существующей методике [6], но при расчете величин сил сцепления необходимо учесть потерю сцепления на поверхностях ослабления от взрыва, вычитанием длины потери сцепления l_{ni} данного контакта из величины протяженности поверхности ослабления каждого контакта блоков l_i:

$$\Delta l_i = l_i - l_{ni} \qquad (2)$$

Силы сцепления, необходимые для построения многоугольника сил уступа сложенного слоистыми породами и подсеченного пологопадающим разрывным нарушением $K_o'\Delta l_1$, $K_o'\Delta l_2$, $K_n'\Delta l$ изображены на рис. 3. Далее выполняется построение многоугольника в стандартном порядке и если многоугольник сил замкнут – устойчивость уступа обеспечивается с необходимым коэффициентом запаса.

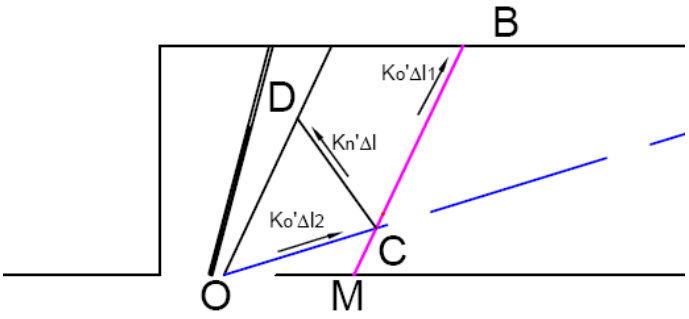


Рисунок 3

Сдвиг призмы обрушения уступов происходит как от воздействия статических напряжений обусловленных весом призмы активного давления, так и от динамических воздействий взрывных работ. Необходимо при расчете методом многоугольника сил учитывать такое воздействие. Это становится возможным путём применения методики разработанной в КНЦ РАН [4].

Список литературы

1. Садовский М . А. Сейсмический эффект взрывов. - М.: Гостоптехиздат, 1939.
2. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах.- М.: Недра, 1976.
3. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. - М.: Изд-во МГГУ, 2010.

4. Фокин В.А. Совершенствование технологии производства буровзрывных работ на предельном контуре карьеров. - Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН. 2008.
5. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах / ВНИМИ. - СПб., 1998.
6. Галустьян Э.Л. Геомеханика открытых горных работ: справочное пособие. - М.: Недра, 1992.

УДК 622.85:622.882

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ОТРАБОТАННЫХ ЩЕБЕНОЧНЫХ КАРЬЕРАХ

И.В. Зеньков, д.т.н., старший научный сотрудник,
Барадулин И.М., инженер,
(СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, РФ, г. Красноярск)

Аннотация. *В статье представлены результаты полевых экспедиций по выявлению основных тенденций в развитии наземных растительных экосистем на территории щебеночных карьеров.*

Summary*. Results of field expeditions on identification of the main tendencies are presented in article in development of land vegetable ecosystems in the territory of crushed-stone pits.*

Устойчивое развитие экономики РФ обусловливает рост объемов добычи известняка и гранита для производства строительного и дорожного щебня в разы в ближайшие 10-15 лет. В этих условиях в разработку открытым способом будут вовлекаться новые месторождения, либо добыча сырья будет возобновлена на частично отработанных месторождениях. Практика производства щебня высвечивает усиление техногенной нагрузки на окружающую природную среду в горнопромышленных районах в виде бессистемно оформленной архитектуры техногенного рельефа в отработанных карьерах, без учета экологических целей. Вследствие этого, актуальным является разработка рекомендаций по проектированию технологий горных работ, позволяющих эффективно провести горнотехнический этап рекультивации нарушенных земель в отработанных карьерах.

Основой для разработки рекомендаций по ведению «экологически ориентированных» горных работ в приконтурной зоне щебеночного карьера, при постановке рабочего борта в нерабочее положение выступили результаты горно-экологического мониторинга на территории отработанных карьеров в Красноярском крае. За критерий оценки при создании технологий формирования экологически приемлемой рекультивации приняты – временной период появления и плотность пионерной группировки растительности в увязке с действием природных факторов, ускоряющих эти процессы. В итоге должны быть достигнуты главные цели – экологическая – это возможность поселения и приемлемые темпы роста растительности повсеместно на всех элементах нерабочего борта карьера; - экономическая – приемлемые затраты на работы по рекультивации с наилучшими экологическими показателями формируемой экосистемы в отработанной карьерной выемке.

В местах добычи нерудного камня отметим генезис горных пород, а также видовой состав растительности. По генезису – это основная горная масса примерно одного геологического возраста – граниты и известняки, и небольшой объем рыхлых четвертичных осадочных отложений (лессовидные и покровные суглинки, глина). Растительное окружение мест разработки месторождений щебня в Красноярском крае характеризуется преобладанием видового состава таежной и подтаежной географических зон. В основном это темнохвойные леса (ель, пихта, сосна, кедр) с большой долей осины, также встречается береза и лиственница. Промежуточный ярус – это обильный подлесок из рябины, черемухи, калины, смородины и т.п. По своим биоэкологическим свойствам представленная растительность весьма не приспособлена для поселения на открытых участках, лишенных почвы, какими являются буквально все элементы нерабочих бортов карьеров. Вследствие этого при проведении мониторинга достигаются промежуточные цели работ по выявлению геометрических параметров нерабочих бортов карьеров с наилучшими показателями и оптимальных для поселения и произрастания растительности.

Поэтому в ходе мониторинге изучены как положительные, так и отрицательные природные факторы, принимающие участие в формировании природной среды на техногенных ландшафтах. На первом этапе выполнена детализированная топографическая съемка местности и систематизирована полученная информация о геометрических параметрах элементов нерабочих бортов. Основные элементы нерабочих бортов карьеров – это откосы уступов с углами от 5 до 70^0 и межуступные площадки: практически гори-

зонтальные с нулевым уклоном, площадки с уклоном до 10^0 в сторону выработанного пространства карьера, с уклоном до 10^0 в сторону нерабочего борта карьера (с обратным уклоном).

В ходе полевых исследований были выявлены небольшие по размерам межуступные площадки нерабочего борта карьера с нанесенной техногенной смесью, состоящей из почвенных слоев и четвертичных отложений – суглинков, супеси. Мощность этого слоя достигает 0,4 м. На этих участках определялась продуктивность древесно-кустарниковой растительности в увязке с местом ее произрастания. Главная роль в появлении техногенной почвенной смеси на этих площадках, на наш взгляд, принадлежит процессам гравитационного движения всей массы элювиальных четвертичных отложений, участвующих в строении первого вскрышного уступа карьера. Дальнейшее распространение продуктивных рыхлых четвертичных отложений на горизонтальных площадках происходит за счет движения талой и дождевой воды, поступающей в сезоны весеннего снеготаяния и ливневых дождей.

Пионерные группировки растительности появляются на участках, образованных путем намыва с верхнего вскрышного уступа рыхлых четвертичных отложений – глины, супесей, а также гумусосодержащих почвенных слоев на горизонтальную поверхность доломитов. В ходе полевых работ на разных участках с намытым почвенным слоем, с содержанием гумуса от 0,5 до 6 % определялась продуктивность растительности. Аналогичные работы выполнялись на откосах нерабочих уступов с углами их заоткоски от 5 до 40^0. На откосах с углами выше 40^0 вне зависимости от генезиса слагаемых их пород растительность отсутствовала за исключением аномальных одиночных случаев поселения сосны и березы, но последние наблюдаются исключительно в микропонижениях (2-3 случая на 100-200 $м^2$ горизонтальной проекции откоса уступа).

Как показывает практика, нанесение почвенного слоя особенно необходимо в случае разработки месторождений доломитов. Темпы роста продуктивности растительности имеют высокие показатели на участке горизонтальной оси в диапазоне от 4 до 6 %. Вследствие этого для эффективной рекультивации горнопромышленного ландшафта на начальном этапе отработки месторождения необходимо искусственно формировать техногенную смесь с содержанием гумуса в этом диапазоне для ее нанесения на дно, откосы и межуступные площадки борта карьера.

При проведении полевых работ наше внимание было остановлено на площадках, имеющих обратный уклон в сторону нерабочего борта карьера. Эти участки представляют собой микропонижения глубиной до 0,8-1,2 м, искусственно созданные при работе горных механизмов (экскаваторы, бульдозеры). Средняя плотность особей растений-пионеров сильно меняется в зависимости от угла наклона площадки. Так, средняя плотность особей растений, исследуемая в микропонижениях с углом 10^0 и составляла 172-210 особей на 1,0 $м^2$, что почти на 20 % выше плотности особей в понижениях с углами $4\text{-}6^0$ и почти вдвое больше чем плотность на горизонтальных площадках.

В таких понижениях меняется количество деревцев в зависимости от угла наклона площадки. Такая неравномерность объясняется повышенной влажностью и наличием достаточного количества мелкозема четвертичных отложений, обладающих природным потенциалом обеспечивать высокую продуктивность и годовые темпы прироста растительности, именно в понижениях с углами, близкими к значению 10^0. Так, темпы прироста сосны в микропонижениях с углом 10^0 составляет 55-60 см в год, что на 7-8 см выше прироста на горизонтальных площадках и на 15-20 см выше, чем на площадках с 10^0-ным уклоном в сторону выработанного пространства карьера.

Таким образом, на основе системного анализа результатов горно-экологического мониторинга установлены закономерности формирования локальных экосистем в отработанных карьерах с приемлемыми показателями, которые должны приниматься во внимание при формировании технического задания на проектирование технологий горнотехнического этапа рекультивации нарушенных земель. Ускоренное появление древесно-кустарниковой и травянистой растительности (2-3 года) в отработанных карьерах, высокие годовые темпы ее прироста и уровень продуктивности на уровне природных ландшафтов наблюдается на откосах уступов всех карьеров с пологими углами их заоткоски, на межуступных площадках с уклоном в сторону нерабочего борта карьера и в значительной степени зависят от обеспеченности растений питательными веществами.

УДК 622.85:622.882

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ГОРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ОТВАЛАХ РАЗРЕЗА «НАЗАРОВСКИЙ»

И. В. Зеньков, д.т.н., старший научный сотрудник,
Б. Н. Нефедов, зам. директора,
(СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, РФ, г. Красноярск)
Ю. П. Юронен, к.т.н., доцент, В. Д. Чередков, студент
(Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М.Ф. Решетнева, РФ, г. Красноярск)
М. И. Шестакова, студентка
(Иркутский государственный технический университет, РФ, г. Иркутск)

Аннотация. *В статье представлены результаты обработки космоснимков с целью выявления развития наземных экосистем на разрезе «Назаровский»*

Summary*. Results of processing of satellite images are presented in article for the purpose of identification of development of land ecosystems on Nazarovsky coal mine*

В бывшем СССР добыча угля в начале 1990-х гг. составляла 700 млн. т в год. На долю открытого способа приходилось более половины этого объема. В последние годы РФ занимает одно из первых мест в мире по добыче угля. Открытый способ его добычи традиционно развивается опережающими темпами. В районах с масштабной добычей угля открытым способом к настоящему времени накопилось огромное количество экологических проблем, и в основном это проблемы устойчивого формирования экосистем на углепородных отвалах. В эпоху научно-технической революции с осовением космического пространства бурное развитие получили методы космического зондирования состояния природных ресурсов. Это упрощает контроль состояния горнопромышленных ландшафтов, рекультивированных угольными разрезами. Но для того, чтобы делать выводы и заключения по результатам обработки космоснимков необходимо представлять технологические последствия производства горных работ в увязке с геологическим строением отрабатываемого месторождения.

Методика наших исследований прошла апробацию на отработанном поле разреза «Назаровский» и на действующем разрезе. Разработку вскрышных пород и добычу угля (зачистка почвы пласта) производят карьерными экскаваторами ЭКГ-8и, ЭКГ-10, цепным и роторным экскаватором фирмы «Такраф». На добычных работах при отработке угольного пласта (основной объем) используют роторные экскаваторы ЭР-1250. Во всех случаях применяют карьерный транспорт: железнодорожный или конвейерный. Характерной особенностью разработки угольных месторождений КАТЭКа является применение бестранспортных систем разработки нижних вскрышных уступов с применением в настоящее время цепного ERs(K)-800 и роторного экскаватора SRs(K)-4000 («Такраф»), а в предыдущие годы использовали шагающий экскаватор ЭШ-100/100 УЗТМ. Подобные системы разработки широко используют на разрезах в Западной и Восточной Сибири, в Читинской области, в Хабаровском и Приморском краях. Мощность вскрышных пород на разрезе «Назаровский» изменяется в пределах от 20,0 до 70,0 м. Породы вскрыши представлены суглинками (иногда илистыми), глинами, песчано-галечниковыми отложениями, глинистыми песчаниками, алевролитами, сажистыми углями. В почве пласта «Мощный» залегают преимущественно алевролиты, реже аргиллиты и песчаники.

Исследования динамики восстановления наземных растительных экосистем проводились на действующих участках «Ачинский» и «Чулымский» разреза «Назаровский». На месте отработанного угольного пласта размещены внутренние отвалы вскрышных пород. Контуры горного отвода, в которых на начальном этапе начинались горные работы на каждом из участков, спланированы для нанесения почвенного слоя. Так были выделены два участка рекультивации № 1 и № 2. В ходе развития горных работ рельеф горнопромышленных ландшафтов не планировался, и к настоящему времени представляет мелкоскладчатую поверхность, сформированную при работе горно-транспортного оборудования. Анализ динамики формирования растительных экосистем на протяжении 10 лет показывает – заселение растительностью происходит с запозданием на 3-4 года с момента отсыпки породных отвалов. Причем мелкоскладчатая поверхность достаточно равномерно заселяется травянистой и кустарниковой растительностью без нанесения на ее поверхность почвенного слоя, поскольку в тело породных отвалов укладыва-

ются глины, песчаники, остатки почвенных слоев, т.е. потенциально плодородные горные породы. В целом динамика формирования наземных экосистем положительная, что подтверждается результатами расчетов, представленными в таблице.

Таблица

Площадь растительного покрова на «Назаровском» разрезе

Год	Травянистая растительность, га	Кустарниковая растительность, га
2001	580,2	-
2010	1177,8	23,4

На разрезе «Назаровский» породные отвалы отсыпают с 1950 г. В настоящее время западная часть месторождения отрабатывается двумя участками, которые в перспективе должны сомкнуться в один карьер. В восточной части месторождения на отработанной его части сформирован горнопромышленный ландшафт. На месте отработанного угольного пласта размещены внутренние отвалы вскрышных пород.

На отработанной части месторождения сформирован горнопромышленный ландшафт, состоящий из следующих элементов рельефа. Нерабочий борт карьера (вскрышные и добычные уступы в конечном положении) засыпан инертной подушкой из вскрышных пород с углом откоса до 30^0. Откос последней отвальной заходки внутреннего отвала сочленяется в плане с откосом насыпи над угольным пластом. В результате образуется локальное понижение рельефа, в котором скапливаются талые и дождевые воды. Последние при их концентрации представляют собой водные потоки, размывающие откосы техногенного рельефа.

На территории старовозрастных породных отвалов широко распространены как начальные эрозионные формы в виде промоин (рытвин), приуроченные к откосам незадернованных склонов отвалов, так и активно формирующиеся овраги. В плане овраги имеют линейную форму на откосах и извилистую форму – на поверхности отвалов. Генеральный продольный профиль их соответствует направлению и форме склона, на котором они развиты. Водная эрозия формирует поверхность инертной породной насыпи над угольным пластом в виде многочисленных водопропускных канав переменным сечением. Комбинация канав имеет в плане вид сетки. Поскольку воздействие эрозии постоянное во времени, то и растительность в этом секторе полностью отсутствует.

В этой части горизонтальные поверхности участков внутренних отвалов спланированы на разных высотных отметках, поэтому образовываются каскадные водотоки, которые переливаются с более высоких горизонтальных участков на менее низкие. Всего на территории горнопромышленного ландшафта, созданного в период добычи угля с 1970 по 1995 гг. в ходе проявления водной эрозии образованы 21 овраг, формирующий вторичный рельеф и более 100 водопропускных мелких канав, принимающие участие в трансформации рельефа.

Таким образом, в развитии наземных экосистем на породных отвалах угольных разрезов КАТЭКа наблюдается некоторое запаздывание по времени, но в целом картина экологически приемлемая. Вместе с тем отмечается то, что идеально спланированные поверхности участков внутренних отвалов на разных высотных отметках способствуют формированию каскадных водотоков талых и дождевых осадков. Это приводит к выносу из тела отвала и переотложению горных пород, что в конечном итоге способствует интенсивному разрушению целостности рельефа рекультивированных горнопромышленных ландшафтов. По нашему мнению, необходим пересмотр ГОСТов на рекультивацию земель, проектирование горных работ по которым не способствует охране окружающей среды, а наоборот косвенно и прямо приводит к ухудшению экологической обстановки в районах с добычей угля открытым способом.

УДК 622.8

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ (МАРКШЕЙДЕРСКИЙ) КОНТРОЛЬ ПРИ МОНИТОРИНГЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГРУНТОВЫХ ДАМБ НАКОПИТЕЛЕЙ ЖИДКИХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

С.П. Бахаева, д.т.н., проф. кафедры МДКиГ (КузГТУ),
Т.В. Михайлова, к.т.н., зав. сектором мониторинга безопасности ГТС (Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР»), ст. преподаватель (КузГТУ)

Аннотация. *Приведены основные положения по обоснованию требований к методике геодезического (маркшейдерского) контроля определения пространственно-временного местоположения конкретных элементов (объектов мониторинга) грунтовых дамб и установленной на них контрольно-измерительной аппаратуры при мониторинге безопасности гидротехнических сооружений.*

Инструментальные наблюдения за состоянием грунтовых дамб, включающие контроль положения контрольно-измерительной аппаратуры, уровня заполнения накопителя, высотных отметок гребня дамб, осадок и горизонтальных смещений сооружений, фильтрационного режима и порового давления в их теле и основании, обеспечиваются геодезическими методами определения местоположения в пространстве конструктивных элементов объектов мониторинга. При этом отсутствие научно обоснованных требований к допустимым погрешностям геодезического (маркшейдерского) контроля гидротехнических сооружений зачастую приводит как к завышенной точности наблюдений и, в этой связи, значительным материальным затратам, так и использованию инструментов, точность которых не позволяет обнаруживать деформации на ранней стадии, когда их предупреждение можно обеспечивать незначительными затратами.

Идея обоснования точности геодезического (маркшейдерского) контроля базируется на условии обеспечения предельной погрешности измерения контролируемых показателей не более количественного значения критерия безопасности. Критерии безопасности устанавливаются статистическими либо детерминистическими методами из недопущения нарушения состояния предельного равновесия грунтовой дамбы либо ее отдельных элементов.

При контроле ***вертикальных смещений*** (осадок) грунтовых дамб по поверхностным маркам средняя квадратическая погрешность измерений не должна превышать 14 мм ($K1$ = 28 мм) и обеспечивается тригонометрическим нивелированием с использованием оптических или электронных тахеометров при удаленности от опорного пункта до 0,3 и 0,75 км; при удаленности опорного пункта соответственно до 1 и 3 км рекомендуется прокладывать ходы геометрического нивелирования IV и III классов.

При удаленности поверхностной марки от опорного пункта на расстояние до 0,8 км требуемая точность ($m_{\Delta s}^{\text{пм}}$ = 21 мм) определения ***горизонтальных смещений*** грунтовой дамбы может быть обеспечена следующими методами с использованием оптических приборов: створных наблюдений (способ малых углов), отдельных направлений (прямая линейно-угловая засечка), полигонометрического хода, при использовании точных приборов со средней квадратической погрешностью измерения угла $m_\beta = 5''$ и длин линий $m_l = 5 + 3$ мм/км.

Для контроля ***планово-высотного положения*** поверхностных марок приборно-инструментальными комплексами ГЛОНАСС / GPS целесообразно использовать прибор с точностью не менее 15 + 1 мм/км.

Обоснование метода (техническое или тригонометрическое нивелирование) определения ***высотной отметки*** пикетов выполнено из условия обеспечения критерия безопасности $K1$ = 140 мм, рельефа местности, максимальной протяженности дамбы и технических характеристик средств контроля. Требования к точности геометрического нивелирования, угловых и линейных измерений при тригонометрическом нивелировании обуславливаются протяженностью дамбы, углом наклона визирного луча и определяются в зависимости от требуемой погрешности определения искомой отметки.

Проверку ***отметки «нуля»*** водомерной рейки или устья пьезометра рекомендуется выполнять тригонометрическим нивелированием с использованием оптического теодолита при удалении объектов контроля относительно опорного репера до 2,2 км; при большем удалении объектов от опорного репера следует использовать электронный тахеометр либо выполнять техническое нивелирование.

При выполнении планово-высотной съемки контуров дамбы тахеометрическим, наземным и воздушным стереофотограмметрическим методами, с использованием приборно-инструментальных ком-

плексов ГЛОНАСС/GPS или лазерных сканеров в масштабе не мельче 1:2000 рекомендуется обеспечивать среднюю квадратическую погрешность определения ***планового положения контура*** (геометрических параметров) дамбы не более 1,1 м, высотной отметки – 1,0 м.

По результатам исследований, проводимых более десяти лет Аналитическим центром по мониторингу безопасности ГТС, созданным на базе Новационной фирмы «КУЗБАСС-НИИОГР» (г. Кемерово), подготовлено Методическое руководство [1], в котором, исходя из недопущения нарушения состояния предельного равновесия сооружения, обоснована методика геодезического (маркшейдерского) контроля состояния грунтовых дамб накопителей жидких отходов промышленных предприятий.

Методика геодезического (маркшейдерского) контроля состояния грунтовых дамб в упомянутом руководстве изложена по единому алгоритму: приведены значения критериев безопасности (обоснованы в диссертационной работе Т.В. Михайловой [2]); рассмотрены возможные методы наблюдений; приведены формулы определения погрешности пространственно-временного положения контролируемого объекта и результаты расчетов по указанным формулам в таблицах или в виде графиков зависимости искомой погрешности.

Итоговые результаты, выраженные в форме рекомендаций для выбора методики геодезического (маркшейдерского) контроля при мониторинге безопасности грунтовых дамб (см. таблицу), отражают взаимосвязь между значениями критериев безопасности контролируемого показателя, средней квадратической погрешностью и условиями обеспечения требуемой точности геодезических (маркшейдерских) измерений (метод и технические характеристики средств контроля).

Таблица

Рекомендации к выбору метода геодезического (маркшейдерского) контроля грунтовых дамб

<table>
<tr><td rowspan="3">Контролируемый показатель</td><td rowspan="3">Критерий безопасности</td><td rowspan="3">СКП</td><td colspan="4">Условия обеспечения требуемой точности</td></tr>
<tr><td rowspan="2">метод контроля</td><td colspan="3">характеристика условий измерений</td></tr>
<tr><td>максимальная удаленность ПМ от ОП, км</td><td colspan="2">технические характеристики средств контроля</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Вертикальные смещения ПМ</td><td rowspan="10">28 мм</td><td rowspan="10">14 мм</td><td rowspan="2">Тригонометрическое нивелирование:
• оптическим теодолитом</td><td rowspan="2"></td><td>m_δ, с</td><td>m_l , мм</td></tr>
<tr><td>0,3</td><td>10</td><td>8</td></tr>
<tr><td>• электронным тахеометром</td><td>0,75</td><td>3</td><td>3 + 3 мм/км</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Геометрическое нивелирование:
• IV класса</td><td rowspan="3">1,0</td><td>v, крат</td><td>m_h, мм</td></tr>
<tr><td>20 ÷ 22</td><td>6</td></tr>
<tr><td>• III класса</td><td>24</td><td>3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ГЛОНАСС / GPS</td><td>база - ровер</td><td colspan="2">m_Z, мм</td></tr>
<tr><td>5 км</td><td colspan="2">15 + 1 мм/км</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Горизонтальные смещения ПМ</td><td rowspan="5">42 мм</td><td rowspan="5">21 мм</td><td rowspan="3">Створных наблюдений (способ малых углов)</td><td rowspan="3"></td><td>m_β, с</td><td>m_l , мм</td></tr>
<tr><td>1,4</td><td>3</td><td>3 + 3 мм/км</td></tr>
<tr><td>0,8</td><td>5</td><td>5 + 3 мм/км</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Полигонометрический ход</td><td>0,4</td><td>10</td><td>10 + 5 мм/км</td></tr>
<tr><td>2,0</td><td>3</td><td>3 + 3 мм/км</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Горизонтальные смещения ПМ</td><td rowspan="8">42 мм</td><td rowspan="8">21 мм</td><td rowspan="6">Отдельных направлений (прямая линейно-угловая засечка)</td><td>0,8</td><td>5</td><td>5 + 3 мм/км</td></tr>
<tr><td>0,2</td><td>10</td><td>10 + 5 мм/км</td></tr>
<tr><td>β, град.</td><td>c, км</td><td>m_β, с</td><td>m_l , мм</td></tr>
<tr><td>≤ 10</td><td>2,0</td><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">3 + 3 мм/км</td></tr>
<tr><td>50</td><td>1,3</td></tr>
<tr><td>≤ 10</td><td>1,25</td><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">5 + 3 мм/км</td></tr>
<tr><td>50</td><td>0,8</td></tr>
<tr><td>≤ 10</td><td>0,6</td><td rowspan="2">10</td><td rowspan="2">10 + 5 мм/км</td></tr>
<tr><td>50</td><td>0,4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ГЛОНАСС / GPS</td><td>база - ровер</td><td colspan="2">$m_{X,Y}$, мм</td></tr>
<tr><td>10 км</td><td colspan="2">20 + 1 мм/км</td></tr>
</table>

Высотная отметка гребня дамбы	140 мм	70 мм	Тригонометрическое нивелирование:		m_δ, с	m_l, мм
			• оптическим теодолитом	1,5	10	35
			• электронным тахеометром	3,5	3	3 + 3 мм/км
			Техническое нивелирование	5	v, крат.	m_h, мм
					20	20
Отметки «нуля» ВР и УП	200 мм	100 мм	Тригонометрическое нивелирование	2,2	m_δ, с	m_l, мм
					8	35
			Техническое нивелирование	5	v, крат.	m_h, мм
					20	20
Контур дамбы: - в плане	3,2 м	1,1 м	Маркшейдерская съемка	Масштаб съемки 1:2000		
- по высоте	2,9 м	1,0 м				

В таблице использованы следующие условные обозначения: ПМ – поверхностная марка; СКП – средняя квадратическая погрешность измерения; ОП – опорный пункт; ВР – водомерная рейка; УП – устье пьезометра; c – значение базиса (сторона между ОП), км; β – горизонтальный угол при базисе, град.; δ – вертикальный угол, град.; v – увеличение зрительной трубы, крат; m_δ – погрешность измерения вертикального угла, с; m_β – погрешность измерения горизонтального угла, с; m_l – погрешность измерения длины линии, мм; m_h – погрешность измерения превышения на 1 км хода, мм; m_Z, $m_{X,Y}$, – средняя квадратическая погрешность соответственно высотных отметок и плановых координат при определении местоположения пункта с использованием GPS-аппаратуры, мм.

Предлагаемая в Методическом руководстве информация об условиях выполнения геодезических (маркшейдерских) наблюдений на грунтовых дамбах накопителей жидких отходов промышленных предприятий может быть полезна проектным и научно-исследовательским институтам, экспертным и эксплуатирующим организациям при разработке Проектов мониторинга безопасности гидротехнических сооружений, выполнении расчетов в Проекте производства маркшейдерских работ, а также для проведения наблюдений в натурных условиях.

Список литературы

1. Методическое руководство по геодезическому (маркшейдерскому) контролю при мониторинге безопасности грунтовых дамб накопителей жидких отходов промышленных предприятий / КузГТУ; Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР». – Кемерово, 2014.–48 с.

2. Михайлова, Т.В. Обоснование точности маркшейдерского мониторинга грунтовых дамб накопителей жидких отходов горнопромышленных предприятий : дис. …канд. техн. наук : 25.00.16 . – Кемерово, 2013. – 184 с.

УДК 622.8

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТАБЛИЦЫ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

С. П. Бахаева, д.т.н., профессор кафедры МДКиГ КузГТУ
Д. В. Гурьев, аспирант КузГТУ, инженер-маркшейдер
(Новационная фирма "КУЗБАСС-НИИОГР")

Основные факторы, определяющие напряженно-деформированное состояние грунтовых дамб – расчетные значения физико-механических свойств (угол внутреннего трения φ; плотность ρ, сцепление C) грунтов. Инженерно-геологические изыскания грунтов – один из основных источников информации

о структуре, литологическом строении грунтового массива, степени его обводнения и других важнейших показателей. На этапе проектирования дамбы изыскания проводят на участке, где грунты, как правило, находятся в естественном состоянии и могут обладать достаточно высокими прочностными показателями вполне пригодными для их добычи и строительства дамбы. В процессе добычи, транспортировки, укладки грунтов в тело и уплотнения на прочностные характеристики пород оказывает влияние целый ряд внешних воздействий, приводящих к их существенному изменению, как правило, в худшую сторону. Поэтому наряду с инженерно-геологическими изысканиями на участках строительства карьеров по добыче грунтов, по мнению авторов, целесообразно анализировать и обобщать информацию о свойствах техногенных грунтов в реальных условиях эксплуатации сооружений. В настоящее время становится актуальной проблема получения физико-механических свойств грунтов, отражающих напряженное состояние и деформирование грунтового массива с учетом влияния кратковременных динамических нагрузок, глубины залегания, уровня его обводнения и других внешних воздействий [1].

Систематизация и обработка информации по физико-механическим свойствам грунтов наилучшим образом может быть осуществлена статистическими методами. В то же время необходимо иметь в виду, что правильное значение каждого из анализируемых параметров может быть получено на основе изучения варьирования его значений и исследования законов, по которым они распределяются. В этой связи возникает необходимость разработки алгоритма обработки материалов инженерно-геологических изысканий, позволяющего получать надежные результаты, использование которых даст верное суждение о напряженно-деформированном состоянии грунтовых дамб.

С целью разработки алгоритма в качестве экспериментального массива исходных данных авторами использовались материалы новационной фирмы «КУЗБАСС-НИИОГР» и отчетов ООО «Геотехника» (Кемерово) по инженерно-геологическим изысканиям дамб накопителей жидких отходов 18 промышленных предприятий различных районов Кузбасса. Всего было отобрано 314 образцов, из которых к увлажненным глинистым грунтам относится 122 образца, а к сухим – 192.

Прежде всего, представляется необходимым определить закон распределения анализируемой выборки, в частности подчинения ее нормальному, логнормальному законам либо обосновать отсутствия закономерности. Установив закон распределения, выявляются количественные характеристики вариации - среднее значение и диапазон изменения.

На следующем этапе, используя однофакторный дисперсионный анализ (ОДА), выполняется проверка равенства выборочных средних с общей совокупностью. При выявлении неоднородности отличные от общей выборки совокупности определяются процедурой множественного сравнения (по критерию Дункана). Сущность этой процедуры заключается в следующем: фактическое значение критерия Дункана, для определения которого необходимы средние значения и объемы в выборочной и общей совокупности, сравнивается с табличным значением.

Средствами корреляционно-регрессионного анализа определяется наличие связи, ее теснота и уравнение, позволяющее определять механические характеристики грунтов косвенным методом через их физические свойства, такие как естественная влажность W, показатель текучести I_l, граница раскатывания W_p (см. таблицу).

Алгоритм статистической обработки физико-механических свойств грунтов представлен на рисунке.

По результатам экспериментальных исследований сделаны следующие выводы:

- значения угла внутреннего терния φ (влажного грунта); плотности ρ (сухого и влажного грунтов) подчиняются нормальному, а значения сцепления C (сухого и влажного грунтам) – логнормальному законам распределения согласно полученным соотношениям расчетных и критических величин по критерию Пирсона.

- значения угла внутреннего трения и плотности влажного грунта однородны, а в выборочных совокупностях сцепления (сухого и влажного грунта) и плотности (сухого грунта) присутствуют неоднородные показатели, выявленные однофакторным дисперсионным анализом по критерию Фишера (по превышениям фактических значений над критическими);

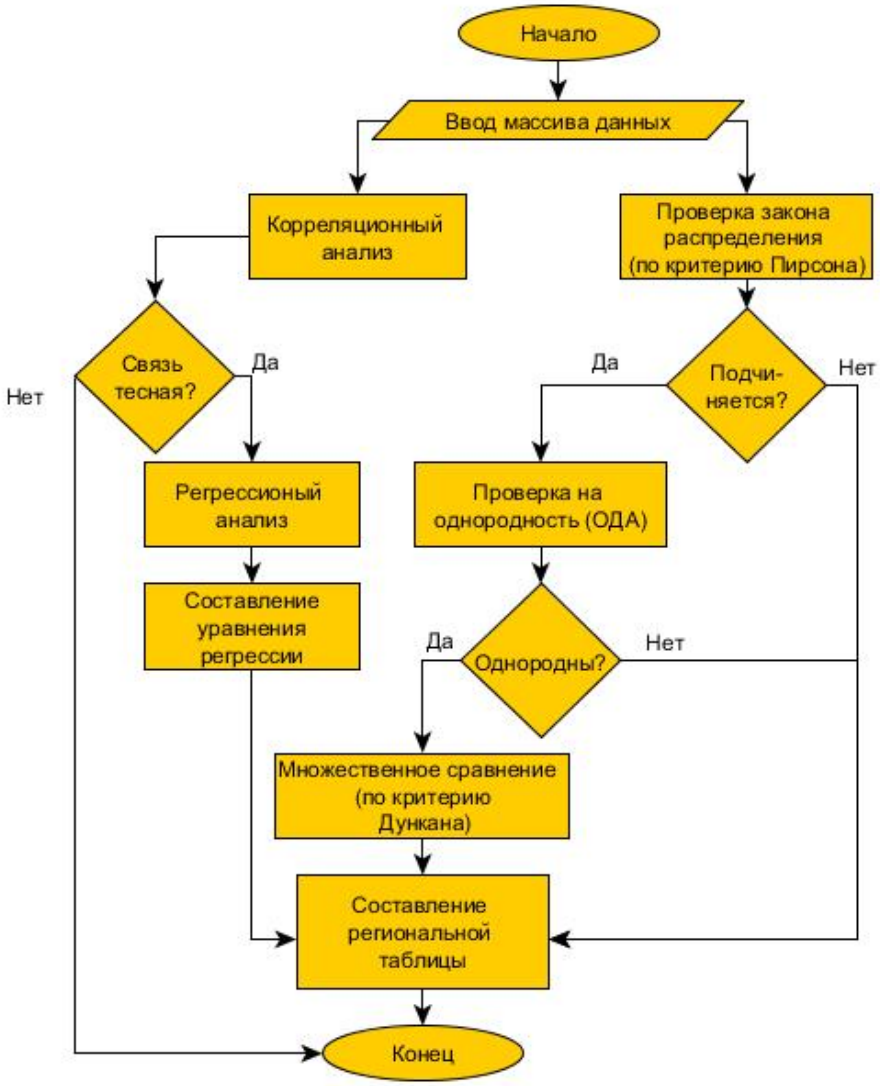


Рисунок. Алгоритм статистической обработки физико-механических свойств грунтов

- отдельные показатели (сцепление, плотность) средних значений физико-механических свойств по пяти предприятиям (согласно множественному сравнению по критерию Дункана) отличаются от общей совокупности. Эти показатели приведены в таблице для конкретных районов Кузбасса (Кемеровский, Новокузнецкий, Междуреченский);

- между механическими и физическими свойствами грунта наблюдается тесная (надежная) статистическая связь, характеризуемая коэффициентом детерминации, величина которого варьируется в диапазоне от 0,78 до 0,94.

В результате статистической обработки массива из 314 образцов, отобранных при инженерно-геологических изысканиях из тела дамб выполнено обобщение свойств для глинистых грунтов дамб, эксплуатируемых предприятиями Кузбасса, которые представлены в виде региональной таблицы физико-механических свойств техногенных глинистых грунтов.

Таблица

Физико-механические свойства техногенных глинистых грунтов дамб Кузбасса

Показатель	ф, град	С, МПа	ρ, т/м^3
Интервал	7-35 ***9-30***	0,005-0,140 ***0,005-0,117***	1,56-2,19 ***1,77-2,19***
Среднее значение • по районам:			
- Кемеровский	- -	0,015 -	- -
- Новокузнецкий	- -	- -	2,07 -
- Междуреченский	- -	- -	2,01 -
• по Кузбассу	20,0 ***19,6***	0,027 ***0,028***	1,95 ***1,98***
Уравнения связи для определения механических свойств глинистых грунтов косвенным методом			
Сухой грунт	$ф = -100{,}55\ W_p^{\ 2} + 23{,}729\times$ $\times W_p + 20{,}536$	$C = 0{,}0537e^{-2{,}14\ II}$	$\rho = 0{,}0265\ I_l^{\ 2} - 0{,}1704\ I_l +$ $+2{,}0323$
Влажный грунт	$ф = 221{,}6W^2 - 129{,}31W +$ $+38{,}521$	$C = -0{,}049\ln(W) - 0{,}0364$	$\rho = -1{,}6378W^2 + 0{,}2503W +$ $+1{,}9808$
Примечание: 1. в числителе значения сухого грунта, в знаменателе – влажного; 2. W_p – граница раскатывания, I_l – показатель текучести, W – естественная влажность, д.е.			

Список литературы

1. Бахаева С. П. Исследование влияния изменчивости физико-механических свойств грунтов на устойчивость дамб / С. П. Бахаева, Д. В. Гурьев, Т. В. Михайлова // Маркшейдерский вестник. – 2013. – №5. – С. 11-14.
2. Таблицы по математической статистике / П. Мюллер, П. Нойман, Р. Шторм; Пер. с нем. и предисл. В. М. Ивановой. – М. : Финансы и статистика, 1982. – 278 с.
3. Статистика: учеб. / И. И. Елисеева [и др.]; под ред. И. И. Елисеевой. – М. : Проспект, 2010. – 448 с.

УДК 622.85:622.882

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТКОСОВ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

И. В. Зеньков, д.т.н., старший научный сотрудник
(СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, РФ, г. Красноярск)
М. И. Шестакова, студентка
(Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск)

Аннотация. *В статье представлены инженерные решения по формированию технологий отсыпки отвалов с использованием автомобильного транспорта*

Summary*. Engineering decisions on formation of technologies of dumping of dumps with use of the motor transport are presented in article*

В условиях добычи угля открытым способом на угольных месторождениях Кузбасса, Красноярского края, Хакассии и др. ежегодно в отвалах размещается сотни миллионов $м^3$ вскрышных пород. Вскрышные работы производят, как с использованием автомобильного, так и железнодорожного транспорта. Архитектуру породных отвалов формируют карьерными экскаваторами в несколько ярусов при использовании железнодорожного транспорта либо в один ярус при отсыпке отвалов под откос автосамосвалами. Автомобильные и железнодорожные отвалы отсыпают, как правило, высотой до 30 м в зависимости от горно-геологических условий залегания угольных пластов, физико-механических свойств горных вскрышных пород, а также от применяемой системы разработки месторождения. Горные породы при их свободной отсыпке укладываются под углом естественного откоса в диапазоне $35\text{-}45^0$. По окончании отсыпки породного отвала производят первичную планировку отвалов примерно за год до нанесения почвенного слоя, а чистовую планировку осуществляют непосредственно перед его нанесением. Откосы породных отвалов выполаживают под углом не более 20^0. На откосы отвалов почвенный слой не наносят.

Последние технологические аспекты заслуживают отдельного внимания. В любом проекте на разработку месторождений открытым способом имеются стандартные схемы выполаживания откосов породных отвалов, которые в итоге так и остаются в проектах и на практике не реализуются. Такое «нежелание» делать более пологими откосы отвалов со стороны производственников объясняется просто – и это, прежде всего, условиями безопасной работы горной техники. Это становится вполне понятным, если представить траекторию движения тяжелого бульдозера в ходе набора грунта под откос с 30-метровой высоты независимо от геометрической формы траектории. Второй момент связан с отвлечением финансовых и материальных затрат, а также человеческих усилий на совершенно бессмысленные с позиции экологии работы, не способствующие адекватному формированию растительных экосистем на создаваемых элементах рельефа отвалов (откосы). Особо отметим то, что наши выводы основываются на результатах многолетних (2000-13 гг.) комплексных полевых экспедиций по изучению и исследованию экологического состояния породных отвалов на территории Канско-Ачинского угольного бассейна.

Отдельной строкой выделены результаты исследования экологических показателей откосов породных отвалов, говорящие о том, что откосы породных отвалов при фактических углах естественного откоса в диапазоне $35\text{-}45^0$ и без нанесения на них рекультивационного почвенного слоя находятся без растительности независимо от времени их отсыпки. Площади откосов в общей площади рекультивированных горнопромышленных ландшафтов весьма значительны и их удельный вес в структуре земельного участка под породным отвалом, как правило, составляют не менее 5-7 % его общей площади. В период сильных ветров с откосов отвалов подхватывается ветром мелкая фракция горных пород, которая затем переносится на значительные расстояния. В результате образуются так называемые техногенные пылевые бури. Исключить ветровой вынос пыли, значительно снизить пыление породных отвалов позволяет реализация экологически грамотных инженерных решений, кратко представленных в нашей статье.

При разработке специальных технологий формирования отвалов в их приоткосном секторе пристальное внимание уделено конструкции откосов отвалов, обеспечивающей благоприятные условия и возможность формирования и развития экосистем на этих элементах рельефа создаваемых горнопромышленных ландшафтов без производства специальных работ по биологической рекультивации.

Основная идея технологии формирования породного отвала в его приоткосном секторе заключается в следующем: используя созданную угольным разрезом транспортную инфраструктуру для доставки вскрыши от экскаваторного забоя до мест ее размещения, увеличиваем приемную емкость породного отвала и одновременно значительно улучшаем экологические показатели ранее отсыпанного отвала. Но, здесь заранее необходимо согласование в органах государственного управления прирезки (расширения) земельного отвода для дополнительного размещения вскрыши. Мы полагаем, что при экологически грамотном обосновании вопросы, связанные с дополнительным изъятием земельных участков под расширение породного отвала будут решены положительно как на муниципальном, так и региональном уровнях. Изменить в лучшую сторону экологическую ситуацию в районах отсыпки породных отвалов мы предлагаем за счет реализации инженерных решений, в основу которых положены результаты многолетних исследований и наблюдений.

На наш взгляд, выполаживание откосов отвалов высотой до 10 м может эффективно производиться с использованием гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата», а при высоте отвалов более 10 м эффективность их применения существенно снижается. Откосы породных отвалов высотой более 10 м предлагаем формировать по специальным технологиям, реализация которых позволяет оформить контурную часть отвала в виде террас высотой 5-7 м, на площадки и откосы которых предлагаем наносить также рекультивационный слой мощностью до 2,0 м из почвенной смеси, формируемой в экскаваторном

забое верхнего вскрышного уступа. В этой связи предлагаем на породных отвалах высотой более 10 м по его периметру отсыпать вскрышные породы в несколько ярусов. На рис. 1 показана схема отсыпки пород в приоткосном секторе отвала высотой 30 м. На этом же рисунке в виде левой трапеции показан ранее отсыпанный породный отвал.

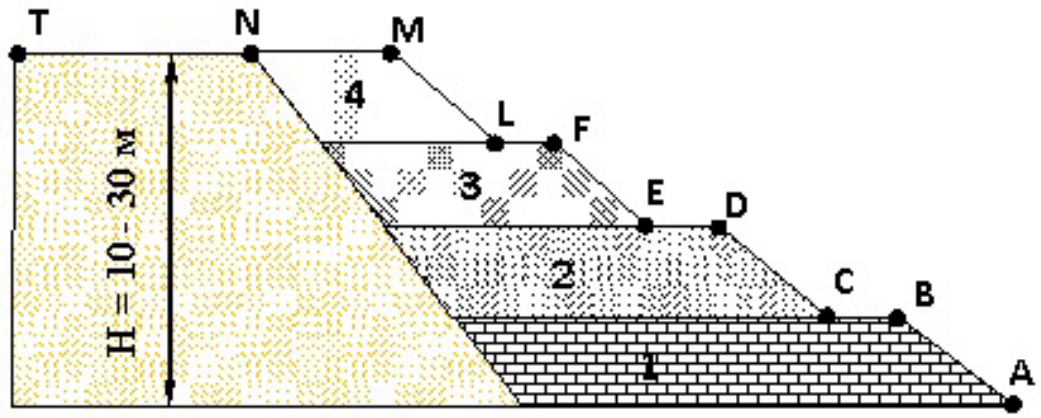


Рис. 1. Схема формирования откосной части породных отвалов
(предлагаемая технология)

Порядок отсыпки ярусов показан на схеме цифрами. Ярусы высотой 5-7 м с углами откосов в диапазоне 18-22^0 предлагаем формировать путем свободной отсыпки горных пород с использованием автомобильного транспорта. Горизонтальные площадки шириной 6-8 м должны иметь незначительный обратный уклон в сторону отвала на уровне 3-5^0. На горизонтальные площадки (отрезки CB, ED, LF, NM) и на откосы каждого яруса (отрезки AB, CD, EF, KL) по мере их отсыпки наносят почвенную смесь, состоящую из четвертичных вскрышных пород и почвенных слоев толщиной до 2 м, формируемую в экскаваторном забое верхнего вскрышного уступа. Поверхность финишного рекультивационного слоя бульдозером не разравнивают. Ширина ярусов отвала снизу вверх принималась из рабочих параметров горнотранспортного оборудования и условий безопасного ведения горных работ.

Откосы породных отвалов высотой более 10 м предлагаем формировать по специальным технологиям, реализация которых позволяет оформить контурную часть отвала в виде террас высотой 5-7 м, на площадки и откосы которых предлагаем наносить также рекультивационный слой мощностью до 2,0 м из почвенной смеси, формируемой в экскаваторном забое верхнего вскрышного уступа. Прогнозируемое увеличение приемной емкости породного отвала представлено графически на рис. 2.

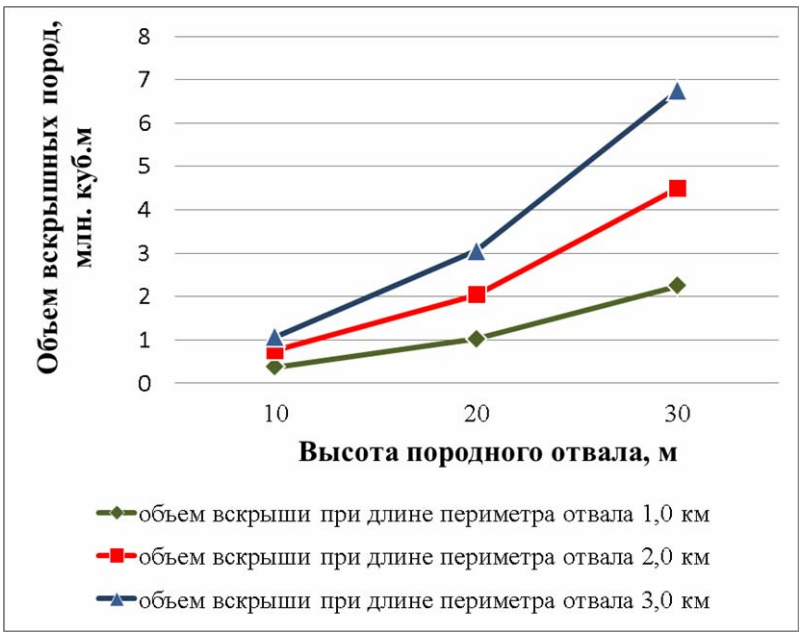


Рис. 2. Изменение приемной емкости породного отвала при реализации специальных технологий их формирования в приоткосном секторе

Как показывает практика, ускоренному появлению и обеспечению приемлемых темпов развития растительных экосистем будет способствовать нанесение на откосы отвалов рекультивационного почвенного слоя, сформированного из смеси почвенных слоев с четвертичными породами (глины, супеси, суглинки и т.п.).

Разработанная технология весьма эффективно может применяться в условиях Кузбасса, Хакасии, на территории Красноярского и Забайкальского края как в период отработки месторождения при разносе борта/бортов, при окончании формирования пионерного отвала и при переходе на отсыпку следующего отвала, так и в период доработки запасов угля.

УДК 622.271.6

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ГИДРОМОНИТОРА ГД-300

Д. А. Поклонов, аспирант, С. И. Протасов, к.т.н., проф. кафедры ОГР (КузГТУ), директор (Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР», Кемерово)

Аннотация. *Приведены результаты приемочных испытаний нового гидромонитора ГД-300 в промышленных условиях разреза «Кедровский»*

До настоящего времени на разрезах Кузбасса применялись в основном гидромониторы ГМД-250М с насадками диаметром 100 и 110 мм, которые могут обеспечить расход воды на разработку породы до 2000 м^3/ч. Один такой гидромонитор не может обеспечить обычные сезонные объемы разработки вскрышных пород. Поэтому для разработки пород обычно применяют два и более рабочих гидромониторов, работающих параллельно, или несколько отдельных насосно-гидромониторных установок. Это приводит, в первую очередь, к увеличению числа обслуживающего персонала и естественно влияет на себестоимость разработки.

Учитывая это по заданию ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» ООО «Завод Гидромаш» разработан гидромонитор ГД-300. Гидромонитор имеет большие по сравнению с ГМД-250М проходные сечения проточных каналов и диаметры насадок 125 … 175 мм, что позволяет получить расход воды до 5000 м^3/ч в зависимости от напора, т.е. в два с лишним раза больше расходов гидромониторов ГМД-250М.

По результатам предварительных заводских лабораторных испытаний и анализа конструкторской документации экспертами новационной фирмы «КУЗБАСС-НИИОГР» было выдано заключение

экспертизы промышленной безопасности, на основании которого Ростехнадзором было выдано разрешение на проведение приемочных испытаний опытных образцов гидромонитора.

С участием авторов статьи были разработаны программа и методика испытаний гидромонитора в условиях разреза «Кедровский», целью которых, кроме оценки соответствия оборудования требованиям промышленной безопасности, являлось получение напорных характеристик этого гидромонитора.

Для измерения расхода использовался расходомер ультразвуковой с накладными излучателями «Акрон-01», с допустимой погрешностью измерений ±1,5%.

Для измерения давлений использовался преобразователь давления АИР-10S-ДИ-1170-М20 с пределами измерений от 0…2,5МПа, с допустимой погрешностью измерений 0,8 %. Схема расстановки приборов при испытании гидромонитора ГД-300 на Кедровском угольном разрезе показана на рисунке.

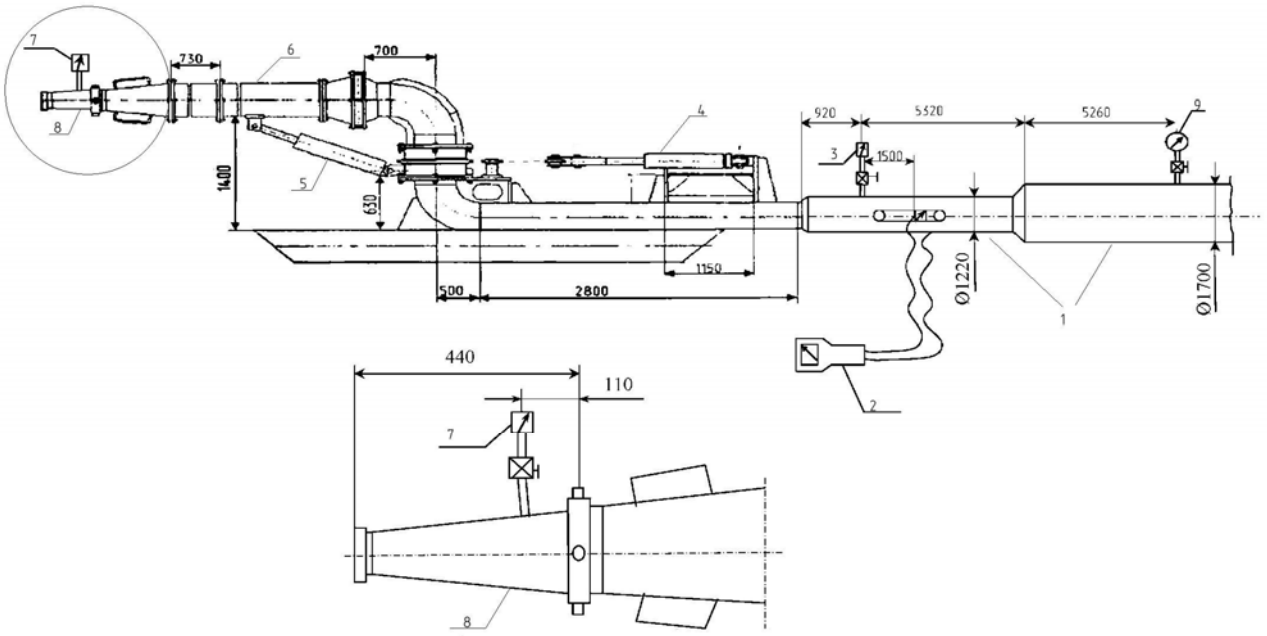


Рисунок. Схема расстановки датчиков, при испытании гидромонитора ГД-300: 1 – забойный водовод; 2 – расходомер; 3 – датчик давления №1; 4 – гидроцилиндры поворота; 5 – гидроцилиндр перемещения в вертикальной плоскости; 6 – ствол гидромонитора; 7 – датчик давления №2; 8 – насадка гидромонитора

Так как аналитическая зависимость напорной характеристики гидромонитора в общем виде известна, то для получения его напорной характеристики необходимо было измерить параметры одного какого-либо режима его работы, что позволяет для заданных условий эксплуатации (диаметр насадки, положение ствола в пространстве и др.) построить ее по полученным результатам измерений одного режима.

Однако чтобы избежать случайных ошибок, в процессе экспериментов делались замеры параметров двух режимов работы гидромонитора при каждом диаметре насадки и при каждом положении ствола в пространстве.

В процессе экспериментов для каждой насадки и для каждого положения ствола гидромонитора в пространстве одновременно измерялись давление Р (МПа) и расход воды Q (м^3/ч). Кроме того, для получения потерь напора в гидромониторе и характеристик насадок, одна серия опытов проводилась только для гидромонитора без насадки.

В процессе опытов давление на входе в гидромонитор Р измерялось в МПа. В то же время, напорная характеристика гидромонитора, определение которой является основной задачей данных экспериментальных исследований, представляет собой зависимость напора на его входе H (м) от расхода воды Q (м^3/ч). Поэтому, в первую очередь, необходимо определить этот напор. В рассматриваемом случае он представляет собой сумму статического (обусловленного давлением) и динамического (скоростного) напоров и определяется зависимостью

$$H = \frac{P}{\rho g} + \frac{v_{\text{вх}}^2}{2g}, \qquad (1)$$

где ρ = 1000 кГ/м^3 – плотность воды; g – ускорение свободного падения, м/с^2; $v_{вх}$ – средняя скорость движения потока воды во входном сечении гидромонитора, м/с, которая определяется расходом воды и площадью его входного сечения.

Анализ результатов экспериментов позволяет отметить, что положение ствола в пространстве практически не влияет на его напорную характеристику, так как отклонения величины напора и подачи при изменении положения ствола в пространстве по отношению к горизонтальному не превышает точности экспериментов

Для построения напорных характеристик для каждого режима работы гидромонитора необходимо определить численные значения обобщенного коэффициента сопротивления $R_{гм}$ для средних значений напора H и расхода Q, полученных в процессе измерений. При этом

$$R_{гм} = H/Q^2. \qquad (2)$$

Результаты расчетов обобщенного коэффициента сопротивления этого гидромонитора при различных диаметрах насадок приведены в таблице, а его напорные характеристики – на рис. 2.

Таблица

Результаты расчета обобщенного коэффициента сопротивления $R_{гм}$ гидромонитора ГД-300

Диаметр насадки, мм	118	125	140	160
$R_{гм}$	518	399	276,5	168,5

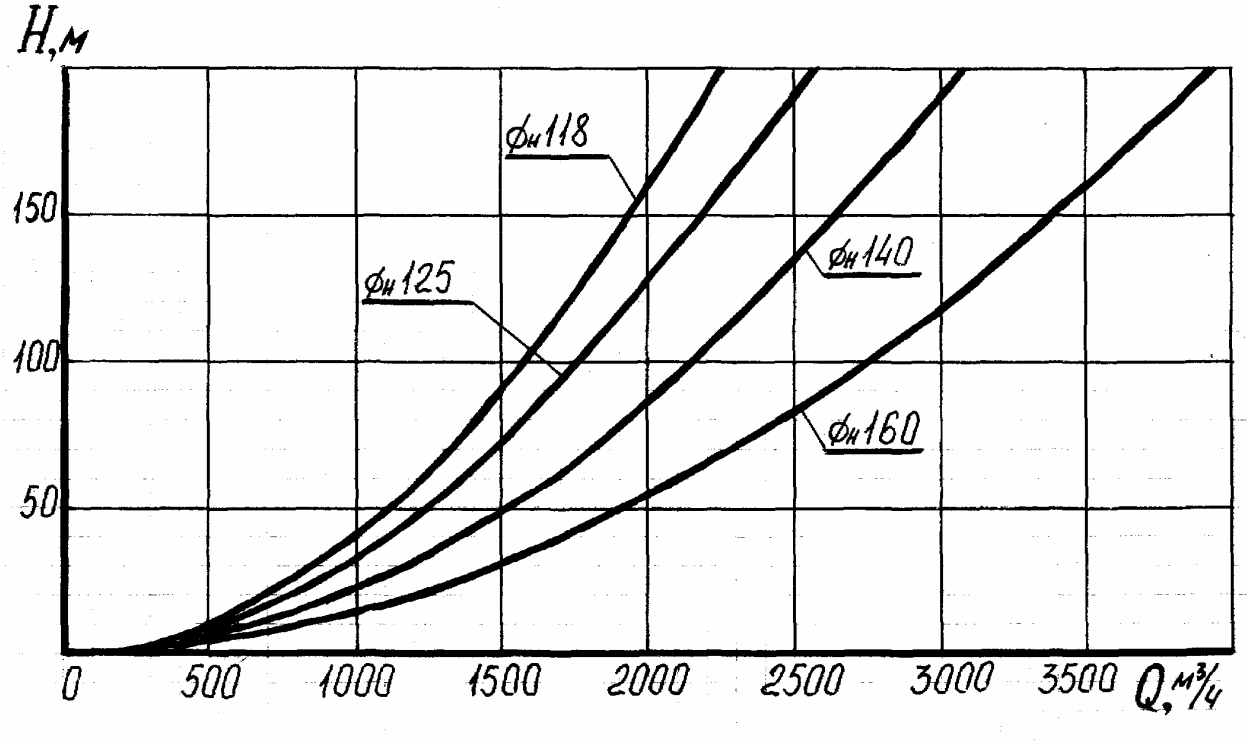


Рис. 2. Напорные характеристики гидромонитора ГД-300

Обработка результатов экспериментов позволила определить обобщенные коэффициенты сопротивления гидромонитора ГД-300: при использовании насадки диаметром 140 мм - $R_{гм}$ = 272; при использовании насадки диаметром 160 мм – $R_{гм}$ = 158.

Обобщенный коэффициент сопротивления $R_{гм}$ характеризует сопротивление гидромонитора $H_{гм}$ (м), которое представляет собой полный расход удельной энергии водой при движении ее в каналах гидромонитора и равно сумме потерь напора в самом гидромониторе $h_{гм}$ (м), потерь напора в насадке $h_н$ (м) и динамического напора $H_д$ (м) на выходе из насадки, т.е.

$$H_{гм}=h_{гм}+h_н+H_д. \qquad (3)$$

В свою очередь:

$$h_{гм} = k_г Q^2; \quad h_н = \xi_н (v_{нс}^2/2g); \quad H_д = v_{нс}^2/2g, \qquad (4)$$

где $k_г$ – коэффициент потерь напора в гидромониторе; $\xi_н$ – коэффициент гидравлического сопротивления насадки; $v_{нс}$ – скорость вылета струи из насадки, м/с.

С учетом (4) после преобразований получим

$$R_{\text{гм}} = k_{\text{г}} + \frac{0,0827(\xi_{\text{н}} + 1)}{d_{\text{н}}^4}. \quad (5)$$

Учитывая, что величина потерь напора в самом гидромониторе, определяемая коэффициентом $k_{\text{г}}$, пренебрежимо мала по сравнению с динамическим напором воды на выходе из насадки зависимость (5) можно привести к виду

$$R_{\text{гм}} = kd_{\text{н}}^{-4}. \quad (6)$$

где k – эмпирический коэффициент.

Обработка экспериментальных данных способом наименьших квадратов позволила установить численное значение эмпирического коэффициента k, которое оказалось равным 0,10, т.е.

$$R_{\text{гм}} = 0,10d_{\text{н}}^{-4}. \quad (7)$$

Величина относительной ошибки при этом составляет 3,82%, среднеквадратическое отклонения – 10,31%, а коэффициент вариации - 3,0%.

При расчетах параметров и нормировании гидромониторного размыва обычно используют величину напора перед насадкой $H_{\text{нс}}$ (м). Для ее определения для каждого гидромонитора ГД-300 одна серия испытаний проводилась без насадки. Основной задачей рассматриваемой серии экспериментов являлось определение коэффициента $k_{\text{г}}$, который из опытных данных определяется по формуле

$$k_{\text{г}} = h_{\text{г}} / Q^2, \quad (8)$$

где $h_{\text{г}}$ – потери напора в гидромониторе, м.

Обработка опытных данных позволила определить численные значения коэффициентов потерь напора в гидромониторах: для гидромонитора ГД-300 – $k_{\text{г}} = 26,6$.

Наличие численных значений $k_{\text{г}}$ позволяет упростить определение напора перед насадкой в действительном режиме работы гидромонитора. Для этого достаточно вычесть из действительного напора на входе в гидромонитор потери напора в самом гидромониторе. Тогда зависимость для определения напора перед насадкой $H_{\text{нсд}}$ (м) в действительном режиме работы гидромонитора будет иметь вид:

$$H_{\text{нсд}} = H_{\text{гмд}} - h_{\text{г}} = H_{\text{гмд}} - k_{\text{г}} Q^2_{\text{гмд}}, \quad (9)$$

где $H_{\text{гмд}}$ – напор на входе в гидромонитор в действительном режиме его работы, м; $Q_{\text{гмд}}$ – расход воды в действительном режиме работы гидромонитора, м^3/с.

Установление в ходе испытаний напорные характеристики нового гидромонитора позволяет производить оптимизацию параметров технологических схем гидромониторно-землесосных комплексов и снижать затраты на разработку вскрышных пород.

Испытания позволили также определить области применения гидромониторов ГД-300. Установлена, что для каждой насадки имеется оптимальный напор, при котором удельный расход будет минимальным. Поэтому для каждой насадки [1] можно выделить область производительностей по твердому, в которой ее целесообразно применять (см. таблицу).

Таблица

Рекомендуемые области применения насадок гидромониторов ГД-300

Диаметр насадки $d_{\text{н}}$, мм	Производительность гидромонитора по твердому $Q_{\text{т}}$, м^3/ч	Напор перед насадкой $H_{\text{н}}$, м	Удельный расход воды q, м^3/м^3
125	320 – 340	180 – 200	7,3 – 7,0
140	350 – 370	160 – 180	8,3
150	360 – 380	140 – 160	8,7
165	370 - 400	120 - 140	9,4

Таким образом, зная необходимую производительность гидромонитора по твердому, при помощи таблицы можно выбрать диаметр насадки и определить необходимый ориентировочный напор перед ней и удельный расход воды. Эти данные позволяют также осуществить выбор насосного оборудования для системы водоснабжения гидромониторов.

Годичные испытания подтвердили более высокую производительность ГД-300 – почти в два раза выше в сравнении с гидромониторами ГМД-250М. Кроме того, существенно снижаются затраты на обслуживающий персонал.

На основании представленных по результатов приемочных испытаний протоколов и акта, а также заключения экспертизы промышленной безопасности Ростехнадзором выдано в октябре 2013 года

разрешение на применение гидромониторов ГД-300, изготовленные ООО «Завод «Гидромаш» по ТУ 3131-034-00159143-12.

Литература

1. Поклонов, Д. А. Определение необходимых диаметров насадок гидромониторов с учетом режима работы насосной станции / Д. А. Поклонов, Ю. И. Литвин, С. И. Протасов // Вестник КузГТУ. – Кемерово, 2012. – № 4. – С. 52-55.

УДК 622.271.3

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА КАРЬЕРАХ НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННОГО ПОДХОДА

С.И. Протасов к.т.н., директор, А. Г. Новиньков, к.т.н., зав. сектором,
А.С. Гукин, ведущий инженер-строитель
(Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР», г. Кемерово)
П. А. Самусев, к.т.н., докторант
(КузГТУ, г. Кемерово

Аннотация. *Рассмотрены вопросы разработки методики обоснования сейсмической безопасности массовых взрывов на различные охраняемые объекты, включая подземные трубопроводы, а также по фактору дискомфорта жителей*

Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР» более 13 лет занимается проблемой оценки сейсмического действия массовых промышленных взрывов на охраняемые здания и сооружения. За это время разработан регрессионный подход к оценке сейсмобезопасности взрывов [1], этот подход расширен на некоторые виды сооружений, в частности, подземные трубопроводы, а есть также новые результаты в разработке метода оценки сесмобезопасности промышленных взрывов, использующего критерий дискомфорта жителей.

Следует отметить, что горнодобывающие предприятия, а также организации, ведущие взрывные работы, часто сталкиваются с ограниченностью подходов ПБ 13-407-01 при их применении к современным технологиям взрывания. Прежде всего, причина в том, что ПБ разрабатывались для условий, когда заряды ВВ в одной группе взрывалось одновременно, а замедления использовались только между группами. Примером такой группы зарядов может служить ряд скважин, когда замедления выполняются только между рядами. В настоящее время в большинстве случаев используются межскважинные замедления, в т.ч. электронные. Понятие «группы зарядов» потеряло первоначальный смысл. В этом случае на практике часто под понятием «группа зарядов» используют группу зарядов попадающих в скользящее 20-мс окно. Все заряды в таком окне – условная группа. Такой подход не очевиден и требует подтверждения.

Появились нормативные документы, в частности ГОСТ Р 52892-2007, который распространяется на вибрационную безопасность зданий и сооружений в широком спектре случаев, в том числе и при промышленных взрывах. При этом ГОСТ устанавливает только предельно допустимые уровни вибрации и не предоставляет методики определения сейсмически безопасных расстояний, при которых обеспечивается непревышение предельных уровней.

Необходимо отметить, что ПБ 13-407-01 гарантируют непоявление в зданиях легких повреждений, типа мелких трещин, осыпания побелки и т.д. Но существуют сооружения, к которым предъявляются совершенно иные критерии повреждаемости, например, подземные трубопроводы, опоры ЛЭП, шахтные выработки и т.д.

Взрывные работы близи плотно населенных пунктов, сопровождающиеся потоком жалоб местных жителей, могут выдвигать на передний план требования сейсмической безопасности по критерию дискомфорта жителей.

Таким образом, возникла необходимость разработки новых подходов к определению сейсмобезопасных расстояний, учитывающих всё перечисленное выше.

Согласно ГОСТ Р 52892-2007 гарантируется (с вероятностью 95%) непоявление даже легких повреждений, если максимальная скорость колебаний в основании или на фундаменте охраняемого объек-

та будет ниже предельно допустимой величины. Предельно допустимая скорость колебаний является частотно зависимой величиной. Т.е. чем выше преобладающая частота колебаний в основании объекта, тем большую скорость колебаний он может выдержать без повреждений. Таким образом, для обеспечения сейсмической безопасности необходимо спрогнозировать максимальную скорость колебаний в зависимости от расстояния до охраняемого объекта и массы ВВ.

Для прогноза скорости колебаний используется классический линейный регрессионный анализ, когда по облаку экспериментальных точек строится аналитическая зависимость. По оси абсцисс откладывается логарифм приведенного расстояния (величины, зависящей от фактического расстояния до охраняемого объекта, а также от массы заряда в скользящем окне), а по оси ординат откладывается логарифм пиковой скорости колебаний. При логарифмировании зависимость пиковой скорости колебаний от приведенного расстояния становится линейной. Для линейных зависимостей разработаны статистические критерии, при которых оценки параметров регрессии являются несмещенными, состоятельными и эффективными. Строится линия регрессии. Поскольку экспериментальные точки всегда имеют разброс относительно линии регрессии, то строится верхняя граница доверительного 95%-го интервала. Т.е. в 95% случаев наблюденные скорости колебаний будут лежать ниже этой границы. Именно эта верхняя граница доверительного интервала является расчетной основой для прогнозирования скорости колебаний.

Зная предельно допустимую скорость колебаний и имея расчетную линию регрессии, можно определить минимально допустимое приведенное расстояние. Зная же минимально допустимое приведенное расстояние и фактическое расстояние до охраняемого объекта, можно определить максимально допустимую массу ВВ в скользящем 20-с окне. Надежность прогноза пиковой скорости колебаний обеспечивается выполнением ряда требований, и прежде всего статистической достаточностью экспериментальных данных. Для построения оценок проводятся от 7 до 15 взрывов (в зависимости от количества направлений распространения сейсмических волн). Для обеспечения 95% обеспеченности прогноза согласно правилам статистики требуется 80-90 экспериментальных точек на каждое направление. Кроме того, выполняется анализ невязок (т.е. разброса значений экспериментальных точек от линии регрессии) с привлечением специальных статистических критериев. Такой подход, на основе регрессионного анализа, применяется новационной фирмой «КУЗБАСС-НИИОГР» в течение четырех лет, на двух десятках горных предприятий Кузбасса и Новосибирской области и доказал свою достаточную надежность [1, 2].

Однако встречаются ситуации, когда регрессионного подхода, в описанных рамках, недостаточно для обеспечения сейсмической безопасности. Например, это касается сейсмической безопасности подземных трубопроводов. Отметим, что существующие нормативные документы, методики расчета трубопроводов на сейсмические воздействия не распространяются на массовые промышленные взрывы, характерные для горнодобывающих предприятий. В этой связи описанный ранее регрессионный подход был доработан для сейсмики промышленных взрывов. В этой связи был разработан алгоритм действий, позволяющий получить эти предельные уровни колебаний. Методика основана в частности на СНиП 2.05.06-81 «Магистральные трубопроводы». Согласно этому нормативному документу несущая способность трубопровода считается обеспеченной, если расчетные напряжения не превышают расчетное сопротивление трубопровода. На первом этапе определяются дополнительные напряжения от взрывной сейсмической нагрузки, которые может воспринять трубопровод. На втором этапе исследований, переходя от напряжений к деформациям, можно получить предельно допустимые уровни деформаций, при которых возможно разрушение трубопровода. При этом предполагается, что деформации трубопровода совпадают с деформациями грунта, в котором он находится, т.е. отсутствует проскальзывание трубопровода относительно грунта. В свою очередь, деформации грунта раскладываются на две составляющие: деформации в направлении вдоль нитки трубопровода и на деформации в поперечном направлении (в направлении изгиба трубопровода). Каждый из этих видов деформаций связан с параметрами движения грунта: скоростью колебаний, скоростью распространения продольных и поперечных сейсмических волн, а также с преобладающей частотой колебаний. Третий этап – прогнозирование скорости колебаний - не отличается от регрессионного подхода для обычных зданий и сооружений. Строится верхняя граница доверительного интервала по облаку экспериментальных точек. Наконец, на завершающем этапе определяются минимально допустимые приведенные расстояния, по которым можно назначить максимальную массу ВВ в пределах 20-мс скользящего окна. Описанный подход был применен для оценки сейсмической безопасности нескольких подземных газопроводов, а также водовода, проходящих вблизи зоны ведения взрывных работ.

Регулярные взрывные работы все чаще ведутся в непосредственной близости от населенных пунктов, в том числе плотно населенных. В этом случае основным критерием обеспечения сейсмической безопасности при массовых взрывах являться скорее не отсутствие легких повреждений зданий, а кри-

терий дискомфорта жителей. Вопросы оценки вибрации на человека, включая дискомфорт жителей, в Российской Федерации регулируются ГОСТом, который охватывает воздействие вибрации на человека в самом широком смысле слова и устанавливает порядок определения параметров вибрации, оказывающих влияние на дискомфорт человека. Такими параметрами являются средневзвешенные ускорения, средневзвешенные ускорения, определенные по скользящему окну, а также доза вибрации.

В настоящее время специалистами новационной фирмы «КУЗБАСС-НИИОГР» нарабатывается экспериментальная статистика взрывных воздействий. Планируется провести социально-психологические исследования по определению границ практической толерантности жителей к сейсмическим воздействиям и воздействиям слабых ударных воздушных волн. В настоящее время сейсмобезопасные расстояния по критерию дискомфорта технически могут определяться для одноэтажных, «жестких» зданий. Однако в зону ведения взрывных работ часто попадают многоэтажные здания. Начаты работы по определению передаточных функций для таких зданий, которые позволят перейти от прогнозных ускорений на верхних этажах к ускорениям в основании зданий, т.к. именно последние используются для расчета безопасных условий взрывания

Разработанная методика определения сейсмобезопасных расстояний для массовых взрывов на открытых горных работах с использованием регрессионного анализа является достаточно надежной и универсальной, т.к. может использоваться в сочетании с различными критериями сейсмической безопасности и применима к зданиям и сооружениям различного вида

Литература

1. Новиньков А.Г. Оценка сейсмобезопасности массовых промышленных взрывов / А.Г. Новиньков, С.И. Протасов, А.С. Гукин // Безопасность труда в промышленности.-2013.-№ 3.-С.48-51.

2. Novinkov A.G. Substantitation of seismic-safety conditions for large blasts on open-pit mines of kuzbass on the base of the classic regression analysis / A.G. Novinkov, S.I. Protasov, A.S. Gukin // 7th WORLD CONFERENCE ON EXPLOSIVES & BLASTING. PROCEEDINGS. PART II. 15-17.09.2013. – MOSSOV, RUSSIA, 2013. – P. 6-10.

НПО «СПб ЭК»

«НПО «Санкт-Петербургская электротехническая компания» (www.spbec.ru) является ведущим, динамично развивающимся инжиниринговым предприятием, специализирующимся на решении задач в области автоматизации технологических процессов в различных отраслях промышленности: металлургии и горнодобывающей, машиностроении и энергетике, нефтегазовой, целлюлозно-бумажной, химической, коммунальном хозяйстве.

«НПО «СПб ЭК» успешно работает на рынке промышленной автоматизации с 1995 года. За годы работы компанией накоплена значительная база технологических решений, направленных на повышение эффективности, надежности и экологичности использования энергоресурсов. Штат компании составляет более 500 высококлассных специалистов. НПО «СПб ЭК» обладает рядом преимуществ, таких как: использование собственных разработок, наличие производственной базы, сертифицированной системы менеджмента качества ISO 9001:2008, большой практический опыт работы.

Специализация компании:

- Автоматизированные системы управления технологическими процессами во всех отраслях промышленности (АСУ ТП, САУ, АСКУЭ)
- Системы автоматизированного электропривода и плавного пуска
- Системы передачи и распределения энергии
- Системы возбуждения двигателей и генераторов
- Тепловые энергоустановки

Направления деятельности:

- Комплексные решения по автоматизации производства от проектирования до сдачи системы «под ключ»
- Изготовление на базе собственного производства электротехнического оборудования и систем автоматики
- Поставка электротехнического оборудования и систем автоматики ведущих зарубежных производителей
- Обучение персонала промышленных предприятий
- Сервисное обслуживание предприятий, модернизация, техническая поддержка, ремонт

На сегодняшний день НПО «СПб ЭК» выполнены проекты по внедрению технологий, автоматизации и электроснабжению горных работ на объектах таких предприятий, как:

ОАО АК «АЛРОСА»
ОАО «Севералмаз»
ОАО ЗФ ГМК «Норильский Никель»
ОАО «Уралкалий»
Eurasian Natural Resources Corporation (ENRC) KAZAKHSTAN
Компания «Becker Mining Systems AG» (BMS, Германия)
ОАО «Коршуновский ГОК»
Южная угольная компания
ООО «Кимкано-Сутарский ГОК»
ЗАО «ПОЛЮС»
ОАО «Кольская ГМК»
ОАО «Полиметалл» и многих других.

Более подробную информацию о компании, направлениях деятельности и проектах вы можете узнать на сайте компании: www.spbec.ru или запросить по e-mail: consult@energy.spb.ru.

Головной офис НПО «СПб ЭК»:
196603, Санкт-Петербург, Пушкин, ул. Парковая, д. 56 лит. А
Тел. +7(812) 331-96-20
Факс: +7(812) 331-96-21
E-mail: info@energy.spb.ru

Международный

Российско-Казахстанский

симпозиум

«УГЛЕХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ КУЗБАССА»

5 – 8 октября 2014 г.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ БУРОГО УГЛЯ

Александрова Г.П., Долмаа Г., Лесничая М.В., Вакульская Т.И., Прозорова Г.Ф., Сухов Б.Г., Рэгдэл Д., Трофимов Б.А.
Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН
E-mail: mlesnichaya@irioch.irk.ru
Институт химии и химической технологии АН Монголии, Улан-Батор

Humic substances structure of brown coal and their antioxidant activity were studied.

Гуминовые вещества являются природными полимерами переменного состава, строение и свойства которых определяются источником происхождения. Специфика образования гуминовых веществ бурого угля, формирующегося в природных условиях, отражается на их структуре и химических свойствах, которые определяют биологическую активность соединений. Благодаря своему комплексному составу, гуминовые вещества обладают широким спектром терапевтического действия: противомикробным, противовоспалительным, адаптогенным и антитоксическим, а также являются универсальной матрицей, позволяющей ввести в организм человека необходимые микроэлементы в активной форме. В работе исследованы гуминовые вещества (ГВУ), выделенные щелочной экстракцией из бурого угля месторождения Бага Нуур, расположенного вблизи г. Улан-Батор (Монголия).

Структурные особенности изучаемых ГВУ были охарактеризованы комплексом современных спектральных и традиционных методов анализа. Зольность препаратов высокая (21,8%), в их состав в виде алюмосиликатов входит значительное количество кремния (5,5%) и алюминия (3,4%). Важнейший их показатель как ароматических веществ - степень бензоидности, равная 0,067, свидетельствует о высоком содержании ароматических структур в их составе. Степень окисленности гуминовых веществ составляет 0,65 и характеризует их как сильно окисленные структуры. Для морфологии поверхности ГВУ по данным электронной микроскопии характерна неравномерность слоистых ассоциатов макромолекул. Электропроводность образца, составляющая $5{,}6 \cdot 10^{-10}$ См/см, позволяет отнести ГВУ к диэлектрикам.

Данные ИК- спектроскопии подтверждают присутствие ароматических и алифатических компонентов в молекулярной структуре гуминовых веществ углей и свидетельствуют об их многофункциональности. Основными кислородсодержащими формами в исследуемых ГВУ являются гидроксильные группы, С-О эфирные связи и СО-ОН углеводов. При анализе электронных спектров установлено наличие максимумов, обусловленных ионизированными фенольными гидроксилами, определен коэффициент цветности ГВУ. Узкая интенсивная симметричная линия в спектре ЭПР обусловлена свободными радикалами и соответствует концентрации неспаренных спинов 161.0 10^{17} /г.

Для гуминовых веществ угля установлена сочетающаяся с антимикробной выраженная антиоксидантная активность, сопоставимая с таковой для известных антиоксидантов - янтарной кислоты и ионола.

Совокупность сведений о составе, структурной организации, а также количественные характеристики антимикробной и антиоксидантной активности гуминовых веществ бурых углей Монголии являются необходимой базой для создания на их основе новых лекарственных препаратов.

Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционных проектов № 4 и 14 совместных исследований СО РАН и АН Монголии.

НАНОРЕАКТОРНЫЙ СИНТЕЗ ПИРИДИНКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ ИЗ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ

Альтшулер Г.Н., Исмагилов З.Р.

Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

E-mail: altshulerh@gmail.com

Under conditions of an increasing incidence of tuberculosis, the development of new technologies for the manufacture of pyridinecarboxylic acids—the precursors of the most important biologically active compounds, including nicotinic acid and the most commonly used antitubercular preparations Isoniazid, Phthivazid, and Tubazid—becomes a problem of considerable current interest. In this work the catalytic nanoreactor synthesis of pyridinecarboxylic acids was performed by the oxidation of the pyridine bases of coal tar (β- and γ-picolines, 2,6-lutidine, and isoquinoline). The composites containing from 2 to 5% of Pd or Pd and Ag nanoparticles with dispersity from 25 to 50 nm accordingly at matrices of sulfonated polycalixresorcinarene or polymeric phosphate of zirconium were used as a nanoreactors. The thermodynamic parameters of the elementary steps of the nanoreactor synthesis of nicotinic acid in the catalytic cycle were studied.

В условиях роста заболеваемости туберкулезом чрезвычайно актуальной становится разработка новых технологий получения пиридинкарбоновых кислот – прекурсоров важнейших биологически активных соединений, в том числе никотиновой кислоты и наиболее применяемых противотуберкулезных препаратов: изониазида, фтивазида, тубазида. Промышленный синтез никотиновой кислоты основан на окислении β-пиколина [1] или никотина [2] в водной среде. Первый из них является продуктом коксохимии и стал предметом охоты зарубежных фармацевтических компаний в России последнего двадцатилетия, когда произошла ликвидация нашей фармацевтической промышленности [2]. Перспективным является нанореакторный синтез пиридинкарбоновых кислот каталитическим окислением компонентов пиколиновой и хинолиновой фракций переработки каменноугольной смолы.

В данной работе выполнен каталитический нанореакторный синтез пиридинкарбоновых кислот окислением пиридиновых оснований каменноугольной смолы (β и γ-пиколинов; 2,6-лутидина; изохинолина) в водной среде. Ключевой стадией процесса является активация пиридиновых оснований и окислителей в полости нанореактора.

Литература

1. *Яхонтов Л.Н., Глушков Р.Г. Синтетические лекарственные средства. М.: Медицина, 1983. 272 с.*
2. *Толстикова Т.Г., Толстиков А.Г., Толстиков Г.А. Лекарства из растительных веществ. Новосибирск: ГЕО, 2010. Гл.11. 215 с.*

ХИМИЯ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ И МОДИФИЦИРОВАНИЯ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА

Андрейков Е.И.

Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН, г. Екатеринбург, e-mail: cc@ios.uran.ru;

ОАО ВУХИН, г. Екатеринбург, e-mail: vuhin@nexcom.ru

The chemical reactions in the course of the coal tar pitch processing and modification by air oxidation and co-pyrolysis with macromolecular organic compounds are discussed.

Каменноугольный пек является остатком дистилляции каменноугольной смолы, которая в процессе дистилляции подвергается нагреву до температур незначительно превышающих 400°С. Хотя в состав смолы входят термически устойчивые соединения, образующиеся в паровой фазе в подсводовом пространстве коксовой батареи при температурах около 1000°С, в условиях дистилляции в жидкой фазе они способны вступать в термические реакции, оказывающие влияние на свойства пека. Скорость термических процессов в условиях дистилляции каменноугольной смолы невелика и возможности управления качеством каменноугольного пека на этой стадии ограничены. Поэтому для модификации, направленного изменения реологических и коксообразующих характеристик каменноугольного пека, проводят его обработку реакционноспособными соединениями. В промышленном масштабе используют обработку пека со стадии дистилляции каменноугольной смолы кислородом воздуха, эффективным методом воздействия на химический состав и свойства каменноугольного пека является пиролиз в нем, как растворителе, макромолекулярных органических соединений, отходов синтетических полимеров и природных биополимеров.

Основными реакциями, приводящими к изменению характеристик каменноугольного пека при модификации, являются реакции переноса водорода от соединений пека к продуктам окисления пека кислородом воздуха или к продуктам термической деструкции полимерных соединений с одновременной конденсацией компонентов пека. Количество перенесенного водорода от каменноугольного пека при совместном пиролизе с полимерами в несколько раз превышает количество реакционноспособного водорода в нафтеновых и алифатических структурах, содержащихся в пеке. Это свидетельствует о возможности выступать в роли доноров водорода многоядерных ароматических соединений, входящих в состав каменноугольных пеков.

Химические реакции компонентов пека с кислородсодержащими группировками органических соединений являются причиной снижения температуры термической деструкции поликарбоната, полиэтилентерефталата, и лигнина в каменноугольном пеке.

Химическая модификация каменноугольного пека позволяет получить пеки для различных направлений использования. Рассмотренные на примере каменноугольного пека реакции могут иметь значение для процессов термических превращений других тяжелых продуктов переработки углей.

ИЗМЕНЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПРОДУКТАМИ КАРБОНИЗАЦИИ ε-КАПРОЛАКТАМА

Астракова Т.В., Исмагилов З.Р.,

Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

E-mail: astrakova25@gmail.com

The paper is devoted to the modifying effect of ε-caprolactam on the pore structure and adsorption properties of commercial active carbon. The modification consisted of two stages: adsorption, followed by thermal treatment and carbonization. The parameters of pore structure, adsorption activity with respect to ε-caprolactam were determined after each stage. The results showed a significant increase of mesoporosity of carbonized samples and change the adsorbent activity depending on the conditions of modification. Received modified active carbons exceed the initial one in adsorption characteristics.

Адсорбционные характеристики углеродных материалов определяются структурой и химическими особенностями поверхности. Для изменения пористой структуры и создания дополнительных поверхностных активных центров часто используют процесс модифицирования адсорбентов. Модифицирующее действие ε-капролактама (КПЛ) было отмечено в процессе термической регенерации АУ после адсорбции КПЛ углеродными сорбентами из водных растворов [1].

Настоящая работа посвящена исследованию модифицирующего действия ε-капролактама на пористою структуру и адсорбционные свойства промышленного АУ.

Адсорбция капролактама была предварительно изучена на различных сорбентах [2], в том числе промышленных АУ различных марок, техническом углероде, углеродных материалах на основе гидратцеллюлозы. Для данного исследования был выбран промышленный активный уголь марки АГ-ОВ-1, исходя из соотношения стоимости и адсорбционных свойств по отношению к капролактаму. Модифицирование АУ ε-капролактамом имело следующие стадии:

Адсорбция капролактама из	Термическая обработка АУ при температуре 250^{0}С	Карбонизация АУ при температуре 900^{0}С в

Особенности взаимодействия капролактама с поверхностью углеродных адсорбентов были изучены с использованием низкотемпературной адсорбции азота, термического анализа, ИК-спектроскопии, РФА, электронной микроскопии [3], РФЭС.

Проведенное исследование показало, что модифицирование ε-капролактамом позволяет регулировать структурные параметры углеродных сорбентов и в значительной степени увеличивает адсорбционную активность по отношению к капролактаму.

Литература

1. Астракова Т.В., Юстратов В.П., Кряжев Ю.Г., Шишлянникова Н.Ю. Модифицирование углеродных адсорбентов в процессе их регенерации после адсорбции ε-капролактама // ХТТ. 2003. № 5. С.32-37.

2. Астракова Т.В., Юстратов В.П., Краснова Т.А. Адсорбция капролактама из водных растворов углеродными сорбентами // Химия в интересах устойчивого развития. 1999. № 7. С.29-34.

3. Астракова Т.В., Юстратов В.П., Соловьёва Ю.В. Особенности взаимодействия ε-капролактама с поверхностью активных углей // ЖФХ. 2006. т.80. № 6. С.1060- 1066.

БАРОГРАММА СТУПЕНЕЙ ПРОЦЕССА ГАЗООБРАЗОВАНИЯ УГЛЯ «ФОН - ЯГНОБСКОГО» МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Бадалов А.Б.[1] , Пулатов Э.Х.[2], Хакимова Д.К.[1], Додхоев Э.[1]

1 – Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, г. Душанбе

2 – Институт химии им. В.И. Никитина АН Респ. Таджикистан, г. Душанбе

E-mail: badalovab@ mail.ru

Tenzimetrii method with membrane null-manometer used to study the thermal gasification of coal "Background - Yagnob"-ing field in the Republic of Tajikistan. In the temperature range 320 - 505 K the process of vaporization of coal consists of five feet. Equating barogram for all stages of the process of coal gasification.

В данной работе приведены результаты исследования процесса термического газообразования угля месторождения «Фон-Ягноб». Исследование проведено методом тензиметрии с мембранным нуль-манометром.

Для достижения равновесия каждая изотермическая точка на кривой зависимости давления пара от температуры (барограмма) выдержана в тече-ние четырёх - десяти часов. Равновесия в системе считается достигнутым, если давление в системе остаётся неизменным в течение одного часа. Достижение равновесия проверено также при прямом и обратном ходах барограммы.

Проведены предварительные опыты с целью определения оптимальных условий эксперимента – массы образца, объёма мембранной камеры, характер и интервал протекания ступеней процесса. Масса навески угля определена с точностью $\pm 10^{-4}$ г, а объём мембранной камеры - ± 0,1см^3. Серии основных опы-тов показывают, что процесс газообразования угля месторождение «Фон-Ягноб» в условиях эксперимента начинается при температурах 320 К и в интервале температур 320- 505 К состоит из пяти ступеней. Результаты экспериментов приведены в таблице.

Таблица

Уравнение барограмм ступеней процесса газообразования угля «Фон-Ягноб»-а

Ступени	ΔT,K	$LgP_{ат} = B - A \cdot 1000/T$	
		A	B
I	315 - 340	4,65±0,11	12,96±0,23
II	360 – 380	3,30±0,15	7,96± 0,25
III	380 – 420	2,14±0,12	4,65 ±0,22
IV	428 - 460	4,68±0,12	9,42 ±0,23
V	470 - 505	2,78±0,13	4,82 ±0,24

Экспериментальные данные по каждой ступени процесса, приведённые в виде зависимости Lg P = f (1/T), обработаны по методу наименьших квадратов с использованием t - значения коэффициента Стьюдента при доверительном уровне свыше 95%. В настоящее время проводятся расчёты по определению число молей газообразных продуктов, образующихся на каждой ступени и термодинамических характеристик этих стадий процесса термического разложения угля «Фон–Ягноб»-ского месторождения.

СРАВНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ГРАФИТОВ И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ГРАФИТАЦИЕЙ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА, ПО ДАННЫМ РЕНТГЕНОВСКОЙ ДИФРАКЦИИ

Барнаков Ч.Н., Хохлова Г.П., Малышева В.Ю., Попова А.Н. *, Исмагилов З.Р.
Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово
**Кемеровский научный центр СО РАН*
E-mail: barnakov@rambler.ru

Using the method of X-ray diffraction were conducted comparison of the structure of graphites and carbon materials produced by low-temperature catalytic graphitization of coal tar pitch.

Методом рентгеновской дифракции по рефлексам отражения (00*l*) от основной кристаллографической плоскости исследована структура углеродных материалов (УМ), полученных методом низкотемпературной каталитической графитации каменноугольного пека, проведено сравнение полученных результатов со структурой графитов. В качестве катализаторов исследованы пенографит (ПГ), игольчатый кокс и соли 3d-металлов (железо, никель).

При исследовании графитов разной природы - пиролитического, синтетического, терморасширенного и природного показано, что во всех случаях рефлексы (002) и (004) являются суперпозицией двух компонент, соответствующих структурным фазам графита с различным межплоскостным расстоянием. Соотношение интегральных интенсивностей выделенных компонент рефлексов отражает соотношение этих фаз, что наряду с межплоскостным расстоянием характеризует графиты и позволяет обнаружить разницу между ними. Дальние порядки отражения от основной плоскости обеспечивают получение более точных данных по межплоскостному расстоянию. Показано соответствие структурных особенностей графитов, определенных данным способом по рефлексу (004), с разрядной емкостью литий-ионных аккумуляторов с анодами из этих графитов. Поэтому для характеристики графитовых структур предлагается использовать рефлекс (004).

Основные рефлексы на рентгенограммах образцов УМ, полученных из пека методом низкотемпературной каталитической графитации, также не симметричны и разлагаются на две компоненты, характеризующие разные фазы углерода. В случае УМ, полученных из пека без добавки катализатора, рефлекс (004) на рентгенограммах отсутствует, структура материалов аморфная, расчет рентгеноструктурных характеристик производился по рефлексу (002). УМ, полученные в присутствии катализаторов, характеризуются упорядоченной структурой, на их рентгенограммах присутствует рефлекс (004), который использовался для расчета рентгеноструктурных характеристик этих образцов.

Анализ полученных результатов показал, что наиболее эффективным катализатором является ПГ. При добавке 5-15% ПГ уже при 800-900°C получается материал, близкий по структуре к графитам, тогда как в отсутствие катализатора УМ из пека имеет аморфную структуру.

Работа выполнена на оборудовании ЦКП КемНЦ СО РАН.

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МОНГОЛИИ МЕТОДОМ ПАРОВОЙ АКТИВАЦИИ

Белаш М.Ю.[1], Манина Т.С.[2,3], Ефимова О.С.[2,3], Колесникова С.М.[1], КузнецовП.Н. [1]

[1]Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск

E-mail: kpn@icct.ru

[2]Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово

[3]Кемеровский научный центр СО РАН, Кемерово

Steam activation of chars, produced from brown and hard coals from different deposits in Mongolia and the textural properties and sorption ability of activated carbons prepared are monitored in this paper. The chars from Tsaidamnuur and Shive-ovoo brown coals and from Khoot and Khovil low rank hard coals were shown to behave rather high reactivities for steam activation at 700 and 730 ^{o}C producing activated carbons with the iodine sorption abilities of 51-70 %, surface areas of 440-655 m^2/g and the average pore sizes of near 3.5-4 nm. Khartarvagatai, Tavantolgoi and Saikhan-ovoo hard coals were much less reactive for steam activation and yielded less effective activated carbons.

В настоящей работе приведены результаты исследования по приготовлению сорбентов из бурых и каменных углей Монголии. Исследования проводили с образцами углей месторождений Цайдамнуур, Шиве-овоо, Хоот, Ховил, Хартарвагатай, Тавантолгой и Сайхан-Овоо с содержанием углерода от 65 до 86 % (в расчете на daf). Предварительно угли карбонизовали при температуре 700 ^{o}C. Выходы карбонизатов, в зависимости от типа угля, составляли от 56 до 93%. Полученные карбонизаты активировали в трубчатом реакторе в потоке водяного пара при 700 и 730 ^{o}C при продолжительности от 45 до 180 мин. Степени обгара в указанных условиях составляли от 0 до 54%.

Величину удельной поверхности (S_{BET}, м^2/г) и характеристики пористой структуры образцов (общий объем пор; объем мезо- и микропор, распределение объема пор по размерам) рассчитывали из изотерм адсорбции-десорбции азота при 78 К, полученных с помощью сорбтометра *ASAP*-2020. Перед адсорбционными измерениями образцы вакуумировали при 200°C в течение 12 ч до остаточного давления не менее 10^{-5} мм.рт.ст. Удельную поверхность рассчитывали по БЭТ Распределение мезопор по размерам проводили с помощью метода *BJH*. Сорбционную активность определяли по поглощению йода из водного раствора.

Среди исследованных образцов углей Монголии повышенной активностью при паровой активации отличались карбонизаты из бурых углей месторождений Цайдамнуур, Ховил и Шиве-овоо, величины обгара при 700 ^{o}C в течение 45 мин составляли 32-36%. Карбонизаты их каменных углей Хартарвагатай и Сайхан-овоо отличались низкой активностью (величины обгара не превышали 5-6%).

Из углей Цайдамнуур, Ховил и Шиве-овоо получены сорбенты с величиной удельной поверхности от 411 до 655 м2/г и сорбционной активностью от 51 до 70%. Пористая структура представлена преимущественно мезопорами со средними размерами 3.5-4 нм. Во всем ряду полученных образцов активных углей наблюдалась линейная связь между величиной удельной поверхности, измеренной по адсорбции азота, и сорбционной активностью по поглощению йода.

ДВУХСТАДИЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕГРАФИТОВЫХ ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Валиев Ю.Я., Сафиев Х., Бобоев Х.Э., Мирпочаев Х.А., Мухамедиев Н.П.

«Научно-исследовательский институт металлургии» ГУП «ТАлКо» (ГУ «НИИМ»), г. Душанбе, inmet.talco@mail.ru

На алюминиевых заводах образуются большие объемы углеграфитовых отходов (десятки и сотни тыс. т), основную массу которых составляют отработанные катодные (КК) и бортовые блоки (ББ). Накапливаясь на складах хранения, углеграфитовые отходы становятся экологически опасным объектом; с другой стороны они являются источником ценного вторичного минерального сырья: электродного углеграфитового материала и фторидных, карбонатных, сульфатных солей, поглощенных в процессе электролиза.

Имеется ряд разработок по переработке углеграфитовых отходов [1], однако многие технологии остались без промышленного применения – как опытные разработки отдельных заводов и алюминиевых компаний.

В ГУ «НИИМ» была разработана и апробирована двухстадийная технология переработки отработанных КБ и ББ с извлечением из их углеродистой матрицы минеральных солей и получением графита [2].

На первой стадии измельченные до размера 0.5мм и менее КБ и ББ подвергаются водной обработке при установленных оптимальных технологических режимах: соотношение Т:Ж=1:5; температура – 20ºС; продолжительность обработки – 60мин. Раствор фильтруют, при этом в фильтрат переходят водорастворимые соли: Na_2CO_3, $NaHCO_3$, Na_2SO_4, NaF и др. Полученный фильтрат пригоден для непосредственного использования в качестве оросительного раствора газоочистки в корпусах электролиза. Выпариванием фильтрата можно получить концентраты сухих солей.

На второй стадии твёрдый осадок подвергается кислотной обработке при экспериментально установленных оптимальных условиях: Т:Ж=1:3; концентрация HCl – 10%; температура – 90-95ºС; продолжительность обработки – 40мин. При воздействии кислоты происходит извлечение водонерастворимых солей и оксидов металлов: Al, Fe, Ti, Ca, Mg, Si и др.

Конечным продуктом двухстадийной обработки углеграфитовых отходов является очищенный графитовый порошок с зольностью 1-3%, соответствующий требованиям ГОСТ 17022-81 «Графит. Типы, марки и общие технические требования», и относящийся к графитам марок ЭУЗ-II и ЭУТ-II для производства электроугольных изделий. Извлеченные из отходов на разных стадиях процесса компоненты можно использовать в качестве раствора газоочистки, алюможелезного коагулянта для очистки воды и сырья для производства глинозема и стекла.

Предложенный способ экономически выгоден, экологически привлекателен и позволяет осуществить переработку углеграфитовых отходов алюминиевого производства путем практически полной очистки отработанных КБ и ББ электролизеров от различных включений.

Литература

1. *Мортен Сорлье, Харальд А. Ойя. Катоды в алюминиевом электролизе. II изд. – Красноярск, 1996г.*

2. *Кабиров Ш.О., Исроилов М.А., Валиев Ю.Я. и др. Малый патент №TJ 529, 2012г. Способ переработки углеграфитовых отходов алюминиевого производства.*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ЗОЛЫ И ЗОЛОШЛАКОВ УГЛЕЙ

Валиев Ю.Я., Бобоев Х.Э., Сафиев Х., Мирпочаев Х.А., Мухамедиев Н.П.
«Научно-исследовательский институт металлургии» ГУП «ТАлКо» (ГУ «НИИМ»), г. Душанбе
E-mail: inmet.talco@mail.ru

В настоящее время промышленность Республики Таджикистан переориентирована на использование местных углей, в результате чего на многих предприятиях накапливаются сотни тыс. т угольной золы и золошлаков, утилизация которых становится одной из актуальнейших проблем.

В ГУ «НИИМ» ведется комплексное изучение образующихся на предприятиях республики отходов после сжигания углей из месторождений «Зидди», «Фон-Ягноб» и «Конти». Для разработки технологии переработки золы и золошлаков из складов хранения были отобраны усредненные технологические пробы по 50кг. Данные химических анализов показали, что зола и золошлаки, в основном, состоят из Al_2O_3 и SiO_2 – 80-85 мас.%. Остальную массу в убывающем порядке составляют: Fe_2O_3, CaO, MgO_2, K_2O, Na_2O и др. Минералогическим анализом в составе золы и золошлаков обнаружены: метакаолинит, муллит, свободный кварц, гидроксид железа, полевые шпаты и, в незначительном количестве, акцессорные минералы.

Зола и золошлаки, с учетом высокого содержания Al_2O_3 (27-34%), были использованы в качестве композиционных добавок в шихте при производстве огнеупорной продукции, соответствующей нормативным требованиям.

В лабораторных условиях из золы и золошлаков спекательным способом был получен технический глинозем с выходом 93-95%.

Угольные месторождения Республики Таджикистан формировались на территории Южно-Тянь-Шяньской редкометальной металлогенической провинции. Анализы углей показали наличие ряда редких элементов – Au, Ag, Hg, Sb, As, Pb, Zn, Cd, Bi, Sn и др., содержание некоторых из них по рассчитанным коэффициентам концентрации 1-2 порядка превышает их кларки в средней осадочной породе, что позволяет рассматривать золу углей в качестве руды редких элементов.

В процессе сжигания углей при различных температурах обнаружена закономерность летучести редких элементов в зависимости от их физико-химических свойств. Легколетучие элементы – Hg, Sb, Bi, Se, As и др. при температуре озоления угля 800-850ºС полностью удаляются вместе с другими летучими компонентами угля.

При производстве «синтез-газа» при 1200 -1250ºС отмечается летучесть ряда тяжелых металлов – Co, Pb, Zn, Mo, Au, Ag. Уровень содержания их в золошлаках понижается до 50-70% от исходного содержания в угле. В золошлаках остаются лишь тугоплавкие элементы – Al, Fe, Ti, Cr, W, Ni, Cu.

При использовании углей Таджикистана в качестве энергоносителя необходимо учитывать высокие содержания в них некоторых легколетучих элементов – Hg, Sb, As, Se и др., которые, попадая в окружающую среду, могут оказать экологически вредное воздействие. В связи с этим в ГУ «НИИМ» разрабатываются новые технологии по улавливанию представляющих большую ценность летучих редких элементов, выделяющихся при производстве синтез-газа из угля, а также при переработке образующихся побочных жидких продуктов.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУР НАНОЧАСТИЦ НИКЕЛЯ И ЕГО ГИДРОКСИДА, ПОЛУЧЕННЫХ НА ВЫСОКОПОРИСТОМ УГЛЕРОДНОМ НОСИТЕЛЕ

Воропай А.Н. [1], Захаров Ю.А. [1,2], Колмыков Р.П. [2,3], Пугачев В.М. [2], Манина Т.С. [1,3], Самаров А.В. [1], Барнаков Ч.Н.[1]

[1] Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово
E-mail: aleksvorop@mail.ru
[2] Кемеровский государственный университет
[3] Кемеровский научный центр СО РАН

In this paper nickel or nikel hydroxide deposited on the surface of a porous carbon material (PCM). Properties of nickel hydroxide were studied by XRD. Nickel hydroxide is formed as thin plates. By increasing the concentration of nickel hydroxide the crystallites grow in the directions of (001). Crystallite thickness decreases with increasing specific surface PCM. Nickel particles are not formed in the pores of the nickel hydroxide coated, but nickel particles formed in the pores is not oxidized.

Углеродные материалы с высокой удельной поверхностью, такие как графен, углеродные нанотрубки, терморасширенный графит перспективны не только как материалы для электродов суперконденсаторов с ДЭС [1-2], но и в качестве субстратов для осаждения переходных металлов, их гидроксидов и оксидов с практической задачей получения сенсоров, каталитически активных систем, селективных сорбентов и др.

В настоящей работе осаждение наночастиц никеля и его гидроксида проводилось из водного раствора хлорида никеля на свободной поверхности высокопористых углеродных матриц (ВПУМ), полученных способами, изложенными в работах [3-4].

Сравнение данных по пористой структуре ВПУМ и полученных композитов показывает уменьшение объема пор, превышающее общий объем осажденных кристаллитов наполнителя, что, вероятно, связано как с образованием в порах кристаллитов металла (или гидроксида), так и с закупориванием ими доступа к более мелким порам.

Из анализа спектров РФЭС (спектрометр SPECS с ионной пушкой IQE 11/35), полученные в условиях травления образца ионами аргона, следует, что на поверхности матрицы наночастицы Ni покрыты тонкой (3-4 нм) пленкой $Ni(OH)_2$, а в порах матрицы находятся в виде неокисленного металла.

Исследование гидроксид никеля-углеродных композитов показывает, что осажденные на поверхности ВПУМ частицы гидроксида, имеют пластинчатую форму, с рассчитанной по уширению рефлекса (001) толщиной 3-5 нм, причем при увеличении площади поверхности матрицы толщина «пластинок» $Ni(OH)_2$ уменьшается.

Авторы работы благодарят снс ИК СО РАН, к.х.н. Просвирина И.П. за съемку спектров РФЭС. Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки и с использованием оборудования ЦКП КемНЦ.

Литература:

1. Patrice Simon, Yury Gogotsi. Materials for electrochemical capacitors // Nature materials. – 2008. – V.7. – P. 845.

2. Hang Shi. Activated carbons and double layer capacitance // Electrochimica acta. – 1996. – V.41. – P. 1633.

3. Манина Т.С. и др. Переработка низкосортных окисленных углей с получением высокоэффективных углеродных сорбентов // Кокс и химия. – 2012. – Т. 3. – С. 43.

4. Патент RU 2206394 C1, МПК[7], B01J20/20, C01B31/12. Способ получения наноструктурированного углеродного материала / Барнаков Ч.Н., Сеит-Аблаева С.К., Козлов А.П., Рокосов Ю.В., Фенелонов В.Б., Пармон В.Н. Опубл. 20.06.2003.

ЕМКОСТЬ ЭЛЕКТРОДОВ ИЗ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО КОМПОЗИТА Ni(OH)2/C

Воропай А.Н. [1], Захаров Ю.А. [1,2], Колмыков Р.П. [2,3], Пугачев В.М. [2], Манина Т.С. [1,3], Самаров А.В. [1], Барнаков Ч.Н.[1], Пузынин А.В.[1]

[1] Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово
E-mail: aleksvorop@mail.ru
[2] Кемеровский государственный университет
[3]Кемеровский научный центр СО РАН

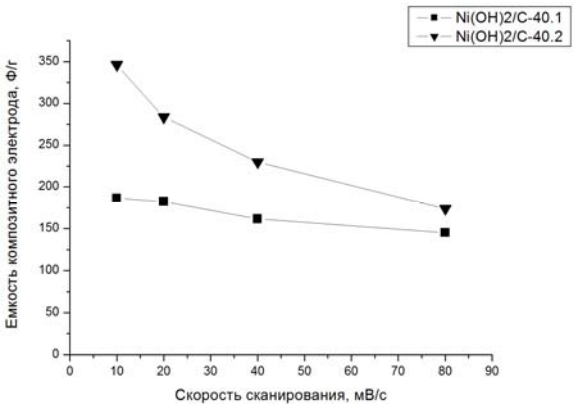
In this study was measured capacitance $Ni(OH)_2$/C electrodes. Determined that the dependence of the capacitance on the scan rate depends on the type of the carbon matrix. Obtained composite electrodes with capacity 350 F/g

Осаждением нанокристаллитов гидроксида никеля на высокопористые углеродные подложки, препятствующие агломерации частиц и увеличивающие электропроводность материала, формируются наноструктурированные композиты, перспективные для использования в качестве электродов ионисторов [1].

В настоящей работе были исследованы электроды из композита $Ni(OH)_2$/C, полученного методом осаждения гидроксида никеля в щелочной среде из водного раствора $NiCl_2$ на поверхность пористого углеродного материала [2]. Показано, что псевдоемкостное поведение электрода зависит от концентрации гидроксида в композите, о чем свидетельствует увеличение с ростом концентрации пика окисления $Ni(OH)_2$/NiOOH в экспериментах по циклической вольтамперометрии.

Также установлено, что наряду с увеличением емкости при добавлении гидроксида никеля происходит сокращение ее в связи с уменьшением удельной поверхности композита по сравнению с исходной матрицей. С учетом этого в первом приближении была оценена емкость гидроксида в составе композита, от 190 до 800 Ф/г для разных составов при скорости сканирования 10 мВ/с.

Обнаружено, что на зависимость емкости от скорости сканирования влияет тип матрицы (см. рисунок): она сильнее выражается при использовании матрицы кемерит-8 ($Ni(OH)_2$/C-40.2) нежели карбонизат-3 ($Ni(OH)_2$/C-40.1). Последнее вероятно связанно с тем, что в образце $Ni(OH)_2$/C-40.1 часть гидроксида находится вне пор матрицы.



Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки и с использованием оборудования ЦКП КемНЦ.

Литература:

1. *Junyi Ji. Nanoporous Ni(OH)2 Thin Film on 3D Ultrathin-Graphite Foam for Asymmetric Supercapacitor // ACS Nano. – 2013. – V.7 – P.6237.*
2. *Воропай А.Н. и др. Получение Ni/C композита и исследование особенностей его формирования на пористом углеродном носителе // Вестник КемГУ. – 2013. – № 3 – С. 66.*

АКТУАЛЬНОСТЬ ЧИСЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

Гвоздяков Д.В., Губин В.Е., Янковский С.А.
Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: Jankovsky@tpu.ru

The review of the modern state of numerical studies of the process of gasification of solid fuels used in energy sector facilities. Set current issues of interest in science and technology for learning. Formulates the main goals of mathematical research.

Процесс жизнедеятельности человечества в XXI веке невозможно представить без использования энергии [1]. Известно [2], основными энергетическими ресурсами являются нефть и природный газ, запасы которых ограничены. Начиная с первой половины XX столетия во многих странах, не имеющих на своих территориях доступных нефтегазовых месторождений, ведутся поиски альтернативных источников энергии. Уголь, запасы которого на планете рассредоточены более равномерно, чем нефти и газа, является перспективным и конкурентоспособным источником энергии [1]. Но, несмотря на положительные качества данного ресурса, имеется и отрицательная сторона – высокая доля негорючего балласта и низкая калорийность. Получаемый при газификации углей (а также других энергоносителей) синтез-газ (как продукта газификации), как показывают исследования ведущих мировых ученых, является более качественным продуктом [1, 2].

Процесс трансформации углей в газ является трудоемким как теоретически, так и экспериментально [1]. Сопровождается при этом физико-химическими и термодинамическими процессами, изучение и реализация на практике которых возможно при: параллельном теоретическом и экспериментальном исследовании, инженерно-экономическом обосновании и численном моделировании механизмов горения и тепло и массопереноса и т.д [1, 2]. Анализируя неотъемлемые параллельные задачи прикладного и фундаментального характера, открывается возможность более полного научного исследования газификации. Несмотря на ряд имеющихся успешных проектов газификации, остаются открытыми множество вопросов, одними из которых являются механизм процесса и материальный баланс получаемых продуктов [1]. Анализируя современное состояние рынка энергетики, и учитывая вышесказанное, исследование процесса газификации твердых топлив является актуальной научно-практической задачей имеющей перспективное будущее. В качестве приоритетных численных исследований было выделено:

1) численный анализ кинетики процесса газификации твердых топлив;
2) математическое моделирование течений продуктов газификации (синтез-газа) в теплообменном оборудовании.

Литература:

1. Донской И.Г., Шаманский В.А. Численное исследование процесса газификации угля и влияние режимных параметров на его интенсивность. // VIII Всероссийская конференция с международным участием «Горение твердого топлива». Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 13–16 ноября 2012 г. с. 38.1–38.7.
2. Мессерле, В.Е. Плазменно-паровая газификация петрококса / В.Е. Мессерле, А.Б. Устименко, Л. Хан.

О ТЕХНОЛОГИЯХ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ УГЛЕМАТЕРИАЛОВ

Горобец[1] Л.Ж., Коломиец[2] Р.В., Прядко[2] Н.С., Левченко[1] К.А., Машкова[1] Т.Ю.
[1]ВУЗ «НГУ», [2]ИТМ НАНУ, Днепропетровск, np-2006@ukr.net

Recommendations are given on power-saving and non-polluting technologies of coal processing: burning of low-grade lumpy fuel in boiling layer furnace with particle gas dynamic transportation along blade-slot grate and the further smoke gas clearing according suggested technological circuit; use of the crushed coal in lignite material manufacture; joint adhesion chemical agglomeration of different metamorphism degree coal.

В настоящее время технологии производства электрической энергии не удовлетворяют требованиям экономики, экологической чистоты производства. Золошлаковые отходы ТЭС значительны по объему и имеют разнообразный химический состав. Золоотвалы электростанций можно рассматривать как вторичное сырье для переработки и дальнейшего производства строительных и теплоизоляционных материалов, а также для нового обогащения и получения ценного сырья для других производств.

На основе исследований процессов с кипящим слоем топлива и многократной циркуляцией дисперсного материала предложены новые технологические схемы сжигания низкосортного угля, которые включают непосредственное сжигание частиц угля в топке кипящего слоя при движении над специально созданной подовой решеткой, улавливание несгоревших частиц циклоном шнекового типа, дожигание их и применение эмульгатора для очистки дымовых газов после циклона. Это позволяет утилизировать угли с зольностью до 60 % без использования газа или мазута.

Исследованиями определены условия измельчения, при которых достигается улучшение строительно-технических свойств вяжущих материалов: цементный клинкер, шлак, формовочный гипс. Например, продуктам струйного измельчения свойственна меньшая агрегируемость и меньший расход воды при одинаковой величине удельной поверхности, повышенная активность цемента. Для изделий, изготовленных на основе порошков струйного помола цемента и гипса, наблюдается повышение на 40% марочной прочности по сравнению с измельчением в барабанной мельнице. Результаты исследований показали полезность использования тонкоизмельченного угля в производстве гуматов. Установлено, что при ударно-истирающем воздействии на пробы угля в условиях щелочного гидролиза благодаря деструкции и окислению часть остаточного угля переходит в гуматы, что приводит к увеличению выхода гуминовых кислот на 10-17 %.

Новым направлением получения твердого энергетического топлива является переработка бурого угля и каменноугольных шламов техногенных месторождений. Высокая себестоимость производства брикетов из бурых углей обусловлена необходимостью сушки (до влажности около 23%), измельчения и прессования при высоком давлении. Разработаны технологии получения композиционного топлива, основанные на использовании процесса адгезионно-химической агломерации дисперсного буроугольного сырья, переведенного в вязко-пластичное состояние. Исследования показали, что с использованием шихтовки, для адгезионно-химической агломерации можно рекомендовать все угли, даже плохо подвергающиеся окускованию. Установлено, что воздушно-сухие продукты буроугольных суспензий не распадаются во время сушки как непластичные материалы.

Были испытаны различные составы шихт на основе каменноугольных и антрацитовых шламов, антрацитового штыба. Для увеличения прочностных показателей рациональной является добавка к бурому углю жидкого стекла.

УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ КОКСОХИМИЧЕСКОЙ СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА

Дмитриев К.И., Шопин В.М.

Институт проблем переработки углеводородов (ИППУ СО РАН), г. Омск
E-mail: kidxix83@yandex.ru

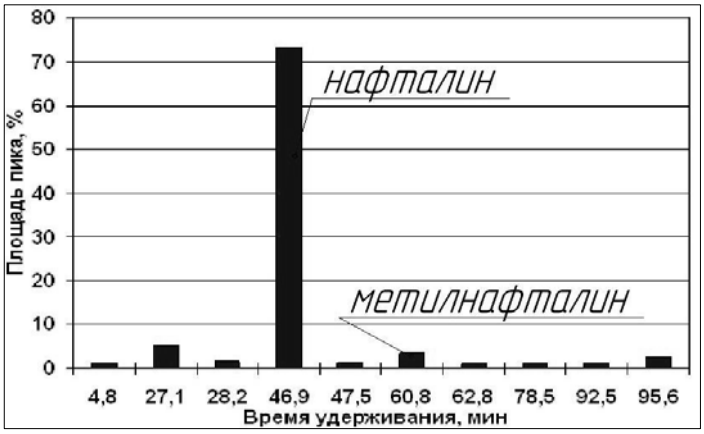
A two-step treatment of atmospheric effluents from by-product coke wastes in carbon black production was studied. Conditions providing the efficient hydrocarbon vapor recovery with the use of synthetic carbon sorbent were revealed.

В промышленном получении технического углерода в качестве сырьевой смеси используются такие продукты коксохимического производства, как антраценовая фракция и антраценовое масло. В процессах слива, хранения и подготовки сырьевой смеси на предприятии по производству технического углерода происходит испарение легкокипящих фракций коксохимических продуктов с выделением паров углеводородов в основном ароматического ряда (моно- и полиароматики) и большое количество нафталина (таблица 1), что приводит к потерям сырьевой смеси и к загрязнению атмосферного воздуха на прилегающей к предприятию территории.

В ИППУ СО РАН разработан, запатентован [1] и освоен на ООО «Омсктехуглерод» метод улавливания паров углеводородов в установке с двухстадийной очисткой [2]. Первая стадия очистки заключается в частичном охлаждении паров углеводородов, проходящих через установку, с выделением нафталина и его гомологов в виде кристаллов на охлажденной поверхности змеевика. На второй стадии пары, освободившиеся от высококипящих компонентов, направляются в сорбционную кассету, где в качестве сорбента используется мезопористый пиролитически уплотнённый углеродный материал «Техносорб», очищенный в кассете воздух выбрасывается в атмосферу. При регенерации первой стадии очистки, осевшие на поверхности змеевика кристаллы нафталина, плавятся и направляются в ёмкость хранения сырьевой смеси, в неё же направляется адсорбат с углеродного сорбента, образующийся при регенерации сорбционной кассеты водяным паром. Качественный и количественный углеводородный состав в выбросе на входе в установку, после первой стадии очистки и в очищенном воздухе после сорбционной кассеты определялся хроматографическим методом, а количественный анализ фенола и дифенола фотометрическим методом. Для исследования качественного состава кристаллов белого цвета, образующихся на первой стадии очистки, их растворяли в толуоле и полученный раствор исследовали хроматографическим методом. Результаты исследования кристаллов показали, что они в основном состоят из нафталина и его гомологов с незначительным присутствием моноароматических углеводородов и фенолов (Рис. 1). Динамическая активность углеродного сорбента «Техносорб» по углеводородной смеси определённая, в лабораторной установке, составила 0,3 кг углеводородов на 1 кг сорбента, а статическая активность, определённая эксикаторным методом, составила 0,6 кг углеводородов на 1 кг сорбента.

Таблица – 1. Количественный состав углеводородов и эффективность улавливания установки

Углеводороды	Концентрация вещества в паровоздушной смеси, мг/м^3			Эффективность, %	
	Перед установкой	После I стадии очистки	После установки	I стадии очистки	Общая
Алканы (С1-С6)	49,5	47,8	20,0	3,4	59,7
Бензол	120,0	53,5	16,0	55,6	86,7
Этилбензол	711,2	516,3	154,6	27,4	78,3
Толуол	97,0	39,8	37,9	59,2	60,9
Мезитилен	56,2	18,7	14,0	67,7	75,0
Тетралин	1349,6	1000,6	25,8	25,9	98,1
Нафталин	2959,6	2021,5	116,3	31,7	96,1
Фенол	102,8	21,8	2,1	78,8	97,9



Вещество	Доля вещества, %
нафталин	66,03
фенол и бифенил	3,09
дибензофуран	0,650
флуорен	0,670
хинолин	0,390
пара-крезол	0,440
толуол	0,32

Рисунок – 1. Результаты хроматографического анализа кристаллов с первой стадии очистки

Двухстадийная установка улавливания паров углеводородов, созданная в цехе подготовки сырья ООО «Омсктехуглерод», обеспечивает снижение выбросов в атмосферу вредных веществ до 98,1 % и предотвращает потерю ценной сырьевой смеси для производства технического углерода в количестве 32 т в год.

Литература:

1. Патент РФ № 2344870 Бюл.№3 от 27.01.2009г.

2. Шопин В.М., Дмитриев К.И., Змейков С.А., Поддубняк А.Н., Пушкарёва Е.П. Улавливания паров углеводородов при сливе коксохимического сырья в производстве технического углерода // Каучук и резина 2013, №3, С. 48-52.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ ТЭЦ В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРА НА ПРОЦЕСС ОКИСЛЕНИЯ

Емельянова В.С., Мылтыкбаева Ж.К., Мухитова Д.Ж.
НИИ Новых химических технологий и материалов, г. Алматы
E-mail: zhannur.myltykbaeva@kaznu.kz

The composition and structure of the microspheric alumosilicates of Central Heating and Power Plants (CHPP) ashes is studied with the help of modern physical-chemical methods (XRD, scanning electronic microscopy, BET, elemental and chemical analysis). The microspheres activity in the reaction of Na_2SO_3 oxidation by oxygen is studied by kinetic and potentiometric methods.

Сейчас во многих областях производства на современном этапе развития требуют использования новых экологически чистых и функциональных материалов. Есть немалое количество материалов, долгое время использующихся ограниченно из-за недостатка источника информации об их свойствах и возможностях применения. На данный момент к таким материалам относятся пустотелые или полые алюмосиликатные микросферы. Полые микросферы – это мелкозернистые наполнители, имеющее различное происхождение и применение, но обладающих следующими общими свойствами: размер, менее 0,5 мм; форма – пустотелая сфера; материал, как правило, – алюмосиликатное стекло. Основой для образования техногенных микросфер – зольных алюмосиликатных микросфер (ЗАМ) – являются пылеугольные котлы теплоэлектростанции (ТЭС). В полости микросфер находятся преимущественно CO_2, N_2 и в незначительном количестве H_2O [1], однако при их попадании в воду при гидроудалении содержание воды во внутренней полости увеличивается до 86 % (об.) [2]. Благодаря современным физико-химическим методам (РФД, сканирующая электронная микроскопия, БЭТ, элементный и химический анализ) изучен состав и структура микросферических алюмосиликатов зол теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Кинетическим и потенциометрическим методами изучена активность микросфер в реакции окисления Na_2SO_3 кислородом. С помощью ЭПР и Мёссбауэровской спектроскопии установлено, что железо входит в состав ценосфер в двух состояниях Fe^{3+} и Fe^{2+}, при этом, в области содержания железа 3-4 масс. % железо (3+) находится в виде одиночных ионов в алюмосиликатной матрице.

В результате, на примере окисления сульфита натрия кислородом изучены активность, состав, структура модифицированных микросфер. Показано, что на базе алюмосиликатных микросфер формируется наноразмерный железный катализатор, способный при низкой температуре 30-60°С окислять Na_2SO_3 до Na_2SO_4. Разработанный катализатор испытан в процессе очистки газов от SO_2 на пилотной вихревой установке производительностью 2 $м^3$/час на модельных газовых смесях SO_2–Ar, содержащих до 1 об. % SO_2. Результаты показали, что при скорости подачи газа 10000-15000 $час^{-1}$ степень удаления SO_2 составляет 87-95%.

Литература:

1. Kizelynteyn L.Ya., Dubov I.V., Shpitsgluz A.L., Parida S.G. Components of harms and slags of TPS. [Komponenty zol i shlakov TES] Moscow: Energoatomizdat, 1995. 176 p.

2. Кизелынтейн Л.Я., Дубов И.В., Шпицглуз А.Л., Парида С.Г. Компоненты зол и шлаков ТЭС. М.: Энергоатомиздат, 1995. – 176 с.

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАЙКУБЕНСКОГО УГЛЯ

Ермагамбет Б.Т., Нургалиев Н.У., Бижанова Л.Н.
ТОО «Институт химии угля и технологии», г.Астана,
E-mail: coaltech@bk.ru

The present paper focuses on derivatografic study of the thermal decomposition process of the organic matter of Maikuben coal deposit.

В настоящей работе проведено дериватографическое исследование процесса термического разложения органической массы угля Майкубенского бассейна при разных скоростях нагрева в пределах 3-15 град/мин и фракциях углей с размерами гранул d=0,2-5 мм. Нагрев образцов проводился в интервале температур 30-900 ^{0}C в инертной среде азота. Навеска образцов составляла 1 г.

При анализе дериватограмм выявлены две основные стадии разложения ОМУ на кривых ДТГ и ДТА с эндотермическим и экзотермическим пиками с максимумами скорости потери массы (точки перегиба) в интервалах 140-240 ^{0}C и 360-460 ^{0}C соответственно.

Для характеристики данного процесса выбраны следующие показатели: потери масс образцов в различных температурных интервалах; температуры $T_{пер}$, соответствующие максимумам разложения на кривой ДТГ; константы скорости $k_{пер}$ в точках перегиба и энергии активации Е, относящиеся к основным стадиям разложения. Результаты обработки дериватограмм по двум стадиям термического разложения ОМУ представленны в таблице (при d=3 мм).

Скорость нагрева, °С /мин	Потеря массы от навески, %				$T_{пер}$, ^{0} С		$k_{пер}$, 10^{-4} с$^{-1}$		Е, кДж/моль	
	до 300°С	300-600°С	600-900°С	до 900°С	1	2	1	2	1	2
3	11,3	21,9	11,3	44,5	146	365	8,7	4,9	60,8	86,6
6	11,2	22,3	9,6	43,1	192	414	8,5	8,4	55,5	81,4
9	10,5	22,7	8,7	41,9	201	421	11,2	9,4	49,3	70,2
12	11,7	22,1	7,8	41,6	215	435	13,4	10,3	45,4	68,3
15	10,4	21,6	7,5	39,5	238	460	14,4	11,9	27,3	35,9

Анализ полученных данных показывает, что для всех образцов в температурном интервале 300-600°С, куда относится второй максимум, наблюдается более высокая степень потери массы угля. Это означает увеличение скорости образования летучих веществ вследствие повышения реакционной способности веществ нагреваемой ОМУ, часть которой преобразуется в конденсируемые углеводороды: смолы и газ пиролиза с одновременным образованием паров пирогенетической воды.

При увеличении размера угольных частиц d=0,2-5 мм наблюдается незначительное повышение степени разложения ОМУ (9-10%), а также отсутствие заметного влияния на кинетику данного процесса.

Увеличение скорости нагрева не оказывает существенного влияния на степень разложения угля, однако приводит к сдвигу температур максимумов в сторону больших значений и повышению скорости процесса деструкции ОМУ. Вместе с тем, в целом, наблюдается постепенное снижение активационных барьеров исследуемого процесса. В силу многообразия и сложности физико-химических превращений данные кинетические параметры описывают не определенные реакции, а суммарные процессы термического разложения ОМУ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕРОДА, ВОДОРОДА, СЕРЫ В УГЛЯХ КЛАССИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ И МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОМЕТРИИ

Ефремова С.Ю. ,Старыгина А.Ю.

ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», г. Новокузнецк

E-mail: efremova_sy@zsic.ru

The paper presents the results of a comparative analysis of carbon, hydrogen and sulfur in coal by classical methods and by IR spectroscopy.

В России предъявляются высокие требования к качеству анализа углей. Согласно ГОСТ 2408.1-95 (ИСО 625-96) «Топливо твердое. Методы определения углерода и водорода» при анализе массовой доли углерода сходимость параллельных определений должна составлять не более 0,25 % (абс.), при определении массовой доли водорода- не более 0,12 % (абс.). В ГОСТ Р 54244-2010 (ИСО 29541:2010) «Инструментальный метод определения углерода, водорода и азота» допустимые отклонения от стандартного значения составляют для углерода 0,9 % (абс.), водорода 0,3 % (абс.).

Содержания углерода и водорода определялись на трубчатых печах ускоренным методом и на ИК-спектрометре «Eltra CHS 580» («ELTRA GmbH», Германия). В качестве стандартных образцов использовались янтарная и сульфаниловая кислоты, набор статистических данных проводился на рабочих пробах угля, часть проанализированных проб была отправлена на внешний контроль. Расхождения между результатами определения рабочих проб угля двумя методами составили по углероду от 0,04 % (абс.) до 1,29 % (абс.), количество неудовлетворительных результатов составило 72,7 %; по водороду от 0,05% (абс.) до 0,11 % (абс.), неудовлетворительных результатов не наблюдалось. Отклонения от стандартного значения в пробах сульфаниловой кислоты методом ИК-спектрометрии составили по углероду от 0,03 % (абс.) до до 1,1 % (абс.) при количестве неудовлетворительных результатов 44,4 %; по водороду от 0,05 % (абс.) до 0,13 % (абс.), отклонения удовлетворяют требованиям ГОСТ. Полученные результаты показали, что точность и сходимость анализа углерода ИК-спектрометрическим методом не соответствует допустимым значениям.

Согласно требованиям ГОСТ 8606-93 (ИСО 334-92) «Определение общей серы. Метод Эшка» результаты параллельных определений серы не должны различаться более чем на 0,05 % (абс.). В ГОСТ 53356-2009 (ИСО 19579:2006) «Определение серы с использованием ИК спектрометрии» допустимые отклонения от стандартного значения составляют для серы r=0,02+0,03x.

Содержания серы определялись методом Эшка и на ИК спектрометре «Eltra CHS 580». При анализе серы использовались стандартные образцы угля с заданным содержанием элемента, рабочие пробы угля. Часть проанализированных проб была отправлена на внешний контроль. Анализ стандартных образцов угля с аттестованными содержаниями от 0,1 % до 1,0 % включительно методом ИК-спектрометрии показал, что отклонения от заданного содержания удовлетворяют требованиям ГОСТ. Сопоставление результатов внутреннего и внешнего контроля, полученных методами Эшка и ИК спектрометрии показало, что точность анализа серы методом ИК спектрометрии удовлетворяет требованиям нормативов.

ПОЛУЧЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ЭКСТРАКЦИЕЙ УГЛЯ

Ешова Ж.Т., Каирбеков Ж.К., Акбаева Д.Н., Токтасинова А.Ж., Касенова М.К., Таукебай Г.О.

НИИ Новых химических технологий и материалов
«КазНУ им. аль-Фараби» МОН РК, Республика Казахстан, г. Алматы,
E-mail: zh_yeshova@mail.ru, dnakbayeva@inbox.ru

The results of Oi-Karagai deposit brown coal extraction by boiled aromatic solvents (benzene, toluene) in Soxlett apparatus are presented. It was established that with temperature increase and pressure in products of brown coal processing the share of aromatic structures decreases.

На сегодняшний день топливно-энергетический кризис можно решить поиском альтернативных методов рационального использования традиционных источников энергии. Поскольку уголь является сложнейшим органоминеральным образованием и обладает разнообразными свойствами, то это предопределяет возможность его использования практически во всех отраслях народного хозяйства [1, 2].

В данной работе приводятся результаты по получению органических веществ экстракцией угля органическими растворителями. Известно, что существующие технологии по переработке углей (пиролиз, коксование, полукоксование) энергозатратны. Они характеризуются относительно невысокой производительностью и низкой степенью конверсии органического вещества, что обуславливает поиск новых, высокоэффективных методов их переработки. Экстракция угля может быть относительно новым эффективным методом переработки углей. Процесс экстракции заключается в растворении низкомолекулярных компонентов, расположенных в порах угольного вещества, и как наблюдаемое частичное разрушение донорно-акцепторных связей, существующих между макромолекулами органической массы угля (ОМУ), и внедрение на их место молекул растворителя, т.е. разрушение надмолекулярной структуры. Процесс экстракции бурого угля Ой-Карагайского месторождения был проведен в сверхкритических условиях под давлением и с использованием аппарата Сокслета при температуре кипения растворителей. В качестве растворителей были использованы бензол и толуол. Полученные жидкие продукты исследованы хроматографическим методом анализа. Результаты показали, что большую часть бензольного экстракта, полученного в сверхкритических условиях, составляют парафиновые (70,3 %) и нафтеновые (17,9 %) углеводороды. Углеводородный состав толуольного экстракта представляет собой сочетание парафинов (53,1 %), циклоалканов (13,6 %) и ароматических углеводородов (22,3 %). Бензольный и толуольный экстракты, полученные при температурах кипения растворителей, содержат парафины – 21,9 % и 7,9 %, ароматические – 39,6 % и 80,9 % и кислородсодержащие углеводороды – 20,2 % и 7,9 % соответственно. Было установлено, что с повышением температуры и давления в продуктах переработки бурого угля доля ароматических структур уменьшается.

Литература:

1. Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля. – Москва: изд. МГГУ, 2003. – С. 335-485.
2. Борисенко А.В. Углехимия, как основа экологизации угольной отрасли //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Изд-во: Московского государственного горного университета. 2005. – № 10. – С.188-195.

Работа выполнена по гранту МОН РК № 505, по приоритету 5.1. «Фундаментальные исследования в области естественных наук», по программе «Разработать научные основы переработки горючих ископаемых и получения новых материалов».

СОРБЦИЯ КАТИОНОВ МЕДИ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ УГОЛЬНЫМИ СУБСТАНЦИЯМИ

[1]Жеребцов С.И., [1]Малышенко Н.В., [1]Брюховецкая Л.В., [2]Лырщиков С.Ю., [1]Исмагилов З.Р.

[1]Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

[2]Кемеровский научный центр СО РАН

E-mail: sizh@yandex.ru

Copper cations sorption at brown coals samples, humic acids derived from them, and coal residues was studied. By NMR, EPR spectroscopy, pH metry has proved that the predominant mechanism for the sorption of humic acids is ion exchange, coal residues - complexation. Initial coals adsorb copper by the mixed mechanism.

Механизм взаимодействия гуминовых кислот (ГК) с катионами металлов является объектом интенсивной дискуссии. При сорбции катионов металлов ГК возможны следующие механизмы: ионный обмен; комплексообразование с электронодонорными функциональными группами; комплексообразование с образованием связи Me^{z+} – ГК за счет наличия на поверхности свободных π-электронов; окислительно-восстановительные реакции восстановления катионов металлов до элементной формы. Исходные угли и угольные остатки (УО), в свою очередь, также могут проявлять сорбционные свойства.

В данной работе исследован процесс сорбции катионов меди из водного раствора $Cu(NO_3)_2$ (С=0,1 моль/л, pH=4,13) образцами бурых углей Тюльганского месторождения (БУТ), Тисульского месторождения (БУТС) и Тисульского месторождения, окисленный в пласте (БУТСО), ГК, извлеченными из них и УО после выделения ГК.

Определены сорбционные емкости (Е) образцов по катиону меди. Максимальной поглотительной способностью (Е=3,6 мг-экв/г) обладает УО БУТС.

С привлечением методов ИК Фурье-, ^{13}C ЯМР-, ЭПР- спектроскопии охарактеризованы исходные образцы, и образцы, содержащие катионы меди. БУТСО является более ароматичным и содержит большее количество карбоксильных групп. Уменьшение значения pH равновесного раствора при сорбции Cu^{2+} образцами ГК и исходных углей свидетельствовало о протекании процесса ионного обмена. Сорбция катионов меди углями, ГК и УО снижает количество парамагнитных центров в исследуемых образцах и приводит к снижению интенсивности в разной степени сигналов спектров ЭПР и ЯМР, что свидетельствует о взаимодействии катионов меди с полисопряженными ароматическими фрагментами структуры образцов и кислородосодержащими группами.

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы. Сорбционную способность проявляют не только гуминовые кислоты, но и угли, и угольные остатки. Ионный обмен и комплексообразование в разной степени вносят вклад в процесс сорбции катионов меди угольными субстанциями. В случае гуминовых кислот наблюдается преобладание ионного обмена, для угольных остатков - образование координационных соединений катионов меди с отрицательно заряженными фрагментами структуры, для углей – смешанный механизм. Угольные субстанции могут выступать в качестве полидентатного лиганда.

Способность угольных субстанций поглощать катионы металлов создает широкие перспективы для их разделения и извлечения из различных сред, очистки сточных вод с использованием недорого и доступного сырья.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ МАССЫ УГЛЯ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Журавлев Ю.Н., Федоров И.А., Порохнов А.В.

Кемеровский государственный университет, E-mail: zhur@kemsu.ru

Organic mass of coal - a complex mixture of substances with different chemical structure, physical structure and properties. Differences in the material composition and the degree of metamorphism caused greater differentiation of technological properties of coals. Given the characteristics of the structure and composition of coal may predict performance indicators solid fuel use in various energy technology processes.

Элементный состав органической массы угля (ОМУ), структура макромолекул и характер надмолекулярного структурирования определяют основные физико-химические свойства углей [1]. В связи с этим возникает необходимость в установлении связи между структурой и свойствами углей – одна из основных проблем углехимии, которая заключается в прогнозировании физико-химических свойств ОМУ по данным структурно-химических показателей – элементного, функционального и фрагментного.

Основная масса ОМУ представляет собой трехмерный полимер нерегулярного строения и для установления взаимосвязи структуры и физико-химических свойств углей используется среднестатистическая структурная единица (ССЕ ОМУ). Главными элементами такой структуры являются ароматические кластеры, взаимодействия между которыми носят ванн-дер-ваальсов характер. Определение их геометрической структуры, электронного, колебательного спектров, термодинамических потенциалов и функций посвящена настоящая работа.

Методом исследования является компьютерное моделирование, основанное на современных подходах квантовой химии твердого тела и реализованное средствами коммерческих и свободно распространяемых специализированных пакетов прикладных программ GAMESS, CRYSTAL09, Quantum ESPRESSO. Для учета дисперсионных сил используется эмпирическая дисперсионная поправка Гриммма в схемах DFT-D3(BJ) и vdW-DF2, которая для димера и кристалла пирилена показывает вполне удовлетворительные результаты [2].

Общая формула ССЕ ОМУ $C_{n1}H_{n2}O_{n3}N_{n4}S_{n5}$, где n1-n5 соответственно числа атомов углерода, водорода, кислорода, азота и серы. Их число определяется элементным анализом и стехиометрическим уравнение реакции для рассчитанной теплоты сгорании угля. Для установления структурных особенностей ССЕ ОМУ возможно использовать данные ИК-спектроскопии. Так простейшая гипотетическая структура ОМУ ССЕ представляет собой молекулу антрацена с присоединенными двумя метилами, этилом и гидроксильной группой. В процентном содержании это составляет: С – 86.4%, Н – 7.2%, О – 6.4%, что по сертификату качества, соответствует составу концентрата смеси угля смеси марок ГЖ+К. Вычисленная удельная теплоемкость при 300 C_v=1.14 кДж/(моль·К) хорошо согласуется с данными для жирных (1.21) и коксовых (1.11) углей.

Литература:

1. *Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля. – М.: изд-во МГГУ, 2003*
2. *Fedorov. I.A.. Zhuravlev Y. N, Berveno V. P. Structural and electronic properties of perylene from first principles calculations // J. Chem. Phys. 2013,V.* ***138****, N 094509*

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРОКОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЫЛИ ГОРНОГО, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВ

Журавлева Н. В.[1,2], Потокина Р. Р.[1], Исмагилов З. Р.[2]

[1] ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», г. Новокузнецк

E-mail: zhuravleva_nv@zsic.ru, potopkina_rr@zsic.ru

[2]Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

E-mail: IsmagilovZR@iccms.sbras.ru

Particle size distributions of industrial dusts were analysed by laser light diffraction on sizer ANALYSETTE 22 MicroTec plus (FRITSCH, Germany). It is shown that results of measurements are depends from the composition of dispersive fluids and properties of investigated materials.

Изучение гранулометрического состава дисперсных материалов является важной составляющей в осуществлении технологического контроля в синтезе материалов с заданными свойствами (сорбентов для хроматографии, катализаторов, лекарственных препаратов и др.). Кроме того, исследование распределения частиц по размерам необходимо для решения экологических задач: выбора способов очистки промышленных выбросов в атмосферу, расчета рассеяния выбросов от стационарных источников, оценки пределов взрываемости дисперсных материалов и др. Все большее значение имеют такие исследования и в гигиенических оценках токсичности частиц определенного размера в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе населенных мест.

Распределение частиц по размерам определяли на анализаторе ANALYSETTE 22 MicroTec plus (FRITSCH, Германия), который позволяет проводить измерения в диапазоне 0,08–2000 мкм. При диспергировании в жидкой среде материал пробы вводился в замкнутый жидкостный циркуляционный контур, после чего непрерывно перекачивался через измерительную ячейку. Во время перекачки в измерительный контур был интегрирован ультразвук для разрушения агломератов и получения отдельных, сепарированных частиц. Результаты измерений обрабатывали с помощью программного средства MaScontrol и отображали в виде дифференциального и интегрального распределения частиц по размерам.

Показано, что для дисперсных материалов с широким распределением частиц по размерам целесообразно включение в схему исследований ситового анализа для отделения фракции частиц более 500 мкм и получения однородной пробы. Установлено отрицательное влияние скорости перекачивания и мощности ультразвука при проведении измерений дисперсного состава пыли, частицы которой имеют магнитные свойства. Такой эффект наблюдается для проб металлургической пыли и некоторых зол уноса теплоэнергетических установок.

Состав диспергирующей жидкости подбирался в зависимости от типа исследуемых материалов. При изучении гидрофобных образцов (угольной пыли) использовались добавки поверхностно-активных веществ, растворов солей. Для измерения цементирующихся материалов использовалась неводная среда (ацетон). Данные гранулометрических определений проб подтверждались микроскопическими исследованиями.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАНА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НА ГРАНИЦАХ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Журавлева Н.В., Потокина Р.Р., Федотова С.В.

ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», г. Новокузнецк

E-mail: zhuravleva_nv@zsic.ru

Concentrations of methane and carbon dioxide were detected on the boundaries of the sanitary protection zones of coal mining enterprises, landfills and settlements. Air samples were analyzed by gas chromatography. It is shown that results of measurements do not exceed the maximum permissible concentrations.

Метан и углекислый газ являются основными парниковыми газами, поступающими в атмосферу из природных и антропогенных источников. На территории Кемеровской области главными объектами, загрязняющими воздушный бассейн данными веществами, являются угледобывающие предприятия, теплоэнергетические предприятия, полигоны ТБО, автотранспорт.

Целью данной работы является определение содержания метана и CO_2 в атмосферном воздухе на границах санитарно-защитных зон (СЗЗ) передвижных дегазационных установок (ПДУ) угледобывающих предприятий, на границе СЗЗ полигона ТБО, в атмосферном воздухе населенных мест.

Отбор факельных и подфакельных проб воздуха осуществлялся в герметичные контейнеры объемом 1 $дм^3$ с учетом метеорологических параметров окружающей среды. Определение концентрации исследуемых компонентов проводилось на газовых хроматографах «Кристалл-5000.2.» Метод анализа основан на сочетании газожидкостной и газоадсорбционной хроматографии с использованием детекторов по теплопроводности (ДТП) и пламенно-ионизационных детекторов (ПИД). Чувствительность методов составляет: для метана – 0,2 $мг/м^3$, для углекислого газа – 0,01 % об.

За период с 2011 по 2013 г.г. было проанализировано более 500 проб атмосферного воздуха. Диапазоны содержания метана в атмосферном воздухе составляют от 0,31 до 143,61 $мг/м^3$ (на границах СЗЗ ПДУ), от 1,08 до 3,89 $мг/м^3$ (на границе СЗЗ полигона ТБО), от 0,94 до 2,28 $мг/м^3$ (на территории населенных пунктов). Концентрации углекислого газа находятся в пределах от 0,043 до 0,065 % (на границах СЗЗ ПДУ), от 0,038 до 0,049 % (на границе СЗЗ полигона ТБО), от 0,035 до 0,038 % (на территории населенных пунктов).

Для разовых проб метана, отобранных на границе СЗЗ ПДУ, найденные максимальные концентрации составляли от 119,15 до 143,61 $мг/м^3$, (при ОБУВ 50 $мг/м^3$). Средний уровень содержания этого компонента на границе СЗЗ полигона ТБО и на территории населенных пунктов не превышает допустимой концентрации. Содержание CO_2 в пробах воздуха, отобранных на границах СЗЗ ПДУ и полигона ТБО, превышает фоновый уровень углекислого газа по России (от 0,034 до 0,037 %.) в 1,5 раза. В атмосферном воздухе населенных пунктов этот показатель находится в пределах фона.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАУ В УГЛЯХ МЕТОДАМИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ И ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ

Журавлева Н. В.[1,2], Потокина Р. Р. [1], Хабибулина Е. Р.[1,2], Исмагилов З.Р. [2]

[1]ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», г. Новокузнецк

[2]Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

E-mail: main@zsic.ru, e-kate@sibmail.com

The results of studying of the distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in the coal are presented. The study was conducted by HPLC and GC/MS using different methods of sample preparation.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) относятся к стойким экотоксикантам и входят в состав органической массы углей. Эмиссия ПАУ в окружающую среду возможна на этапах добычи, складирования и транспортировки, а также при процессах высокотемпературной переработки угля. Представителем данного класса соединений, обладающим сильным канцерогенным действием, является бенз(а)пирен и в России нормируется только его содержание. Однако бенз(а)пирен менее устойчив к влиянию окружающей среды, чем другие ПАУ и на его долю приходится около процента от суммы ПАУ, среди которых многие обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, поэтому неправомерно оценивать канцерогенность проб только по бенз(а)пирену.

Цель исследования – определение ПАУ в углях разных стадий метаморфизма и установление влияния термо- и механохимического процессов пробоподготовки на достоверность определения ПАУ в пробах углей.

Для извлечения ПАУ использовалась экстракция органическими растворителями в ультразвуковом поле с рабочей частотой 35 кГц и мощностью 200 Вт в диапазоне температур 40-80 $^{\circ}$C. Ультразвуковая экстракция при низких температурах является предпочтительной, так как ПАУ относятся к термолабильным соединениям.

Исследование проводилось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на приборе LC-20AD Prominence («Shimadzu», Япония), оборудованным спектрофлуоресцентным детектором RF-20A и спектрофотометрическим детектором с диодной матрицей SPD-M20A. Определение концентраций индивидуальных ПАУ проводилось в условиях программирования детектирования по времени на максимумах возбуждения и испускания для каждого соединения.

Определение ПАУ методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ/МС) выполнялось с использованием следующего оборудования: хроматомасс-спектрометра SATURN 2000 («Varian», США), состоящего из хроматографа STAR 3400 и масс-спектрометра SATURN 2000. Идентификация индивидуальных соединений осуществлялась при помощи библиотечного поиска по библиотеке масс-спектров программного обеспечения и по времени удерживания стандартных веществ.

Результаты исследования показывают, что возможности методов ВЭЖХ и ГХ/МС в определении бенз(а)пирена в углях сравнимы по селективности и чувствительности. В то время как, метил-, этил- замещенные ПАУ (нафталины, фенантрены, пирены) могут быть определены только методом ГХ/МС.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ В ИУХМ СО РАН НА КОМПЛЕКСЕ СИАМС

Заостровский А.Н.[1], Грабовая Н.А.[1], Трясунов Б.Г.[1, 2], Исмагилов З.Р.[1]
[1]Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово
[2]Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
E-mail: catalys01@rambler.ru

The application of petrographic methods for assessing the quality of coking coal, coke strength prediction and optimization of the charge for coking based on petrographic parameters.

На коксохимические предприятия нередко поступают сложные смеси углей различных технологических групп и даже классов (марок). Эффективными методами, позволяющими достоверно установить, является ли данный уголь однородным по стадии метаморфизма (основной признак принадлежности угля к тому или иному классу) или смесью углей различных классов, являются методы петрографии. Определение отражательной способности витринита и снятие рефлектограмм на автоматизированном анализаторе петрографических свойств каменных углей SIAMS 620 позволяют достаточно достоверно контролировать идентичность партий поступающих на коксование углей. Прогноз механической прочности кокса и оптимизация состава шихт представляют собой единую задачу, так как заданная прочность кокса служит основным критерием оптимизации состава шихты [1, 2]. В основе метода лежат особенности взаимодействия микрокомпонентов углей в процессе коксования. Микрокомпоненты группы витринита и лейптинита (экзинита) при коксовании образуют продукты, составляющие изотропную жидкую фазу и обеспечивающие формирование пластического состояния углей. Эти микрокомпоненты по отечественной терминологии обозначаются как плавкие или спекающие, а за рубежом – как реактивные. Исследование петрографических характеристик некоторых марок угольных концентратов показало, что петрографический метод даёт возможность различить мономарки углей и их смеси (таблица).

Обогатительная фабрика	Марка	Качество угольных концентратов, %						
		$R_{o.r}$	V_t	S_v	I	ΣОК	A^d	V^{daf}
Щедрухинская	ГЖ	0,791	86	2	12	14	6,6	38
Междуреченская	КС	1,39	49	8	43	48	8,4	18,4
Тайбинская	ГЖ+КС	1,114	56	2	42	43	10,1	29,1

Автоматизированные приборы для определения петрографических показателей с компьютерной программой обработки аналитических данных позволяют проводить оперативный (в течение нескольких минут) контроль состава и качества поступающих углей, корректировать состав шихты и делают возможным создание автоматизированной системы управления качеством кокса.

Литература:

1. Арцер А.С., Протасов С.И. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование. Кн. 1. Кемерово: Кузбас. гос. техн. ун-т, 1999. – 177 с.

2. Еремин И.В., Лебедев В.В., Цикарев Д.А. Петрография и физические свойства углей. М., Недра. 1980. 263 с.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НИКЕЛЬ-КАДМИЙ

Захаров Ю.А.[1,2], Вальнюкова А.С.[1,2] , Пугачев В.М.[1]

[1]Кемеровский государственный университет, г. Кемерово

[2]Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

E-mail: Nastya711@bk.ru

Possibility of receiving is shown by a chemical method of the nanostructured Ni-Cd system. The fields of formation of nonequilibrium solid solution, formation intermetallic compound and differences of the NPS magnetic properties were established.

Создание новых наноразмерных и наноструктурированных полиметаллических систем (НПС) и поиск областей их применения является эффективно развивающимся направлением материаловедения; важнейшим при этом является разработка способов получения новых НПС и исследование особенностей их свойств, связанных с наноразмерностью систем.

Ранее в нашей лаборатории были установлены и проанализированы эти особенности для ряда НПС. Среди остающихся неизученными важен вопрос о возможности и условиях формирования упорядоченных фаз (интерметаллидов) в таких НПС, макроразмерные аналоги которых эти фазы имеют. В настоящей работе изучен процесс получения НПС Ni-Cd и рассмотрены особенности фазового состояния в области составов богатых никелем (до 20 мол.% кадмия).

Получение порошков НПС Ni-Cd проводилось восстановлением гидразингидратом в сильнощелочной среде при температуре 90 ^{0}C смесей водных растворов нитрата кадмия и хлорида никеля. Оптимизация условий синтеза варьированием концентрации реагентов, щелочности, времени восстановления и температуры позволила получить рентгенографически чистую (без промежуточных продуктов) НПС (рис. 1) и установить принципиальное отличие фазового состава её от фазовой диаграммы (ФД) массивной (макроразмерной) системы. В рассмотренной области составов макроразмерная система Ni-Cd является двухфазной (смесь Ni и интерметаллида NiCd). Полученная же нами система в области ≤ 12 мол% Cd однофазна; положения рефлексов на рентгенограммах не соответствуют стандартным для указанных фаз, а характер зависимости параметров решетки свидетельствует об образовании твердого раствора (рис. 2). При содержании 20 мол.% Cd формируется также интерметаллид Cd_5Ni (рис. 1), имеющийся на ФД равновесной системы, но в области богатой кадмием (≈ 20 мол.% Ni). Отмеченные особенности фазовых составов приводят к различиям магнитных характеристик НПС и массивных образцов системы Ni-Cd, также рассматриваемым в работе.

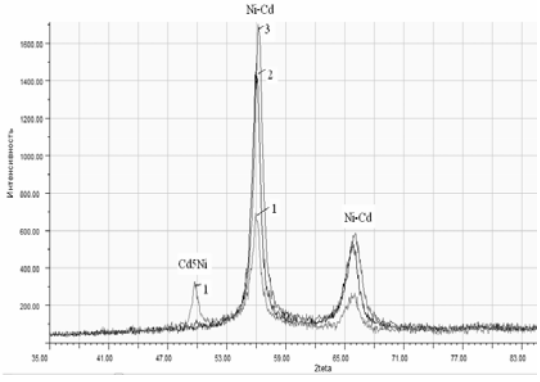


Рис.1. Рентгенограммы НПС Ni-Cd (1 - 20 мол.% Cd; 2,3 – 10 и 5 мол.% Cd соответственно)

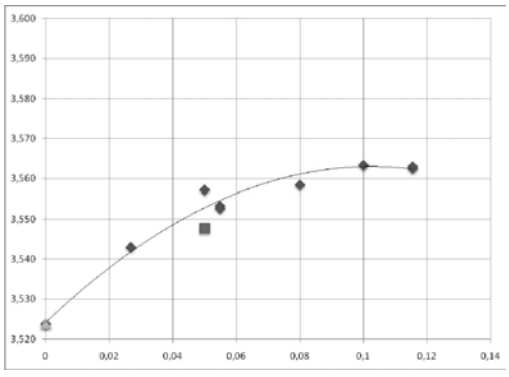


Рис. 2. Зависимость параметра ГЦК ячейки от мольной доли Cd

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПОРОШКИ СИСТЕМЫ Fe−Co−Ni – ПРАКТИЧЕСКИ АКТУАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

Захаров Ю.А.[1,2], Пугачев В.М.[1], Датий К.А. [1,2]

[1] Кемеровский государственный университет

[2] Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

E-mail: zaharov@kemsu.ru

The present paper describes the results in the field of receipt and investigation of the properties of nanostructured powders system Fe - Co – Ni. The magnetic characteristics of the product are considered.

Ввиду широкого практического использования сплавы Fe–Co–Ni в макроразмерном состоянии хорошо изучены, работы же по изучению наноструктурированных порошков (НСП) этой системы, полученных химическими способами, практически отсутствуют. В то же время они является перспективным для создания из них или на их основе новых конкурентоспособных функциональных материалов. В настоящей работе изучен комплекс физико-химических свойств НСП Fe – Co – Ni, полученных при совместным восстановлением гидразингидратом в щелочной среде смесей водных растворов солей металлов.

В оптимизированных условиях синтеза получены рентенографически чистые образцы, по итогам изучения фазовых составов (дифрактометры Дифрей-401, ДРОН–3, Bruker D8 Advance), которых построена отвечающая условиям синтеза диаграмма фазовых состояний и установлены ее особенности относительно известной фазовой диаграммы системы в макроразмерном состоянии. Они заключаются в сужении областей взаимной растворимости компонентов и как следствие - в расширении двухфазных зон, а также в наличии. запрещенной правилом Гиббса (для равновесных систем) трехфазной зоны - ОЦК (на основе Fe), ГЦК (на основе Ni) и ГПУ (на основе Co) фаз. Описанные особенности связаны с наноразмерностью кристаллитов НСП и неравновестностью системы.

Изучена морфология НСП. По данным электронной микроскопии (JEOL JSM 6390), рентгеновской дифрактометрии (дифрактометры КРМ-1, ДРОН-3), атомно-силовой микроскопии (микроскоп «Cypher»), измерению удельной поверхности и пористости (ASAP–2020), а также пикнометрической плотности установлена трехуровневая организация частиц: кристаллит – агрегат – агломерат. Кристаллиты (размер до 20 нм), слагают компактные агрегаты (40–80 нм), из которых состоят 200-300 нм агломераты.

Определены магнитные характеристики в наиболее актуальной области, богатой железом и кобальтом. Полученные НСП являются высокомагнитными (намагниченность насыщения σ до 220 Г*см^3/г), имеют слабую зависимость σ от температуры (в пределах от 5 до 300 К. Введение 10 масс.% никеля практически не влияет на магнитные свойства по сравнению с изученной ранее в нашей лаборатории системой Fe-Co. Сделан вывод о возможности управления магнитными характеристиками при изменении фазового состава и дисперсности образцов. При увеличении размеров частиц и изменении фазового состава наблюдаются изменения σ и существенное снижение остаточной намагниченности, в итоге система из умеренно магнитотвердого состояния переходит в состояние близкое к магнитомягкому.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ грант мол_а_№ 14-03-31648 и Министерства образования и науки РФ госзадание № 2014/64.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Исмагилов З.Р., Барнаков Ч.Н., Вершинин С.Н.

Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

E-mail: VershininSN@iccms.sbras.ru

В настоящее время одной из основных проблем угледобывающих регионов России является образование высокозольных отходов добычи и переработки угля. Так с одной тонны добытого угля образуется от 0,5 до 20 тонн отходов. В Кемеровской области, по разным оценкам, скопилось от 50 до 70 млн. тонн таких отходов. Их зольность меняется в широких пределах – от 10-15 до 70-80%. Сжигание и перевозка такого сырья технически и экономически нецелесообразны. Серьёзной опасностью складирования таких отходов является их склонность к самовозгоранию на открытом воздухе. Следовательно, помимо отчуждения земель, происходит загрязнение воздуха на площади, значительно превышающего территорию складирования отходов. Наиболее перспективным способом переработки вышеперечисленных отходов является их газификация. Наилучшие результаты достигаются при газификации в стационарном слое топлива и газификации в спутном потоке топлива с газифицирующим агентом. Производительность промышленных газогенераторов превышает десятки тонн угля в час. Главной задачей получения синтез-газа является его экономическая целесообразность.

В таблице 1 показано распределение затрат на промышленное производство одной тонны жидкого топлива по методу Фишера-Тропша в потоке порошкообразного катализатора (в %).

Таблица 1

Уголь	61,8
Производственные материалы	5,6
Эксплуатационные расходы	42,7
Прибыль от побочных продуктов	-10,1

Анализ таблицы показывает, что наибольшие затраты приходятся на уголь. Использование отходов промышленности, стоимость которых практически нулевая, заметно понизит стоимость получаемого жидкого топлива, теоретически в 2,6 раза. Вариация методов синтеза приводит к получению состава целевых продуктов необходимого для потребителя состава. В таблице 2 приведён сравнительный состав продуктов синтеза Фишера-Тропша.

Таблица 2

Конечный продукт	Процесс Sasol (железный катализатор)		Процесс Shell, кобальтовый катализатор, синтез в неподвижном слое
	Высокотемпературный синтез в кипящем слое	Низкотемпературный синтез в неподвижном слое	
Газ, масс.%	18	10	20
Бензин, масс.%	35	19	21
Дизельное топливо, масс.%	47	70	58
Отношение дизельное топливо/бензин	1,3	3,7	2,8

Анализ литературных данных позволяет сделать вывод, что использование высокозольных и мелкодисперсных отходов угольной промышленности позволяет организовать рентабельное производство искусственного жидкого топлива. Одновременно решаются и экологические проблемы.

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕКА ИЗ СМОЛЯНИСТЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА И ЕГО ТОКСИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Исобаев М.Д., Мингбоев Ш., Турдиалиев М., Пулатов Э.Х.

Институт химии Академии наук Р. Таджикистан, г. Душанбе

E-mail: coordin@yandex.ru

The report presents data on preparation of tar pitch from liquid waste products which are accumulated during the coal processing in the manufacturing of "Generated Gas". The tarry waste causes a serious imbalance in the ecology of the surrounding areas. By the way of step by step fractional separation of the coal's tarry waste the coal tar pitch was obtained. Physical-chemical characteristics and some of pharmacological properties, such as toxicity, allergic, bacteriostatic were investigated. The final product was successfully used to preparation in lab. conditions of the carbon based electrodes

В процессе производства генераторного газа на базе Таджикской алюминиевой компании (ТАЛКО) и аналогичной установке Восточной ТЭЦ г. Душанбе, происходит постоянное накопление в виде производственных отходов фенольной воды с высоким содержанием смолянистых веществ. Данная смесь органических веществ вносит серьезный дисбаланс в экологию близлежащих мест. В настоящее время нет определенного и продуманного подхода к решению возникшей экологической проблеме. Основная масса фенольной воды направляется на сжигание в топках ТЭЦ или отправляется в реактор в качестве реагента для получения генераторного газа. Утилизация фенольной воды таким путем не приводит к решению основной проблемы - обеспечения экологической безопасности. Исходя из такой постановки задачи, мы провели исследование, целью которого явилось переработка фенольной воды в ценные химические продукты. Последовательной высокотемпературной перегонкой, включая фракционирование под вакуумом, получен ряд фракций, которые могут быть источником индивидуальных органических соединений. Конечным продуктом данной технологической цепочки является каменноугольный пек. Данный продукт используется на ТАЛКО для производства угольных электродов и завозится в больших объемах. Следует отметить, что полученный каменноугольный пек не обладает резким запахом, в отличии от исходной фенольной воды. Проведенные испытания на биологическую активность показали, что каменноугольный пек не обладает аллергическим и раздражающим действием на кожный покров подопытных мышей, а так же проявляет бактериостатическую активность. Таким образом, у данного продукта имеется потенциальная возможность найти, совместно с бактерицидными добавками, применение в медицине в качестве мази наружного применения, типа «Мази Вишневского». Проведены испытания на возможность использования полученного каменноугольного пека в качестве связующего для производства угольных электродов. Исследования в этом направлении продолжаются.

ПРОИЗВОДСТВО ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ИЗ УГЛЯ ПО НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А., Джелдыбаева И.М.

Казахский национальный университет им.аль-Фараби, г. Алматы,
E-mail: miral.64

НИИ Новых химических технологии и материалов, г. Алматы

The paper illustrates the main advantages of Kazakhstan technology of producing motor fuels by hydrogenation of coal at low hydrogen pressure (5 MPa) than the process compared in the USA, Germany, Japan, and Russia.

Производство синтетического жидкого топлива (СЖТ) из твердых горючих ископаемых – важная и сложная научно-техническая задача. Эта проблема особенно актуальна в связи с быстрым ростом затрат на добычу и переработку нефти, с необходимостью экономить ее ресурсы, с постоянно увеличивающимся спросом на моторное топливо.

В научно-исследовательском институте новых химических технологий и материалов и на кафедре физической химии, катализа и нефтехимии при КазНУ им.аль-Фараби создана комплексная технология переработки углей ряда месторождений Казахстана с получением жидких продуктов (синтетическая нефть, химические соединения), ценных газов, твердых органических (гуминовые препараты, битум, кокс) и неорганических (шлак, цветные металлы) остатков. При дистилляции синтетических жидких продуктов получены бензин, дизтоплива и мазут. На основании выполненных научно-исследовательских работ проведена проектная работа по переработке 65 тыс.т/год Каражыринского угля в жидкое топливо и другие продукты топливного назначения.

Основные преимущества казахстанской технологии получения моторных топлив гидрогенизацией угля по сравнению с процессами, разработанными в других странах следующие: сушка и термоподготовка угля осуществляется в установке нисходящей сушки; вследствие применении низкого давления (до 5 МПа) снижение удельных капитальных вложений в строительство промышленного завода в 5 раз; переработка шлама с применением современных осадительных центрифуг; отсутствие необходимости введения специальных добавок (например, антрацена или лигнина), инициирующих термолиз и препятствующих протеканию реакций полимеризации и поликонденсации; применение малодефицитных дешевых катализаторов одноразового использования на основе природных рудных материалов и отходов металлургических производств на стадии ожижения угля, что позволяет исключить из технологической схемы процесса стадию сжигания шлама и регенерации катализатора и тем самым улучшить экономические показатели производства; ведение процесса с применением технического пастообразователя – донора водорода нефтяного или угольного происхождения и образующихся газообразных продуктов; применение различных методов активации исходного сырья, позволяющих снизить давление процесса с 30-70 МПа до 5,0 МПа; разработанная технологическая схема получения жидких топлив включает стадии предварительной активации исходного сырья, приготовления катализатора и углемасляной пасты, гидрогенизации угля, разделения продуктов и утилизации шлама.

Реализация данного проекта позволит эффективно решать важные производственные, экономические, экологические и социальные проблемы.

СОВМЕСТНАЯ КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ И БУРЫХ УГЛЕЙ

Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А., Емельянова В.С.
Казахский национальный университет им.аль-Фараби, г.Алматы,
E-mail: miral.64
НИИ Новых химических технологии и материалов, г. Алматы

This paper presents the results of investigation of the simultaneous catalytic thermal processing of oil shale and brown coal in Kazakhstan.

В последнее время исследователи уделяют большое внимание исследованию процессов одновременной термокаталитической переработке горючих сланцев и бурых углей.

Наиболее актуально это для Кендырлыкского, Мамытского и Шубаркольского месторождений, где одновременно присутствуют и бурые угли и сланцы. Исследования показали, что органическая и минеральная части горючих сланцев оказывают активирующее действие на термокаталитическое превращение бурых углей, тяжёлых остаточных нефтепродуктов и жидких высококипящих отходов некоторых нефтехимических производств. По-видимому, объяснение активирующему эффекту горючих сланцев заключается в следующем: образующиеся в интервале температур 390-440 °С жидкие продукты ожижения горючих сланцев содержат значительные количества тетрагидропроизводных конденсированных ароматических углеводородов, кислородных и азотистых соединений, а также алициклических спиртов, которые обладают (в этом интервале температур) водорододонорными свойствами.

Минеральная часть сланца, содержащая алюмосиликаты, оксиды железа и другие, каталитически активные формы металлов, в свою очередь активирует протекание реакций крекинга.

Наличие такого комплекса свойств у горючих сланцев вызывает изменение не только реакционной способности компонентов углеводородного сырья, но и размеров надмолекулярных структур, являющихся составной частью такой дисперсной системы, и подготовке сырьевой смеси, при её нагревании и гидрогенолизе. Как показали результаты исследований, каталитические свойства горючих сланцев позволяют осуществить в оптимальных условиях процесс гидрогенолиза органической массы углей и тяжёлого нефтяного сырья с высокой степенью их превращения в жидкие дистиллятные продукты без интенсивного коксо- и окатыше образования.

Как показали результаты исследований, каталитические свойства горючих сланцев позволяют осуществить в оптимальных условиях процесс гидрогенолиза органической массы угля с высокой степенью превращения в жидкие дистиллятные продукты без коксообразования. Степень превращения смеси органической массы сланца и угля и сланца гораздо выше, чем угля. Твёрдый остаток с т. кип. выше 320 ºС испытан в качестве органического вяжущего для дорожного строительства. Битумы на основе продуктов переработки смеси сланца и бурого угля месторождения Кендырлык удовлетворяют требованием ГОСТ 22245-76 на нефтяные битумы.

ОСОБЕННОСТИ СОВМЕСТНОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ И ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА ЭТИЛЕНОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Красникова О.В.[1], Андрейков Е.И.[1,2]

[1]Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского, г. Екатеринбург
E-mail:cc@ios.uran.ru
[2]ОАО «ВУХИН», г. Екатеринбург
E-mail: vuhin@nexcom.ru

The aim of this study was to research a coal tar and heavy pyrolysis oil co-distillation with the producing of coal tar/petroleum pitch. It was found that in the course of the distillation the hydrogen transfer from coal tar compounds to heavy pyrolysis oil unsaturated compounds occurred. The propositions for the keeping of the naphthalene fraction quality by co-distillation were developed.

Каменноугольный пек широко используется в качестве связующего и пропиточного материалов в технологиях получения различной углеродной продукции: анодов в алюминиевой промышленности, графитированных электродов и углеродных композитов. В последнее время, вследствие снижения объемов производства металлургического кокса, происходит снижение производства каменноугольного пека, поэтому мощности коксохимических установок по переработке каменноугольной смолы не загружены и могут быть использованы для совместной переработки каменноугольной смолы и близких по составу нефтехимических продуктов.

В настоящей работе изучали процесс совместной дистилляции каменноугольной смолы и тяжелой смолы пиролиза этиленовых производств с целью получения нефтекаменноугольного пека. Было установлено, что при совместной дистилляции имеет место химическое взаимодействие смол, что приводит к неаддитивному изменению содержания нерастворимых в толуоле веществ, выхода летучих веществ и вязкости пеков. Показано, что при совместной дистилляции протекают реакции переноса водорода от многоядерных соединений каменноугольной смолы к непредельным соединениям тяжелой смолы пиролиза. Для доказательства реакции переноса водорода пропускали ненасыщенные соединения, инден и стирол, через слой каменноугольного пека, представляющего собой неперегоняемый остаток дистилляции каменноугольной смолы. При 300°С в продуктах, наряду с исходными соединениями, присутствуют этилбензол и индан. При увеличении температуры от 300 до 380°С конверсия стирола и индена в насыщенные продукты возрастает с 39 до 52 и 66%, соответственно. При переработке смесей смол важными факторами являются выход и качество технического нафталина, который реализуется как товарный продукт. В состав тяжелой смолы пиролиза входят метильные производные индана, которые являются активными азеотропообразующими компонентами, снижающими качество получаемой ректификацией нафталиновой фракции и эффективность ее последующей переработки в технический нафталин. Для сохранения качества нафталиновой фракции, полученной при совместной дистилляции, необходимо ограничить содержание тяжелой смолы пиролиза в смеси до 20%, либо предварительно отобрать из тяжелой смолы пиролиза фракцию с температурой кипения до 250°С. Пеки, полученные совместной дистилляцией каменноугольной смолы и тяжелой смолы пиролиза этиленовых производств, по своим характеристикам близки к каменноугольным пекам.

СВОЙСТВА ЗОЛООТХОДОВ ОТ СЖИГАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

Крашенинников О.Н., Белогурова Т.П., Цырятьева А.В.

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН

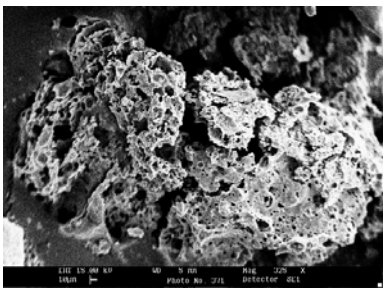
(ИХТРЭМС КНЦ РАН), г. Апатиты, e-mail: krash@chemy.kolasc.net.ru

Ash waste of burnt coal-water slurry obtained from coal concentration products has been investigated. The waste is shown to be applicable as concrete admixture. Pilot-scale testing of a technology of water-coal fuel burning is presented. The fuel is obtained from coal-cleaning products.

Научно-производственным предприятием «Сибэкотехника» проведена опытно-промышленная проверка технологии сжигания водоугольного топлива на основе побочных продуктов обогащения угля на экспериментальном комплексе (ОАО «Междуречье» Кемеровской обл., руководитель работ д.т.н. Мурко В.И.). Установлена принципиальная возможность использования технологии с необходимостью доведения до оптимального параметра по более полному сжиганию органической части.

В лаборатории бетонов ИХТРЭМС КНЦ РАН выполнены исследования золоотходов от сжигания ВУТ на основе этих продуктов. По химическому составу главными минеральными компонентами являются SiO_2 – (до 40%), Al_2O_3 – (до 21%), и Fe_2O_3 – (до 4%). Содержание CaO и MgO в золоотходах составляют – до 5% и до 2% соответственно, а Na_2O и K_2O – до 1.5%. Содержание SO_3 не превышает 0.6%. Исследуемые золоотходы относятся к низкокальциевым золам (M_o – 0.15), по модулю основности (M_c – 1.70) – к кислому типу, по суммарному критерию качества (К – 0.66) – к группе скрыто активных или инертных материалов. В минеральном составе исследуемых золоотходов выделено 6 основных минеральных фаз: шлак – 60 %; графит – 20 %; стекло – 18 %; магнетит – 1 %; железо – 0.5 % и гематит – 0.5 %.

Зерновой состав золоотходов представлен преимущественно зольной частью: содержание фракций менее 0.315 мм составляет 72.5%. Размер частиц золоотходов находится в пределах значений от 1 до 100 мкм. При этом 75% частиц имеют размер менее 60 мкм.



Характерной особенностью золоотходов от сжигания ВУТ является их низкая насыпная плотность (460 кг/м^3), высокая удельная поверхность (440 м^2/кг) и пористая структура (рисунок). Результаты испытаний свидетельствуют, что золоотходы соответствуют требованиям ГОСТ 25818-91 для всех 4 видов бетонных конструкций, в том числе работающих в особо тяжелых условиях.

Дальнейшие исследования планируется направить на совершенствование технологии сжигания ВУТ на основе побочных продуктов обогащения угля и на изучение взаимосвязи состава, структуры и свойств золоотходов от сжигания ВУТ как наполнителя бетонов.

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК МЕДИ И МЕТАЛЛОВ ПОДГРУППЫ ЖЕЛЕЗА НА ПОДЛОЖКИ ИЗ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кубылинская А.А.*, Жендарева А.А., Мороз Л.В., Иванова Н.В.
**Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово*
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово
anchem@kemsu.ru

By means voltammetry and SEM methods the electrodeposition of single and binary thin film systems (Cu, Fe, Co, Ni) on glassy carbon, graphite and porous carbon from various (complexing buffer and salt) background electrolytes was investigated.

Одним из перспективных направлений использования различных видов углеродных материалов, как компактных, так и обладающих высокоразвитой поверхностью, является создание на их основе металл-углеродных композитов, которые находят свое применение в качестве катализаторов химических и электрохимических реакций, а также при функционировании источников хранения заряда и магнитной информации. Несмотря на удачное сочетание таких свойств углеродных материалов как значительная электропроводность, химическая стойкость, низкая активность в побочных реакциях выделения кислорода и водорода, электролитические методы нанесения металлов на углеродные подложки разработаны сравнительно мало. Это связано, в первую очередь с энергетическими трудностями, возникающими при формировании активных центров, необходимых для формирования зародышей новой фазы при катодном восстановлении металла на инертную поверхность электрода. Целью настоящей работы явилось исследование процессов электролитического осаждения тонкопленочных структур на основе меди и металлов подгруппы железа индивидуально и в составе двойных систем. В качестве методов исследования использовались различные варианты вольтамперометрии в сочетании с электронной микроскопией. Подложками для электроосаждения являлись: стеклоуглерод, импрегнированный графит, а также пасты на основе пористых углеродных материалов. Первый этап работы заключался в выборе оптимального по составу электролита, обеспечивающего протекание катодных процессов с необходимыми скоростями. Рассмотрены различные варианты комплексообразующих и простых солевых сред. Показано, что наилучшие результаты обеспечивают либо щелочные буферные аммиачные (Co, Cu – Ni) и виннокислые (Fe–Ni), либо кислые сульфатные и хлоридные (Fe–Co) электролиты. В этих средах проведено изучение процессов электролитического сплавообразования в указанных системах, на основании закономерностей изменения параметров пиков анодного окисления, установленных при варьировании условий синтеза. В качестве характерной особенности всех рассмотренных систем, за исключением системы никель-медь, следует отметить формирование суммарного пика на вольтамперной кривой, отвечающего равномерному окислению фазы сплава типа твердого раствора, причем установлено, что потенциал данного пика явным образом связан с соотношением концентраций ионов металлов. Иные результаты получены при исследовании системы никель-медь: в этом случае нельзя говорить о равномерном окислении сплава постоянного состава - процесс распадается на несколько пиков, соответствующих, по-видимому, селективному разрушению различных фаз в составе одной двойной системы.

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ИЗОМЕРИЗАЦИЯ АЛКАНОВЫХ И АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА АНИОН-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСИДАХ

Кузнецов П.Н., Казбанова А.В., Кузнецова Л.И.
Институт химии и химической технологии СО РАН, г. Красноярск,
e-mail: kpn@icct.ru

The catalytic properties of zirconia modified by tungstate anions for the isomerization of mixtures n-heptane with benzene were studied. It was shown that the isomerization of n-heptane on the tungstated catalyst is fairly effective in the presence of a benzene (20 wt/%) at temperatures of 200-225 ° C Wherein benzene is almost completely converted into the respective naphthenic derivatives.

Рациональное использование ресурсов углеводородного сырья, получаемого из углей, нефтей и газовых конденсатов, является актуальной проблемой перерабатывающей промышленности. Жидкие продукты, получаемые в процессе пиролиза и ожижения углей, содержат значительное количество н-алканов, имеющих низкие значения октанового числа и ароматических углеводородов. Одним из перспективных путей улучшения эксплуатационных характеристик получаемых продуктов является процесс каталитической гидроизомеризации. С целью повышения качества получаемых продуктов (повышение октанового числа) и для выполнения современных экологических требований (снижение содержание бензола) целесообразно применение гидроизомеризационной переработки на бифункциональных катализаторах. Для проведения процесса гидроизомеризации необходим эффективный бифункциональный катализатор, гидрирующая способность которого обеспечивает осуществление реакции гидрирования бензола в циклогексан, а кислотные свойства - селективную изомеризацию циклогексана и содержащихся в сырье н-алканов в высокооктановые изомеры. Значительный интерес для процесса гидроизомеризации представляют платинасодержащие катализаторы на основе вольфрамированного диоксида циркония [1-4].

Ранее нами [1,4] были выполнены исследования по синтезу катализаторов на основе диоксида циркония, модифицированного вольфрамат-анионами, влиянию концентрации анионов на каталитическую активность в реакции изомеризации н-гептана. Установлено, что наиболее высокую изомеризующую активность проявляют контакты с содержанием вольфрамат-анионов в количестве 17-18 моль.%.

Целью настоящей работы являлось, исследование влияние температуры прокаливания $Pt/WO_4^{2-}/ZrO_2$ (содержание вольфрамат-анионов 17,6 моль.%) на каталитические свойства в реакции изомеризации смеси н-гептана с бензолом (20 мас.%).

Установлено, что на $Pt/WO_4^{2-}/ZrO_2$ катализаторе, сформированном при температуре 800 °С, изомеризация смеси н-гептана и бензола эффективно осуществляется при температурах 200-225 °С. При этом бензол практически полностью превращается в нафтеновые и метилнафтеновые производные. Проведенная оценка изменения октановых чисел (ОЧИ) жидких продуктов, показала их существенный рост от 18 для исходной смеси (20 % бензола) до 50 пунктов для продукта, полученного при 225^0С.

Литература:

1.Кузнецова Л.И., Казбанова А.В., Кузнецов П.Н. // Нефтехимия. 2012. Т. 52. № 2. С. 104-108.
2.Barton D.G., Stuart. Soled S.L., Iglesia E. // Topics in Catalysis. 1998. V. 6. P.87 – 99.
3.Vu T.N., Gestel J.van, Gilson J.P., Collet C., Dath J.P. and Duchet J.C. // J Catal. 2005. V. 231. P. 453.
4.Кузнецов П.Н., Кузнецова Л.И., Казбанова А.В. // ХИУР. 2010. №3. С.299 – 311.

ПОДГОТОВКИ БУРОГО УГЛЯ ДЛЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ

Кулагин Р.А., Кулагин О.Р.
Институт горного дела СО РАН, Новосибирск,
E-mail: kb03@mail.ru

Utilization of small waste brown coal production in the form of pellets for secondary application. A preparation for pressing without vehicle.

Цель работы: отработка некоторых параметров технологии брикетирования мелкозернистых и мелкодисперсных отходов добычи бурого угля без связующих методом статического прессования.

Примененные ранее приемы подготовки мелкозернистых и мелкодисперсных отходов (оптимальная влажность, фракционный состав, связующие и т.д.) не дали необходимых прочностных характеристики брикетов.

При наибольшей достигнутой прочности на одноосное сжатие (1,3 МПа) на поверхности брикетов образуются трещины, приводящие в дальнейшем к потере целостности брикета.

Установлено [1], что предварительная термообработка бурого угля перед прессованием обеспечивает достаточную прочность брикетов без применения связующих при статическом прессований.

В качестве предмета исследований были выбраны брикеты из бурого угля, полученные методом статического прессования при различных режимах термоподготовки. В процессе исследований были изучены следующие параметры брикетов:

- прочность на одноосное сжатие;
- изменение прочностных свойств при длительном хранений;
- поглощение влаги при длительном хранений.

Брикетирование выполняется на гидравлическом брикетном прессе ПБГ-400 с усилием прессования 400 кН.

Брикетная масса представляет смесь отходов бурого угля Канско-Ачинского разреза фракций до 5 мм, высушенная при температуре 105^0 С..

Размеры брикетов (диаметр х длина) - 50х50 мм, усилие прессования - 400 кН.

Анализируя результаты исследования предела прочности на одноосное сжатие брикетов можно выделить оптимальный диапазон тепловой выдержки брикетной массы в пределах 180 - 360 сек при температуре нагрева 150-250^0С, при этом величина прочности брикетов изменялась в диапазоне 1,95-3,26 МПа.

При длительном хранении брикетов в закрытом помещении прочность брикетов изменяется незначительно, содержание влаги в брикетах не изменяется.

Литература:

1. Езупова М.Д. Получение бездымного бытового топлива из бурых углей Канско-Ачинского бассейна методом термобрикетирования. Автореферат диссертаций. Москва-1995.

РЕЗУЛЬТАТЫ БРИКЕТИРОВАНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ И МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Кулагин Р.А., Кулагин О.Р.
Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск
E-mail: kb03@mail.ru

Utilization of small waste production in the form of pellets for secondary application, a study of some properties.

Продолжающееся накопление мелкозернистых и мелкодисперсных отходов производства ухудшает экологическую обстановку в районах добычи и переработки. Выполнены исследования по брикетированию отходов. В качестве связующей добавки применен экологически чистый материал - лигносульфонат.

В качестве предмета исследований были выбраны брикеты из мелкозернистых и мелкодисперсных отходов производства, полученные методом статического прессования. В процессе исследований были изучены следующие параметры брикетов:

- прочность на одноосное сжатие;
- изменение прочностных свойств при длительном хранений;
- поглощение влаги при длительном хранений.

Брикетирование выполняется на гидравлическом брикетном прессе ПБГ-400 с усилием прессования 400 кН.

Брикетная масса представляет смесь мелкозернистых или мелкодисперсных отходов фракцией до 5 мм и водного раствора лигносульфоната в пропорции 20:1 по сухой массе компонентов смеси.

Размеры брикетов (диаметр х длина) - 50х50 мм, усилие прессования - 400 кН.

Результаты брикетирования приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исходное сырье.	Предел прочности на одноосное сжатие, МПа.
Шламы, отсевы угольные	1,9 ÷ 6,0
Отсев из полукокса	1,3 ÷ 2,6
Отсев антрацита	0,6 ÷ 2,9
Отходы хвостов флотации угольной пены алюминиевых заводов	0,6 ÷ 5,3
Шлам минеральный газоочистки производства алюминиевого завода	0,6 ÷ 5,2

Средний показатель прочности на одноосное сжатие составляет 2,0 ÷ 3,5 МПа.

При естественной сушке брикетов в течение нескольких суток содержание влаги в брикетах стабилизируется, в дальнейшем, при длительном хранении в закрытом помещении, содержание влаги в брикетах не изменяется.

При длительном хранении брикетов прочность брикетов изменяется незначительно.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Лавриненко С.В., Китаев Г.А.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: serg86@tpu.ru

The current state and the main directions of research on the gasification of solid fuels. describes the global leaders of the industry and formulated the basic problem of the use of coal.

В настоящее время проблемы энергетики и энергосбережения приобретают все большее значение. Также актуальной проблемой остается вопрос повышения экологичности и безопасности производства энергии.

В последние годы в ряде промышленно развитых стран происходило наращивание доли атомных электрических станций (АЭС) для покрытия базовой нагрузки. В первую очередь это относилось к странам, не обладавшим большими ресурсами нефти и газа, а иногда и угля, – Франции, Литве, ФРГ, Бельгии, Швеции, Финляндии, Японии (например, во Франции доля АЭС в выработке электроэнергии составляет порядка 78 %) [1]. Однако после аварии 11 марта 2011 года на АЭС «Фукусима -1» в Японии, многие страны отказались от дальнейшего развития атомной энергетики и решили вернуться к развитию тепловых электростанций. Именно с технологиями газификации многие промышленные страны (США, Япония, Китай, Германия) связывают «второе рождение угля».

На конец 2010 года, в мире работали 154 завода по газификации угля: лидерами по числу проектов являются Китай (46 проектов), США (26 проектов) и Германия (20 проектов) [2]. Shell - крупнейшая компания работающая в этой области является и обладающая наибольшим в мире количеством проектов по превращению угля в газ с целью выработки электроэнергии. Несколько производителей, включая компании Ansaldo (Италия), Siemens и Mitsubishi Heavy Industries, создали коммерческие турбины, оптимизированные для сжигания синтез-газа. Японская фирма Hitachi Ltd разработала проекты в области новейших "чистых" технологий использования угля на ТЭС. В России относительно развита лишь технология подземной газификации угля, в результате которой получают сухой газ, пригодный для котельных и парогазовых установок.

Не смотря на значительный прогресс в области сжигания твердого топлива, практически все существующие технологии обладают значительными недостатками: плохие экологические характеристики (большие объемы золоотвалов, высокая эмиссия оксидов азота, проблема связывания в газовой фазе оксидов серы), а так же значительные потери энергии на собственные нужды (топливоподготовка). Поэтому основной задачей стоящей перед угольной промышленностью остаются разработка новых технологий позволяющих повысить маневренность, надежность и экологичность использования угля снижение при этом отходов производства.

Литература:

1. Шафорост Д.А. Технологические основы газификации угля в барботируемом расплаве шлака для экологически чистой и безотходной ТЭС / Дисс. … канд. техн. наук, 05.14.14. – Новочеркасск, 2000. – 196 с.

2. Газификация угля: Мировые тенденции/Л. Славинская // Нефтегазовая Вертикаль, 2011, 18, С. 13-16.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

Ларионов К.Б., Губин В.Е., Янковский С.А.
Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail: laryk070@gmail.com

A review of experimental studies to obtain a gas upon thermal decomposition of the solid fuel used in power equipment. Resolution of the task of building the experimental setup gasification of solid fuels. Formulates the basic aims of experimental studies.

В последние годы активное развитие получала атомная и газовая энергетика, но в связи с участившимися инцидентами на атомных станциях и ежегодным ростом цен на газ, чаша весов склонилась снова в сторону применения угля в энергетике. Развитие подземной и надземной газификации углей, торфа, древесины и т.д. рассматривается в мировом сообществе как возможность получения дефицитного и недорогого газообразного топлива, а также полуфабриката для дальнейшего получения жидких синтетических горюче-смазочных материалов. Великий русский химик Д.И. Менделеев в своей записной книжке оставил предположения о получении различных видов газа из углей дата записи 1882г. История применения газификации углей богата, но с ростом развития атомной промышленности и добычи природного газа, финансирование и все научные исследования по газификации топлив были переведены на второй план, а впоследствии отодвинуты вовсе на задний план. В связи со значительным снижением запасов нефти и газа мировое сообщество снова вспомнило о возможности более эффективного использования угольных запасов, которых на данный момент еще достаточное количество.

Процесс получения газа из углей является трудоемким как теоретически, так и экспериментально [1]. Современное научно-исследовательское прикладное и аналитическое оборудование позволяет получить наиболее точный и расширенный анализ элементного состава топлива, его теплофизические свойства, гранулометрический состав. Проведя анализ полученных результатов, открывается возможность более полного научного исследования газификации твердых топлив. Несмотря на многолетний опыт использования газификации углей, остаются открытыми множество не изученных процессов и способов получения газов. Учитывая увеличение спроса к получению газов не традиционным способом, экспериментальные исследования процессов газификации твердых топлив является актуальной прикладной задачей на перспективное будущее. В качестве основных экспериментальных направлений было выделено:

1) методика и исследования исходного топлива;
2) создание экспериментальной установки по получению продуктов газификации (синтез-газа) из модельного топлива.

Литература:

1. Донской И.Г., Шаманский В.А. Численное исследование процесса газификации угля и влияние режимных параметров на его интенсивность. // VIII Всероссийская конференция с международным участием «Горение твердого топлива». Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 13–16 ноября 2012 г. с. 38.1–38.7.

ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

[1,2]Лузгарев А.С., [2]Лузгарев С.В., [2]Ткаченко Т.Б., [1,2]Мороз А.А., [1]Самаров А.В., [1]Исмагилов З.Р., [1]Барнаков Ч.Н.

[1] Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово
E-mail: iccms@iccms.sbras.ru.ru,
[2] Кемеровский государственный университет, г. Кемерово
E-mail: organic@kemsu.ru

The possibility to create photochemically cured composites based on polydimethiylsiloxane rubber SKT doped by carbon nanomaterials and modified carbon nanomaterials were studied.

Одно из перспективных направлений в науке в настоящее время - получение композитов на основе полимеров наполненных углеродными наноматериалами (УНМ) [1]. Интересным, но малоизученным направлением в этой области является создание материалов на основе кремнийорганических полимеров.

Целью работы было создание новых композитных полимерных материалов для широкой области применения. В работе были исследованы возможность получения композитов фотохимического отверждения на основе полидиметилсилоксанового каучука СКТ, допированного УНМ, изучение его влияния на свойства полученного материала, а также создание модифицированных УНМ.

В качестве допанта использовался наноструктурированный углеродный материал КЕМ-3. Полученные тонкопленочные полимерные материалы были исследованы методами гель-золь анализа, термодериватографии и на прочность на разрыв.

Исследованиями показано, что, несмотря на поглощение УФ-света частицами нативного КЕМ-3, небольшая его добавка не влияет на прочность отверждённого СКТ, а также на степень его сшивания, но в то же время увеличивает общую термостойкость отвержденного полимера. Предложены механизмы влияния УНМ на физико-химические процессы, протекающие при фотолизе и термолизе полимера в его присутствии.

Для улучшения совместимости КЕМ-3 с полимерной матрицей изучено его химическое модифицирование путем озонолиза его озоно-воздушной смесью при комнатной температуре. По данным ИК-спектроскопии при этом наблюдалось его окисление с образованием карбонильных, карбоксильных и гидроксильных групп. Окисленный КЕМ-3 подвергался дальнейшей функционализации тионилхлоридом и пятихлористый фосфором для превращения данных групп в хлорсодержащие. Введение атомов галогена в углеродный наноматериал является интересным как с точки зрения придания ему новых свойств, так и с точки зрения дальнейшей его функционализации [2]. Использование модифицированных УНМ открывает широкие возможности получения новых перспективных композитных полимерных материалов.

Литература:

1. Бадамшина, Э.Р. Модифицирование углеродных нанотрубок и синтез полимерных композитов с их участием / Э.Р.Бадамшина, М.П.Гафурова, Я.И.Эстрин.- Успехи химии.- *2010, 79 (11). - С.1027-1064.*

2. Tasis, D. Chemistry of Carbon Nanotubes / D.Tasis, N.Tagmatarchis, A.Bianco, M.Prato.- Chem. Rev.- 2006, 106 (3), pp 1105-1136.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ БУРЫХ УГЛЕЙ И ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ

Мамылов С.Г., Ломовский О.И.
Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН
E-mail: mamylov@solid.nsc.ru

Thermal analysis of humic acids and lignite samples was carried out. Influence of mechanochemical sample treatment was shown. Energy of activation for each peak was calculated. Hypothesis of thermal stages interpretation was proposed.

Гуминовые кислоты – нерегулярный полифенольный полимер природного происхождения. Гуминовые кислоты, выделенные из торфов и из бурых углей, различаются составом и сложностью строения периферийной части и конденсированного ядра. Термическая стабильность названных объектов определяет их устойчивость в условиях выделения, хранения и использования.

Известно применение механохимической активации процессов переработки торфов и бурых углей для улучшения горючих свойств, для интенсификации и повышения селективности химического превращения гуминовых кислот.

Целью настоящей работы является исследование термического разложения гуминовых кислот (ГК) на уровне нахождения отдельных стадий и определения термохимических параметров, изучение влияния механохимической активации на эти стадии.

Термический анализ проводился на термоанализаторе Netzsch, в атмосфере воздуха, скорость нагревания 10 ^{o}/мин. Методика обработки результатов сводилась к анализу кривых ДТГ с определением числа и положения пиков (стадий термолиза) с последующим синтезом каждого пика. Для каждой из стадий на участке максимальной скорости реакции рассчитывалась энергия активации по уравнению Ерофеева-Колмогорова.

Сложность строения ГК и селективность превращения различных функциональных групп и фрагменотов в максимальной степени проявляются на дериватограммах образцов (до 6 пиков). Наиболее вероятная интерпретация процессов, определяющих появление пиков на дериватограммах, заключается в следующем:

- низкотемпературные пики (до 250С) соответствуют дегидратации ГК;
- высокотемпературный пик (более 600С) определяется процессами превращения конденсированных ядер - коксообразования;
- среднетемпературные пики (300-600с) с уменьшением массы соответствуют декарбонизации функциональных групп в периферийных и конденсированных частях структуры гуминовых кислот.

В результате механической обработки наблюдается сдвиг среднетемпературных пиков в холодную область. Таким образом, механическая обработка приводит к облегчению процессов декарбоксилирования кислотных групп в периферийной и конденсированных частях макромолекул ГК.

РАЗРАБОТКИ ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ ГОРЕНИЯ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НЕФТЕХИМИИ

Мансуров З.А.
Институт проблем горения
г. Алматы, Казахстан
E-mail: zmansurov@kaznu.kz

The report presents the results of studies of the Institute of combustion problems to obtain nanomaterials (fullerenes, nanotubes, polymer nanofibers, nanoparticles of metal oxides, carbon-mineral sorbents) of different functional purpose, and results of work in the field of processing of heavy oils, oil – bituminous Republic of Kazakhstan, the preparation of modified petroleum bitumen and asphalt with the addition of crumb rubber.

В настоящее время в мировой науке интенсивное развитие получили исследования в области нанотехнологий и наноматериалов различного функционального назначения. В Институте проблем горения были получены образцы смеси фуллеренов (C_{60}, C_{70}) в режиме горения $C_6H_6/O_2/Ar$ смеси с наложением электрического поля. С целью повышения выхода фуллеренов были проведены исследования по воздействию ацетилен – кислородного пламени на разные зоны по высоте бензол – кислородного пламени с применением кольцевой горелки [1]. Синтез слоистых графеновых пленок проводили в пропан-кислородном пламени, в качестве подложек использовались никелевые и медные пластинки, при различных параметрах горения были получены графены с различным количеством слоев от 1 до 10.

В контексте актуальности создания гидрофобных материалов были получены супергидрофобные углеродные поверхности в режиме горения газообразных углеводородов (пропан, бутан, изобутан), для получения гидрофобных композиционных материалов [2].

В связи с проведением «ЭКСПО – 2017» в Казахстане, актуальны разработки в области альтернативных источников энергии. Для повышения эффективности солнечных элементов, были использованы наночастицы оксидов металлов (никель, хром) с диаметром до 100 нм, синтезированных в пропан-кислородном пламени. Для кремниевого солнечного элемента с покрытием из наноразмерных частиц оксидов никеля с плотностью $8 \cdot 10^4$ частиц/см^2 увеличение эффективности солнечного элемента составило 11,2 % [3].

В связи с ежегодным снижением запасов нефти в мире возникает острая необходимость находить новые источники альтернативного чистого топлива. Известно, что в качестве такого топлива может выступать диметиловый эфир, получаемый из синтез-газа методом углекислотной конверсии метана. Была разработана технология получения катализаторов на стеклотканных носителях, в качестве активного компонента выступают наночастицы оксидов металлов (Co, Ni) с диаметром 5 – 20 нм. Данные каталитические системы показали высокую эффективность в процессе конверсии метана в синтез – газ [4-6]. В лаборатории углеродных наноматериалов им. Р.М. Мансуровой Института проблем горения, синтезирован углерод – минеральный сорбент на основе карбонизованного растительного сырья (абрикосовые косточки, рисовая шелуха), содержащий углерод

и оксид кремния и обладающий наноразмерной морфологией. Разработана и введена в эксплуатацию пилотная установка производительностью 5 кг углеродных материалов в час. Углерод – минеральный сорбент полученный путем карбонизации скорлупы абрикосовых косточек использовался в качестве анодного материала литиевых батарей [7]. Определено, что карбонизованная абрикосовая косточка проявляет стабильность в качестве анода в различных электролитах, включая разные соли и растворители при высоких значениях циклирования. Углерод – минеральный сорбент, полученный путем карбонизации рисовой шелухи использовался для экстракции фузикокцина. Фузикокцин является природным регуляторам роста растений. Было изучено действие очищенного фузикокцина на всхожесть семян пшеницы сорта «Надежда». Как показали проведенные опыты, применение фузикокцина повышает массу 1000 зерен на 15% и продуктивность на 10%. Были проведены полевые испытания, которые показали, что пшеница, обработанная биостимулятором, поспевает на 15 дней раньше, чем пшеница без обработки [8]. Совместные исследования, проведенные Институтом проблем горения КазНУ им. аль-Фараби совместно с кафедрой микробиологии Аахенского Университета прикладных наук (Германия) по изучению процессов связывания липополисахаридов токсического шока с наносорбентами карбонизированного растительного сырья, показало, что в течение 20 минут липополисахариды полностью сорбируются на углерод – минеральном сорбенте, полученный путем карбонизации рисовой шелухи [9].

Значительное развитие получили исследования в области переработки тяжелых нефтей, нефтяных остатков и отходов. Предложен способ получения битумов и асфальтобетонных смесей из нефтяных отходов путем превращения углеводородов под действием термического нагрева и окисления. Модельная установка по получению битумов и асфальтобетонных смесей из нефтяных отходов объемом 1,2 м^3 была испытана на месторождении Озен. В процессе эксплуатации установки было произведено свыше 50 т асфальтобетонной смеси. Результаты анализа проведенного в лаборатории ТОО «УЭС» (г. Актау) показали, что полученные асфальтобетонные смеси имеют объемную вес 2,07-2,08 г/см^3, водопоглощение 0,9-1,9 % об., предел прочности при сжатии 1,5-1,9 МПа. Эти показатели соответствуют требованиям ГОСТ 9128-97 на асфальтобетонные смеси типа Д^X [10].

Также проводятся работы по переработке нефтебитуминозных пород Республики Казахстан. Методом экстракции проведено извлечение природного битума нефтебитуминозной породы месторождения Мунайлы Мола Беке. Исследованием элементного, группового, фракционного состава и характеристик природного битума нефтебитуминозной породы установлено, что по составу и свойствам природный битум близок к аналогичным параметрам нефтяных дорожных битумов марки БНД 60/90. На опытно-промышленной установке приготовлены горячие щебеночные и песчаные асфальтобетонные смеси из нефтебитуминозной породы месторождения Мунайлы Мола. Испытание приготовленных смесей по проверенным показателям на соответствие требованиям СТ РК 1225-2003 показало, что смесь с содержанием 28 мас. % нефтебитуминозной породы по всем физико-

механическим показателям соответствует пористым асфальтобетонам марки 2. Асфальтобетонная смесь, приготовленная с добавкой 47 % нефтебитуминозной породы, соответствует плотным асфальтобетонам марки 3 [11].

Значительный интерес представляют работы по получению модифицированных нефтяных битумов и асфальтобетонов с добавкой резиновой крошки. Приготовлены асфальтобетонные смеси с резинобитумными вяжущими на основе дорожного битума марки БНД 60/90 с добавкой резиновой крошки и отработанного масла. Оптимальные параметры процесса приготовления резинобитумных вяжущих: соотношения резиновой крошки и отработанного масла 1:1 или 3:2; количество добавляемой резино-битумной смеси 10-20 %. Приготовлены асфальтобетонные смеси с резинобитумными вяжущими на основе дорожного битума марки БНД 60/90 с добавкой резиновой крошки и отработанного масла в определенном соотношении и количестве. Проведено опытно-промышленное испытание асфальтобетонной смеси с добавкой резиновой крошки в количестве 10 % мас. [12].

Литература:

1. Mansurov Z.A., Prikhodko N.G. The formation of polycyclic aromatic hydrocarbons, fullerenes, carbon nanotubes and soot in combustion processes. "Soot: Sources, Formation and Health Effects", Nova Science Publishers, Inc, USA. 2011. C. 97-149.

2. Mansurov Z.A., Nazhipkyzy M., Lesbayev B.T., Prikhodko N.G., Auyelkhankyzy M., Puri I.K. Synthesis Of Superhydrophobic Carbon Surface During Combustion Propane // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2012. – Vol. 14, № 1 . - P. 19-23.

3. Mansurov Z.A., Auyelkhankyzy M.. Lesbayev B.T., Chenchik D.I., Dikhanbayev K., Prikhodko N.G., Taurbayev T.I., Saveliev A.V. Increase of the Power of Solar Elements Based on Nanoparticles of Nickel Oxides Synthesized in Flame // Advanced Materials Research. – 2012. - V. 486. - P. 140-144.

4. Мироненко А.В., Алдашукурова Г.Б., Антонюк В.И., Шабанова Т.А., Мансуров З.А. Наноструктурированные Co – Ni катализаторы на основе стеклоткани для углекислотной конверсии метана // Ж. Горение и плазмохимия, 2008, том 6, №4, с. 278-286.

5. Z.R. Ismagilov, Z.A. Mansurov, N.V. Shikina1, S.A. Yashnik1, G.B. Aldashukurova, A.V. Mironenko, V.V. Kuznetsov, I.Z. Ismagilov // Nanosized Co-Ni/Glass Fiber Catalysts Prepared by "Solution-Combustion" Method // Nanoscience and Nanotechnology 2013, 3 (1). P. 1-9.

6. B. Aldashukurova, A.V. Mironenko, Z.A. Mansurov, N.V. Shikina, S.A. Yashnik, V.V. Kuznetsov, Z.R. Ismagilov // Synthesis gas production on glass cloth catalysts modified by Ni and Co oxides // Journal of Energy Chemistry 22(2013). P. 811–818.

7. Mansurov Z.A. Some Applications of Nanocarbon Materials for Novel Devices // R. Gross et al (eds.), Nonoscale-Devices - Fundamentals, Springer, 2006. - P. 355-368.

8. Емуранов М.М., Бийсенбаев М.А., Мансуров З.А., Сабитов А.Н., Басыгараев Ж.М., Ибрагимова С.А., Гильманов М.К. Новый углерод-минеральный сорбент для очистки биологически активных веществ // Вестник КазНУ. Серия химическая. - 2007. - №1 (45). - С. 296-300.

9. Артманн Г., Артманн А., Мансуров З.А., Дигель И., Жубанова А.А., Кожалакова А.А. Сорбция бактериальных эндотоксинов наночастицами на основе карбонизированного природного сырья // Вестник КазНУ, серия биологическая. - 2008. - № 1 (36). – С. 153-154.

10. Онгарбаев Е.К., Тилеуберди Е., Тулеутаев Б.К., Мансуров З.А. использование нефтебитуминозных пород для приготовления асфальтобетонных смесей // ISSO 1608-8425. Журнал промышленность Казахстана, 02.2012. - № 1 (70). - С. 87-90.

11. Tileuberdi Ye., OngarbaevYe.K., Mansurov Z.A.,Tuleutaev B.K., Akkazyn E.A. Physical and Mechanical Characteristics of Rubber-Bitumen Compounds // Chemical and Materials Engineering. – 2013. – Vol. 1. – No. 4. – P. 105-110.

12. Sultanov F.R., Tileuberdi Ye., OngarbayevYe.K., Mansurov Z.A., Khaseinov K.A., Tuleutaev B.K., Behrendt F. Study of Asphaltene Structure Precipitated from Oil Sands // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2013. – Vol. 15, №1. – P. 77-81.

ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА СОСТАВ И СВОЙСТВА ТОРФА

Мейдель И.М., Эпштейн С.А.
НИТУ «МИСиС», Москва, e-mail: meidel.izabella@gmail.com

It was found that mechanical activation of peat change the dynamics of moisture desorption from the peat, facilitated an increase in the yield of humic acids and increase sorption capacity of humic acid from peat in relation to ions of manganese and strontium.

Перспективным способом активации гуминовых кислот в составе торфов является их механическая активация (МА). Увеличение реакционной способности твердых веществ при МА происходит, в основном за счет накопления в твердом теле различного рода дефектов. Химические реакции особо чувствительны к такого рода дефектам, что объясняет высокую эффективность МА.

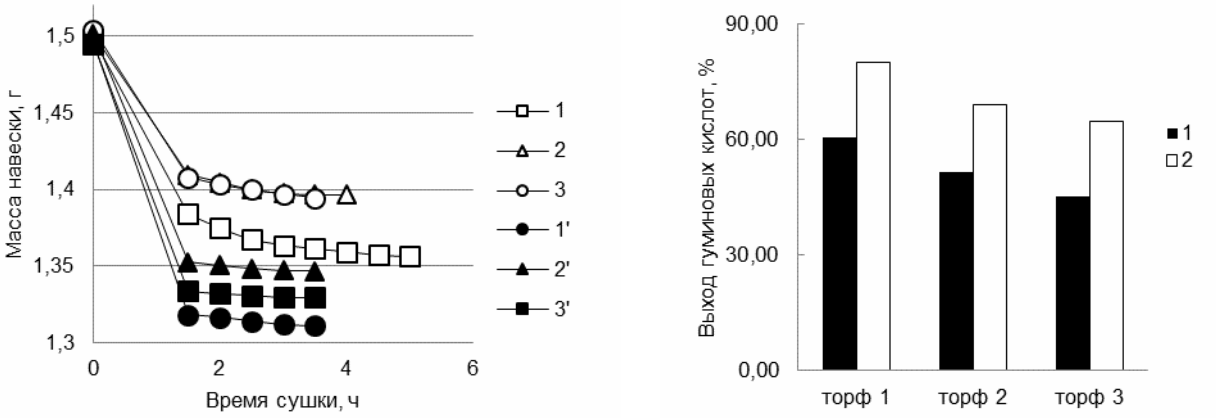
Для исследования были отобраны три торфа различных месторождений России.

МА проводили в лабораторной шаровой мельнице. Размер стальных шаров в среднем составлял 2 мм, время активации в интенсивном режиме – 30 минут.

При механической активации происходит разрушение механических связей в структуре торфа, качественно изменяется динамика десорбции влаги из торфов (рис. а).

Проводили оценку влияния МА на выход гуминовых кислот торфов (ГК). МА способствовала увеличению выхода гуминовых кислот во всех исследованных образцах. В среднем суммарный выход ГК после МА увеличился на 20% (рис. б).

а *б*



1, 2, 3 – исходные торф 1, торф 2, торф 3 соответственно; 1', 2', 3' – механоактивированные торф 1, торф 2, торф 3 соответственно

1 – торф; 2 – торф после МА.

Рисунок – Влияние МА на динамику десорбции влаги из торфов (*а*) и выход ГК (*б*)

В работе проводили исследования влияние механической активации торфа на и сорбционные свойства гуминовых кислот торфа.

Применение МА приводит к повышению сорбционной способности ГК по отношению к ионам марганца и стронция. При этом степень очистки от марганца и стронция составила 77,5 и 60,4 % соответственно.

Работа выполнена в рамках "Проведения научно-исследовательских работ (фундаментальных научных исследований, прикладных научных исследований и экспериментальных разработок)" задания № 2014/97 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания.

РАДИАЦИОННАЯ ОЦЕНКА УГЛЕЙ И ЗОЛООТХОДОВ ПЕЧОРСКОГО И КУЗБАССКОГО БАССЕЙНОВ

Мельник Н.А.

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН (ИХТРЭМС КНЦ РАН), г. Апатиты

E-mail: melnik@chemy.kolasc.net.ru

Abstract. In work results of studying of radiation characteristics of coal of the Pechora and Kuzbass pools are presented. Researches showed that studied fields contain natural radionuclides of rows U-238 and Th-232, K-40. The radiation assessment of ashes waste, being formed when burning coal by different ways is given.

Из литературных данных известно, что угли разных месторождений содержат природные радионуклиды, иногда в достаточно больших количествах. При сжигании угля активность концентрируется в золошлаковых смесях. Поэтому при добыче, обогащении и использовании каменного угля возможно радиационное загрязнение биосферы за счет технологически измененного естественного радиационного фона. В соответствии с нормативными требованиями по радиационной безопасности были проведены исследования в области радиационно-гигиенической оценки угля, добываемого на территории Печорского (Интинское и Воркутинское месторождения) и Кузбасского бассейнов, и широко используемого на местных тепловых станциях России.

Для исследуемых каменных углей характерно относительно невысокое содержание негорючих компонентов и преобладание в их составе кварца и глинистых минералов, аккумулирующих, как правило, радионуклиды. Исследования радиационно-гигиенических характеристик представительных проб угля этих месторождений показали, что в них содержатся кларковые количества ^{232}Th, которые характерны для низкой зольности угля. Удельная радиоактивность радиотоксичных нуклидов находится в пределах (Бк/кг): ^{232}Th - 5-15, ^{226}Ra - 15-110, ^{40}K - 20-300. Средние значения эффективной удельной активности ($A_{эфф}$) угля разных месторождений составляют 30-140 Бк/кг.

Для формирования минерального, химического и радиационного составов золы сжигаемых углей важное значение имеет как источник углей и его качество, так и технология сжигания. Для исследования были использованы зольные остатки, полученные от сжигания углей различных марок из разных угольных бассейнов: зола из отвалов, золошлаковые смеси (ЗШС), зола-унос (золоотходы). Во всех случаях активность золоотходов увеличивалась в 2-4 раза по сравнению с углем, значения $A_{эфф}$ составляли 90-300 Бк/кг. Максимальные значения характерны для золоотходов Кузбасского угля, наибольший вклад в $A_{эфф}$ вносят Ra-226 (45 %отн.) и Th-232 (36 % отн.). При этом в золе-уносе концентрируются в большей степени ^{238}U, ^{226}Ra и продукты его распада, в ЗШС - ^{226}Ra и ^{232}Th, в золоотвалах - ^{232}Th и ^{40}K. Исследуемые в разные годы ЗШС, полученные из углей разного типа, содержали уран-238 и торий-232 в количестве 0.0005÷ 0.0014 мас. % и 0.0006÷ 0.0023 мас.% соответственно. Зольные остатки по уровню радиоактивности относятся к I классу материалов и согласно НРБ-99/2009 (п. 5.3.4.) могут быть использованы в качестве наполнителей в производстве строительных материалов и изделий без ограничений по радиационному фактору.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЗОНОЛИЗА КАМЕННОУГОЛЬНОГО СЫРОГО БЕНЗОЛА В ПРИСУТСТВИИ ТВЕРДЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Михайлова Е.С.[1,2], Исмагилов З.Р. [1,2,3]

[1]Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

E-mail: Mihaylova ES@iccms.sbras.ru

[2] Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева,

[3]Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН

The effect of ozonation on the change of the component composition of coal crude benzene. Established that ozonation reduces the number of unsaturated, sulfur compounds, and the relative increase in the proportion of benzene.

На основании полученных результатов можно заключить, что использование озонолитической обработки в присутствии оксидов металлов с последующей адсорбционной очисткой позволяет повысить содержание наиболее ценного целевого компонента – бензола. Полученный озонолизом в присутствии катализаторов продукт, по данным ИК-спектроскопии достаточно близок к бензолу квалификации «ч.д.а». Сравнивая результаты влияния озонолитической обработки в присутствии оксидов никеля и меди, по данным ИК-спектров и хромато-масс-спектрометрического анализа можно говорить о том, что каталитическое влияние этих оксидов близки.

Преобладающим типом реакций с бензольными углеводородами являются радикальные реакции, протекающие по С–Н-связи у углеродных атомов в α-положении к ароматическому ядру, без затрагивания цикла, причем их вероятность возрастает с увеличением числа заместителей [1]. Непредельные углеводороды взаимодействуют с озоном по механизму электрофильного присоединения к С=С-связи с образованием моно-дикарбоновых алифатических кислот и альдегидов или превращаются в полимероподобные сшитые структуры. Сернистые соединения реагируют с озоном с образованием SO_2 и сульфоксидов.

Литература:

1.Разумовский С. Д., Заиков Г. Е. Озон и его реакции с органическими соединениями. М.: Наука, 1974. 322 с

К ВОПРОСУ О СУЩЕСТВОВАНИИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ВЫБРОСО- И ПОЖАРООПАСНОСТЬЮ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КУЗБАССА

Опарин В.Н.[1,2], Киряева Т.А.[1], Гаврилов В.Ю.[3], Шутилов Р.А.[3]

[1] *Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, E-mail:* coalmetan@mail.ru
[2] *Новосибирский государственный университет*
[3] *Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, E-mail:* gavrilov@catalysis.ru

The authors have carried out the research to display the genetic affinity of the outburst hazard and fire risk in different rank coal beds in Kuzbass, resulting from specificity of geomechanical–geodynamic and thermochemical conditions and their evolution features during the orogenesis of the Earth.

Выполненными исследованиями авторами показано, что существует генетическая связь между выбросо- и пожароопасностью угольных пластов Кузбасса, различных стадий метаморфизма, обусловленных спецификой геомеханико-геодинамических и термо-химических условий и их формирования для минувших тектоно-магматических эпох в развитии Земли («геокрекинговый» механизм формирования месторождений углеводородного ряда по В.Н. Опарину). Отмечается, что в отличие от существующих и доминирующих ныне подходов к моделированию процессов формирования очаговых зон катастрофических событий в массивах горных пород неорганической природы, адекватное решение проблем выбросоопасности и пожароопасности угольных месторождений должно основываться на учете реально существующей тесной связи между геомеханическими и физико-химическими массообменными процессами в многофазных угольных пластах разной стадии метаморфизма при их отработке на заданных глубинах и температурном фоне.

Экспериментально доказано: ИК-радиометрия позволяет дистанционно и оперативно контролировать изменение напряженно-деформированного состояния угольных образцов при их нагружении в реальном масштабе времени; имеет место рост внутренней удельной поверхности частиц отбитого угля, связанной с силой внезапных выбросов угля и газа отрабатываемых угольных пластов и соответственно с внутренней энергией упругой релаксации углеметана; существует «единая зависимость» потери массы (Δm) угольных образцов при изменении их температуры с выделением, преимущественно, двух диапазонов: от, примерно, 40 до 60^0 С (T_1) и 480 – 500^0С (T_2). Изменение массы образцов угля в диапазоне температур T_2 связано также с внутренней энергией релаксации метаноносности продуктивных пластов; удаление летучих форм угольного вещества в образцах сопровождается энфоэффектами; со временем хранения образцов угля после их извлечения из продуктивных пластов наблюдается ослабление связи газовой компоненты в углеметановом веществе (в т.ч. связь метана с веществом угля).

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-05-00673), партнерского интеграционного проекта СО РАН №100 и проекта ОНЗ РАН-3.1.

СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУРОГО УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦАЙДАМНУУР МОНГОЛИИ

Б. Пуревсурен[1], С. Батбилег[1], Я. Дабааджав[1], Д. Намхайноров[1], Е.С. Каменский[2], П.Н. Кузнецов[2],

[1]Институт химии и химической технологии Монгольской Академии наук, Улан-Батор (Монголия)

[2]Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск (Россия)

E-mail: kpn@icct.ru

The ultimate and proximate composition of coal from recently discovered Tsaidamnuur deposit in Mongolia and its reactivity for pyrolysis, thermal dissolution in a hydrogen donor solvent and for the production of activated carbon are studied in the paper. The Tsaidamnuur coal was found to belong to a lignite rank with the average vitrinite reflectance of 0.29. According to DSC and DTG analysis the main decomposition stage took place at 405 ^{o}C. The tar yield of 13,7% at pyrolysis temperature of 500 ^{o}C and the liquid yield of 80% at the thermal dissolution in tetralin solvent was produced.

В Центральном экономическом районе Монголии имеются крупные угленосные отложения бурых и каменных углей. В 2000 году в этом регионе было открыто новое крупное буроугольное месторождение Цайдамнуур с запасами около 7 млрд т. Угли месторождения практически не изучены.

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования состава и технических характеристик угля месторождения Цайдамнуур Монголии, оценки его химико-технологических свойств в процессах термической и термохимической деструкции и получения сорбционных материалов.

По результатам технического, элементного и петрографического анализа, данным молекулярного состава установлено, что уголь данного месторождения соответствует бурому марки 1Б с показателем отражения витринита 0.29 %. Методом дифференциальной сканирующей калориметрии изучены термические характеристики угля. Максимум основного терморазложения органической массы наблюдается при температуре 410 ^{o}C. При этом разложение угля с выделением CO_2 происходит в два этапа - при 380 и при более высокой температуре 600 ^{o}C. Выделение сернистых соединений имеет три основных температурных максимума при 250, 380 и 520 ^{o}C.

Уголь показал достаточно высокую активность в процессах деструктивного превращения. При полукоксовании максимальный выход смолы 13.7% достигался при температуре 500^{0}C при выходе полукокса 55%. При терморастворении в среде тетралина выход жидких продуктов достигал 80 % при температуре 450 ^{o}C. Путем паровой активации полукокса при 700-750 ^{o}C из угля Цайдамнуур получены сорбенты с величиной удельной поверхности 440 м^2/г и сорбционной активностью при поглощении йода до 51%.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПРОДУКТОВ ТЕРМОЛИЗА БУРЫХ УГЛЕЙ

Подгаецкий А.В.

Институт проблем комплексного освоения недр РАН, г. Москва

E-mail: podgan@mail.ru

By X-ray diffractometry, and X-ray fluorescence spectrometry studied phase coke and the elemental composition of the starting coal, and ash, organic matter, and fractions of mineral components. The effect of temperature, heating rate, the presence or absence of an oxidizing environment in the reaction zone on the yield and composition of the pyrolysis products.

Топливно-энергетическое использование твердых горючих ископаемых в последнее время все более уверенно дополняется представлением о природных каменных и бурых углях как о комплексном углехимическом сырье. Разработка технологий комплексного использования требует аналитического сопровождения для надежного определения состава продуктов термического разложения бурых углей.

Методами рентгеновской дифрактометрии и рентгенофлуоресцентной спектрометрии изучен фазовый и элементный состав кокса и золы исходных углей, фракций органического вещества и минеральной компоненты. Изучено влияние температуры, скорости нагрева, наличия или отсутствия окислительной среды в реакционной зоне на выход и состав продуктов пиролиза бурых углей ряда месторождений.

ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОНОСНОСТИ УГЛЕЙ ПЕЧОРСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Потокина Р.Р.[1], Журавлева Н.В.[1,2], Исмагилов З.Р.[2]

[1] ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», г. Новокузнецк

E-mail: main@zsic.ru

[2]Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

E-mail: IsmagilovZR@iccms.sbras.ru

The aim of this work is to study of coal samples obtained from wells of Pechora coal basin, Usinskoye field using the direct and indirect methods of determination of the gas content of coal. The direct method is based on determination of the gas content of coal by desorption. Indirect method is based on the determination of the gas content of coal are based on the gas absorption characteristics of coal under a given pressure and temperature.

Во всем мире растет интерес к изучению метана угольных пластов с целью его промышленной добычи и создания безопасных условий работы на угледобывающих предприятиях. Добываемые газы угольных пластов применяются в качестве энергоносителей: в производстве электроэнергии, в автомобильном транспорте и в котельных установках. Угольный метан используется также в промышленных процессах получения углерода и водорода, ацетилена, кислородсодержащих органических соединений (спиртов, альдегидов, кислот).

Количество поглощенного метана углем в определенных условиях связано с физической структурой угольного вещества – высокопористого природного сорбента. Для количественного определения объема адсорбированного метана применяются методы прямого и косвенного определения.

В данной работе изучение газоносности 18 угольных кернов, отобранных из скважин, Печорского угольного бассейна, Усинского месторождения в герметичные стаканы проводили двумя методами: прямым и косвенным методом.

Прямой метод включает извлечение газа из угольного керна на термовакумной дегазационной установке при температуре 80ºС, остаточном давлении 10-15 мм рт. ст. и определение количественного, качественного состава газа. Анализ компонентного состава газа проводили на газовых хроматографах «Кристалл-5000.2» методом, основанным на сочетании газожидкостной и газоадсорбционной хроматографии. Газоносность образцов углей ($см^3/г$) рассчитывали как отношение объема выделившегося газа к 1 г горючей массы пробы.

Метод косвенного определения сводится к установлению метаноносности угля по их газоемкости (способности угля поглощать газ в определенных термодинамических условиях). Исследование адсорбции метана углем проводили на предварительно измельченных образцах (фракция 0,2-0,25 мм) после термовакуумной тренировки при температуре 150°С и остаточном давлении ниже 0.001 мм рт. ст. Измерения изотермы адсорбции метана проводили при температуре 15-30ºС в диапазоне давлений от 1 до 50 атм. По полученным данным были построены изотермы Лэнгмюра, а на основании результатов исследования газоносности проб прямым методом было определено пластовое давление.

ЦИАНОУГЛЕВОДОРОДЫ И АЛКИЛКЕТОНЫ В ПРОДУКТАХ ПИРОЛИЗА САПРОПЕЛИТОВЫХ УГЛЕЙ

В. Ю. Рокосова

Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН,г. Кемерово

E-mail: chemgeo@rambler.ru

The composition of cyanohydrocarbons and alkylketones obtained by the pyrolysis of sapropelitic coals is investigated. It is shown that the pyrolysis of sapropelite under the selected conditions of destructive hydrogenation leads to obtaining of the liquid hydrocarbons, that may be hazardous to man's health.

Цель сообщения – изложить наиболее интересные результаты исследования продуктов пиролиза изученных сапропелитовых углей. Эти результаты важны при разработке пиролитических процессов переработки сапропелитов, в том числе с экологической точки зрения. Объекты исследований – сапропелитовые угли Кушмурунского месторождения Тургайского бассейна. Детальная их характеристика дана в [1]. Сапропелиты изучались на предмет выявления состава и содержания основных углеводородных компонентов в продуктах пиролиза этих углей. Пиролиз углей осуществляли в автоклаве объемом 1 л при 420 ^{O}C и начальном давлении водорода 10 МПа в течение 3 часов без катализатора и растворителя. Из полученных продуктов выделяли растворимые в бензоле продукты. После отгонки бензола экстракты разделяли в колонках на силикагеле L на фракции (%, на органическую массу угля): парафино-нафтеновую (32,2), ароматическую (4,7) и гетероатомную (35,2). Фракции анализировали на хроматографе Agilent 6890N с масс-селективным детектором 5973 (газ-носитель гелий; колонка HP-5MS, 30 м; температура испарителя 250°C, повышение температуры колонки от 50°C (3 мин) до 250°C со скоростью 2°C/мин и выдержкой 2 ч при 250°C). Основными идентифицируемыми гетероатомными компонентами пиролизатов оказались алкилкетоны и алкилнитрилы нормального строения, а также алкил- и бензокарбазолы. Доля алкилкетонов во фракции составила 7,4%. Среди этих кетонов доминируют соединения с карбонильной группой в различных положениях (6,3%), а *н*-алкилметилкетонов относительное меньшинство (1,1%). Диапазон распределения *н*-алкилкетонов в пиролизате угля C_{12}–C_{20} с максимумом распределения при C_{16} и с равным количеством четных и нечетных гомологов (3,7 и 3,7%). Во фракции гетероатомных компонентов, извлеченных из пиролизата угля, в заметных количествах установлено присутствие *н*-алкилнитрилов C_{13}–C_{18} (4,6%), алкил- и бензокарбазолов (9,4%). Таким образом, при разработке процессов переработки сапропелитовых углей необходимо учитывать возможное присутствие в пирогенетических продуктах цианозамещенных углеводородов с токсическими свойствами.

Литература:

1. Рокосова В.Ю., Рокосова Н.Н. Углеводороды в продуктах гидропиролиза сапропелитового угля Кушмурунского месторождения Казахстана// Материалы II-ой Международной Казахстанско-Российской конференции по химии и химической технологии, посвященной 40-летию КарГУ им. академика Е.А.Букетова. Том 1 / Изд-во КарГУ, Караганда, 2012, с.435-438.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СОСТАВА ГИДРОГЕНИЗАТОВ СМОЛ ПОЛУКОКСОВАНИЯ И СКОРОСТНОГО ПИРОЛИЗА УГЛЕЙ СИБИРИ

Рохина Е.Ф., Шевченко Г.Г., Рохин А.В.
Иркутский государственный университет
E-mail: carbon@chem.isu.ru

The results of destructive catalytic hydrogenation of coal tar Kansko-Achinsky and Cheremhovskogo coals. It is shown that the selected process parameters allow to obtain the hydrocarbon feedstock for organic synthesis industry.

Жидкие продукты любого способа переработки углей после модификации могут использоваться как сырье в органическом синтезе. В настоящей работе приводятся результаты, полученные при гидрогенизации смолы полукоксования Черемховского угля и смолы скоростного пиролиза КАУ (2-я ступень). Проведена серия опытов, изучено влияние ряда параметров: состава и количества катализаторов, температуры реакционной смеси и её состава, давления водорода и др. [1]. В табл.1 приведены некоторые характеристики гидрогенизатов по данным ЯМР и других методов (варьировали состав реакционной смеси). Процесс осуществлялся при повышенном давлении, на катализаторе ГКМ-21,температуре 400 ^{0}C.

Таблица 1

Характеристика гидрогенизатов 2-й ступени Черемховской смолы и смолы КАУ

Гидрогенизаты 2-й ступени исходных смол	Фракция н.к.-300^{0}C, % масс.	Элементный состав, %масс.			Структурные фрагменты по данным ЯМР, % масс.			
		C	H	S	H_{ap}	H_γ	H_β	f_a
1.ТС:ОЛМ (1:1)	62,6	87,3	12,6	0,01	3,8	29,3	41,1	13,6
2.КАУ:ОЛМ (1:1)	40,8	85,7	12,3	0,05	4,6	27,3	38,8	9,8
3.ВП:ОЛМ (2:1)	41,0	86,4	12,0	0,08	6,4	19,8	42,8	22,6
4.ВП:ОЛМ* (2:1)	53,0	86,5	13,2	0,16	3,2	27,8	46,0	16,4

*- давление 10 МПа, остальные – 26 МПа; ОЛМ – обесфеноленное легкое масло, ТС-тяжелая смола полукоксования, ВП – вакуумный погон из ТС; КАУ – смола скоростного пиролиза канско-ачинского угля

Анализ полученных данных показал, что состав гидрогенизатов достаточно сильно различается в зависимости от параметров процесса и состава исходного сырья. Выход светлых фракций увеличивается с повышением давления водорода, но для гидрогенизатов смолы КАУ в этих условиях он ниже, что по-видимому зависит от способа получения исходной смолы. Ко 2-й ступени процесса резко уменьшается содержание гетероатомов (серы, кислорода и азота), и это является благоприятным фактором при дальнейшем применении гидрогенизатов.

Данные по H_{ap}, H_β, C_{ap}, -CH_2- согласуются с результатами хроматографических и химических методов и показывают, что реакции гидрогенизации смолы КАУ в идентичных условиях протекают интенсивнее чем ТС черемховской смолы. Увеличение давления (пробы 3 и 4) способствует протеканию как реакции гидрирования, так и изомеризации (параметр $H\gamma$).

Установлено, что в гидрогенизатах смолы КАУ ниже содержание ароматических структур, степень замещения их выше, а алкильные заместители короче, чем в гидрогенизатах Черемховской смолы.

ГИДРОДИНАМИКА СВЯЗАННЫХ МЕЖДУ СОБОЙ РЕАКТОРОВ ПОЛИГЕНЕРИРУЮЩИХ СИСТЕМ С ПИРОЛИЗОМ И ГАЗИФИКАЦИЕЙ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

Рябов Г.А., Литун Д.С., Фоломеев О.М., Санкин Д.А., Мельников Д.А.

«Всероссийский Теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ»), г. Москва

В последнее время за рубежом получили развитие так называемые полигенерирующие системы с получением электроэнергии, тепла и полезных продуктов (генераторный газ, смолы, моторные топлива). Практически эти системы представляют собой энерготехнологические установки с пиролизом и твердым теплоносителем. Установка состоит из двух связанных между собой реакторов с кипящим (КС) и циркулирующим кипящим (ЦКС) слоем. В реакторе с КС происходит паровая газификация (пиролиз при подаче газов рециркуляции) твердых топлив с получением генераторного газа с теплотой сгорания 12 – 16 МДж/м^3. Тепло для процесса подводится твердым теплоносителем из реактора (котла) с ЦКС, в котором дожигается кокс. Генераторный газ после очистки может быть использован в поршневых машинах для получения электроэнергии, а тепло от реактора с ЦКС – для теплоснабжения. Поэтому, указанные технические решения вполне пригодны для нужд распределенной энергетики с утилизацией местных твердых топлив. Генераторный газ может также использоваться для получения моторных топлив (процесс Фишера-Тропша), так как отношение концентраций водорода и моноксида углерода близко к оптимальному (1,5 – 2,5).

Очень важным для систем связанных реакторов является поддержание большой кратности циркуляции материала и обеспечение надежной работы затворов и всех систем перетока частиц между реакторами. Работа контура циркуляции материала определяет оптимальные температурные режимы в связанных между собой реакторах.

В докладе дан обзор состояния и развития полигенерирующих систем за рубежом и некоторые результаты оценок влияния топлива на показатели получаемого генераторного газа. Рассмотрены вопросы расчета контура циркуляции в элементах системы со связанными между собой реакторами. Разработаны новые зависимости для связи расхода ожижающего агента (воздух, газ, пар) с показателями работы реакторов и системы в целом (расход материала, сопротивление топки и циклона, уровень слоя в стояке). Особое внимание уделено работе пневматических клапанов (петлевые затворы и L-клапаны). Выполнены экспериментальные исследования гидродинамики контура циркуляции на аэродинамической установке, определены опытные значения сопротивления горизонтальной части L-клапана, которые удовлетворительно соответствует разработанной расчетной зависимости.

Работа является частью исследований, выполняемых совместно ОАО ВТИ и ИТМО Белорусской АН (г. Минск) «Исследование процессов и совершенствование условий сжигания и газификации биомассы в аппаратах с кипящим слоем», финансируемых с российской стороны РФФИ по гранту НК-14-08-90045/14.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО Cu-Zn-Al-O КАТАЛИЗАТОРА ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЕССЕРИВАНИЯ МОДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВ

Сальников А.В.[1], Яшник С.А. [1], Керженцев М.А.[1], Исмагилов З.Р.[1,2]
[1]Институт катализа СО РАН, г. Новосибирск,
[2]Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово
E-mail: salnikov@catalysis.ru

Physico-chemical properties Cu-Zn-Al catalyst after ODS reaction have been discussed. It was shown that the sulfur species formed upon ODS reaction on the catalyst surface presented as the sulfides/polysulfides and sulfate of metals. Carbon deposition are resulting via of the hydrocarbon cracking.

В настоящее время ведутся активные исследования в области разработки альтернативных способов очистки дизельного топлива, к которым относится и окислительное обессеривание (ОДС) кислородом воздуха в присутствии селективных катализаторов. В сравнении с процессом гидрообессеривания, данный метод имеет ряд преимуществ, таких как мягкие условия процесса и использование доступного окислителя. Однако метод ОДС недостаточно разработан для практического применения и требует решения ряда проблем, в первую очередь, связанных с поиском селективных катализаторов [1, 2].

Целью данной работы является изучение химического и фазового состава Cu-Zn-Al-O катализатора, модифицированного оксидом молибдена и бором, до и после тестирования в реакции ОДС модельных углеводородных топлив. В качестве серосодержащих молекул использовали: тиофен, ДБТ, 4,6-ДМДБТ растворенные в толуоле.

РФА показал, что свежий катализатор содержит фазы $(Cu,Zn)Al_2O_4$ шпинели, CuO и MoO_3, каждая из которых может быть каталитически активной.

Исследование с помощью РФА образцов после реакции выявило формирование фаз Cu_2O и/или Cu^0. Методом CHNS анализа обнаружено накопление серы и углерода на поверхности катализатора. Как показал ДТА-MS анализ, сера в отработанных катализаторах находится в виде сульфидов/ полисульфидов и сульфатов меди, цинка и алюминия, которые разлагаются при температурах 100-300°C и 700-850°C, соответственно, с выделением SO_2 в газовую фазу. Углеродные продукты разложения углеводородов, адсорбированные на поверхности отработанного катализатора, удаляются при температурах 300–500°C с выделением CO_2 и H_2O в газовую фазу.

Таким образом, серосодержащие соединения модельного углеводородного топлива в присутствии модифицированного Cu-Zn-Al-O катализатора окисляются до диоксида серы через стадию их предварительной сорбции на поверхности с формированием поверхностных сульфидов/полисульфидов. Дальнейшее окисление сульфидов металлов сопровождается выделением SO_2 в газовую фазу, но часть серы накапливается в виде поверхностных сульфатов алюминия.

Исследование каталитической активности модифицированного Cu-Zn-Al-O катализатора в ОДС серосодержащих веществ показало, что она увеличивается в ряду: тиофен < ДБТ < 4,6-ДМДБТ.

Литература:

1. Z. Ismagilov, S. Yashnik, M. Kerzhentsev, V. Parmon, A.Bourane, F.M. Al-Shahrani, A.A. Hajji, and O.R. Koseoglu. Oxidative Desulfurization of Hydrocarbon Fuels // *Catalysis Reviews: Science and Engineering.* 2011, **53**, p.199-255.
2. Y. Lu, Ya Wang, L. Gao, J. Chen, J. Mao, Q. Xue, Ye Liu, H. Wu, G. Gao and M. He. Aerobic Oxidative Desulfurization: A Promising Approach for Sulfur Removal from Fuels//ChemSusChem. 2008, 1, p.302-306.

МОДИФИЦИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА «КЕМЕРИТ» МЕТОДОМ ОЗОНОЛИЗА

Самаров А.В.[1]*, Барнаков Ч.Н.[1], Лырщиков С.Ю.[2], Михайлова Е.С.[1,4], Ткаченко Т.Б.[3], Исмагилов З.Р.[1,5]

[1]Институтут углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово
[2]Кемеровский научный центр СО РАН
[3]Кемеровоский государственный университет
[4]Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
[5]Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск
*E-mail: *sav335@yandex.ru*

Annotation. In the paper nanostructured carbon material “Kemerit” was modified by oxidative ozonolysis. The properties of modified carbon materials were investigated.

Наноструктурированные углеродные материалы (НУМ) – активно исследуемый в настоящее время класс веществ, имеющих большое практическое значение. НУМ используются в качестве гемосорбентов, носителей катализаторов, материалов для электродов энергонакопительных устройств, композиционных материалов, адсорбентов для хроматографии, хранения газов и т.д. [1]. Тем не менее, тех уникальных свойств, которыми обладают данные материалы, как правило, бывает недостаточно для применения в том или ином приложении и приходиться прибегать к их модифицированию [2,3].

В данной работе образец наноструктурированного углеродного материала «Кемерит» с высокой удельной поверхностью и развитой мезопористостью (S_{BET}= 2900 м^2/г, V_{Σ}= 3,7 см^3/г, V_{μ}= 0,31 см^3/г) полученный из смеси индивидуальных ароматических соединений (гидрохинон и фурфурол) по методике, приведенной в [4], был подвергнут окислению озоном. В результате методами низкотемпературной адсорбции азота, ИК – спектроскопии, ЭПР-спектроскопии было показано, что в зависимости от времени обработки (до 1 часа) НУМ озоном свойства углеродного материала изменяются: удельная поверхность по БЭТ уменьшается до 1000 м^2/г, количество поверхностных кислородсодержащих функциональных групп (C=O, C–O–C, C–OH) увеличивается, концентрация парамагнитных центров возрастает до 10^{19} спин/г.

Литература:

1. Фенелонов В.Б. Пористый углерод: Новосибирск:1995. -518 с.: ил.

2. Барнаков, Ч. Н., Козлов А. П. Синтез азотсодержащего аморфного углеродного материала с помощью механоактивации // Журнал неорганической химии. – 2009. – № 12. – С. 1962-1966.

3. Shankhamala Kundu. Surface modifications of carbon nanotubes and their application in electro-catalysis // DISSERTATION. Submitted for the Degree of Doctor of Natural Science. – Ruhr-University Bochum Department of Chemistry, Laboratory of Industrial Chemistry (may 2008)

4. Пат. 2206394 Российская Федерация, МПК 7 B01 J 20/20, C01 B 31/12. Способ получения наноструктурированного углеродного материала / Барнаков Ч.Н., Сеит-Аблаева С. К., Козлов А.П., Рокосов Ю.В., Фенелонов В.Б., Пармон В.Н.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА ЗОЛОТО-УГЛЕРОДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ФОРМОРАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

Сименюк Г.Ю.[1], Захаров Ю.А.[1,2], Павелко Н.В.[2], Пугачев В.М.[2], Додонов В.Г.[2], Манина Т.С.[1,3], Барнаков Ч.Н.[1], Исмагилов З.Р.[1]

[1] Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово
E-mail:galina-simenyuk@yandex.ru
[2]Кемеровский государственный университет
[3] Кемеровский научный центр СО РАН

Gold-carbon nanostructured composites with adjustable dispersity, morphology of filling Au nanoparticles and porous structure parameters of composite on the whole have been prepared. It's established that functional properties of composites depend on obtaining conditions (porous structure of carbon matrix, type of reducing agent, gold content etc.). The most chemically pure composites with high porosity, dispersity and electrochemical characteristics are obtained during reduction of $HAuCl_4$ with carbon matrix only.

Наноструктурированные композиты (НК) Au/C перспективны для создания электродных материалов суперконденсаторов, сенсоров и катализаторов различных химических процессов, в том числе в электрокатализе. Важным при этом является увеличение дисперсности, доступности активного компонента и снижение себестоимости материала.

В настоящей работе композиты Au/C получали восстановлением $HAuCl_4$ до металлического золота в порах и на поверхности высокопористых углеродных материалов (ВПУМ) в нескольких режимах: а) автовосстановление самой матрицей; б) восстановление с использованием более сильных восстановителей (гидразина и борогидрида натрия). В качестве ВПУМ использовали высокопористые углеродные материалы «Кемерит» и «Карбонизат» с развитой структурой мезо- и микропор, разработанные в ИУХМ СО РАН при участии авторов. Фазовый состав и размеры областей когерентного рассеяния наночастицами наполнителя определяли рентгенодифракционными методами. Функции распределения неоднородностей в НК по размерам рассчитывали по кривым малоуглового рассеяния рентгеновского излучения в приближении однородных сфер. Параметры пористой структуры НК оценивали из изотерм адсорбции-десорбции азота при 77 К. Электрохимические исследования композитов проводили на экспериментальной тестовой ячейке методом циклической вольтамперометрии.

Установлено, что наиболее химически чистые НК получаются при восстановлении $HAuCl_4$ углеродной матрицей или гидразином. При восстановлении борогидридом натрия образуются борсодержащие примеси. Обнаружено, что при восстановлении матрицей получаются композиты с более высокой дисперсностью наполнителя и менее выраженной блокировкой пор, так как восстановление идет преимущественно в зоне контакта раствора прекурсора с матрицей, а не в объеме раствора восстановителя. Данные материалы обладают повышенной емкостью и перспективны в качестве электродов суперконденсаторов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки с использованием оборудования ЦКП КемНЦ.

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТРИЦ, НАПОЛНЕННЫХ ЗОЛОТОМ ИЛИ ОКСИДАМИ МАРГАНЦА

Сименюк Г.Ю.[1], Захаров Ю.А.[1,2], Павелко Н.В.[2], Тимченко Л.Д.[2], Пузынин А.В.[1], Манина Т.С.[1,3], Барнаков Ч.Н.[1], Исмагилов З.Р.[1]

[1] Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово
E-mail: galina-simenyuk@yandex.ru
[2] Кемеровский государственный университет
[3] Кемеровский научный центр СО РАН

Nanostructured composite electrode materials Mn_xO_y/C and Au/C are obtained by carbon matrices reduction. The optimal content of active component in composites was estimated. Given materials are tested on laboratory supercapacitors cell in potential window from – 1 V to + 1 V at scan rate 10-80 mV/s and achieve enhanced capacitance at low concentrations of filler, when nanocomposites have higher parameters of porous structure and filling particles block pores to a lesser extent.

Нанокомпозиты перспективны для создания электродных материалов, так как синергетически сочетают свойства наноразмерных компонентов и позволяют в результате оптимизации условий создавать материалы с рекордными функциональными характеристиками. Основной проблемой в данном случае является получение химически чистых, пространственно регулярно сформированных композитов, с высокой нанодисперсностью и доступностью для ионов электролита частиц активного компонента, предпочтительно декорирующего поверхность пор матриц тончайшими слоями.

В настоящей работе композиты получали восстановлением $KMnO_4$ и $HAuCl_4$ углеродными матрицами, разрабатываемыми в ИУХМ СО РАН, без введения дополнительных восстанавливающих реагентов. Композиты исследованы комплексом физико-химических методов: РФА, МУР, БЭТ. Емкость электродных материалов рассчитывали по площади областей, ограниченных кривыми циклической вольтамперометрии.

Исследовано влияние концентрации, форморазмерных характеристик частиц наполнителей и параметров пористой структуры композитов на их электрохимические характеристики. Наиболее высокая емкость (340 Ф/г для Au/Карбонизат и >700 Ф/г для Au/Кемерит) наблюдается при содержании золота 0,5-1 мас.%; для композитов Mn_xO_y/Кемерит оптимальное содержание Mn_xO_y составило 3 мас.% (емкость 700 Ф/г). При низких содержаниях наполнителей емкости композитов близки к емкости исходных матриц, при более высоких концентрациях емкость уменьшается. Это обусловлено тем, что с увеличением концентрации наполнителя, сопровождающегося увеличением размеров его частиц, происходит значительная блокировка пор матриц, в результате транспорт ионов электролитов и электрохимические процессы в порах затруднены. Au/C электроды по свойствам близки к идеально поляризуемым электродам; емкость композитных электродов Mn_xO_y/C обусловлена как емкостью двойного слоя С-матрицы, так и псевдоемкостью Mn_xO_y.

Таким образом, получены композитные электроды, емкость которых значительно превышает величины емкости электродов на основе исходных матриц (Карбонизат – 200 Ф/г; Кемерит – 350 Ф/г).

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки с использованием оборудования ЦКП КемНЦ.

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ КОМПОЗИТЫ MnxOy/C

Сименюк Г.Ю.[1], Захаров Ю.А.[1,2], Тимченко Л.Д.[2], Пугачев В.М.[2], Манина Т.С.[1,3], Барнаков Ч.Н.[1], Пузынин А.В.[1], Исмагилов З.Р.[1]

[1] Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово
E-mail: galina-simenyuk@yandex.ru
[2] Кемеровский государственный университет
[3] Кемеровский научный центр СО РАН

Nanostructured composites MnOx/C have been prepared by the reduction of $KMnO_4$ with highly porous carbon matrices. The reduction capacity of matrices (Kemerit, Karbonizat) to $KMnO_4$ was estimated. The dependence of Mn content in nanocomposites on their electrochemical capacitance was determined.

Наноструктурированные композиты (НК) Mn_xO_y/C представляют интерес для создания электродных материалов суперконденсаторов вследствие высокой псевдоемкости электродов, связанной с тем, что марганец может иметь степени окисления от 0 до +7 в различных соединениях, которые способны вступать в электрохимические реакции, заметно расширяя область потенциалов фарадеевских процессов. В зависимости от условий получения и типа углеродного материала псевдоемкость оксидов марганца и композитов на их основе сильно различается. Весьма актуальным является совершенствование способов получения данных материалов с целью регулирования морфологии, фазового состава частиц наполнителя и увеличения емкостных характеристик.

В настоящей работе композиты Mn_xO_y/C получали восстановлением растворов $KMnO_4$ высокопористыми углеродными матрицами (ВПУМ) при комнатной температуре. В качестве ВПУМ использовали высокопористые углеродные материалы «Кемерит» и «Карбонизат» с развитой структурой мезо- и микропор, разработанные в ИУХМ СО РАН при участии авторов. Композиты исследованы методами РФА, РФлА, МУР, циклической вольтамперометрии (ЦВА) и др.

Установлено, что по «восстановительной емкости» по отношению к $KMnO_4$ матрица Кемерит более чем в 2 раза превосходит Карбонизат (40 и 15 мас.% в пересчете на Mn, соответственно). Это обусловлено более высокими удельной поверхностью и объемом пор, а также заметно большей долей мезопор у Кемерита. Согласно данным РФА, при содержании марганца в композитах менее 20 мас.% в обеих матриц образуется рентгеноаморфная фаза наполнителя, по всей вероятности, – оксиды марганца. При более высоком содержании марганца на рентгенограммах начинают проявляться рефлексы, характерные для MnO_2 и Mn_2O_3 различных кристаллографических типов.

Методом ЦВА установлено, что наиболее высокая емкость композитного электрода Mn_xO_y/Кемерит (около 700 Ф/г) наблюдается при содержании оксидов марганца ≈3%. При увеличении содержания оксидов марганца до 85 мас.% емкость резко падает вследствие уменьшения удельной поверхности НК и образования более крупных, менее электрохимически активных частиц наполнителя.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки с использованием оборудования ЦКП КемНЦ.

ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РАБОТНИКОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ К КОМПЛЕКСУ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ

Синицкий М.Ю.[1], Волобаев В.П.[1], Ларионов А.В.[1], Асанов М.А.[1], Дружинин В.Г.[1], Гафаров Н.И.[2]

[1] Кемеровский государственный университет, кафедра генетики, г. Кемерово, genetics@kemsu.ru

[2] НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАМН, г. Новокузнецк

Associations between some cytogenetic damages (micronucleus and chromosomal aberration) in lymphocytes of coal-miners and the genetic polymorphisms of genes DNA-reparation (h*OGG1* Ser326Cys, *XpD* Lys751Gln, *XpG* Asp1140His, *ADPRT* Val762Ala, *ATM* Asp1853Asn, *NBS* Glu185Gln, *XRCC4* G1394T) were analyzed. We discovered that *XpD* Lys751Gln and *XpG* Asp1140His genetic variants are the potential markers of individual susceptibility of coal-miners' genome to a complex of harmful factors in coal-mining conditions.

Работники угледобывающих предприятий подвергаются воздействию большого количества загрязняющих факторов, способных оказать серьезное влияние на организм [1, 2]. Известно, что степень генетических повреждений в результате воздействия на организм человека генотоксикантов зависит от эффективности функционирования репаративных систем. Оценка полиморфных вариантов генов репарации позволяет определить индивидуальную чувствительность к комплексу генотоксических факторов и снизить риски путем составления индивидуальных рекомендаций для каждого работника. Таким образом, поиск молекулярно-генетических маркеров подобной чувствительности является актуальной задачей современной науки.

Цель исследования – поиск ассоциаций между цитогенетическими повреждениями (использовались метод учета хромосомных аберраций (ХА) и микроядерный тест в лимфоцитах крови) и различными полиморфными вариантами генов репарации ДНК.

Установлено, что полиморфизм Asp/His гена *XpG* Asp1140His ассоциирован с повышенной частотой двуядерных лимфоцитов с 1 микроядром (МЯ) и общего количества лимфоцитов с МЯ (p=0,016 и 0,015, соответственно). Клетки с 4 и более МЯ только у носителей гомозигот Lys/Lys гена *XpD* Lys751Gln. Носители полиморфизма G/G гена *XRCC4* G1394T характеризуются более высокой частотой выявления комплекса МЯ+мост (p=0,023).

Выявлено повышение частоты ХА (p=0,011), одиночных (p=0,020) и парных фрагментов (p=0,023) и аберраций хроматидного типа (p=0,013) у носителей генотипов Lys/Gln и Gln/Gln по замене *XpD* Lys751Gln в сравнении с мажорным вариантом *XpD* 751Lys/Lys. У носителей генотипа GluGlu по замене *NBS1 Glu185Gln* обнаружено значительное повышение частоты аберраций хромосомного типа в сравнении с носителями генотипа Glu/Glu.

Генетические варианты XpD Lys751Gln and XpG Asp1140His являются потенциальными маркерами индивидуальной чувствительности к комплексу вредных факторов в условиях угледобывающего производства.

Литература:

1. Хорошилова Л.С., Табакаева Л.М., Харин Д.В. О профессиональной заболеваемости работников угольной отрасли промышленности Кузбасса // Безопасность труда в промышленности. – 2008. – №10. – С.15-24;

2. Leon-Mejia G., Espitia-Perez L., Hoyos-Giraldo L.S. et al. Assessment of DNA damage in coal open-cast mining workers using the cytokinesis-blocked micronucleus test and the comet assay // Science on the Total Environment. – 2011. – №409. – P.686-691.

МОНИТОРИНГ ПАУ В Г. КЕМЕРОВО: ПРОБЛЕМА И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ С УЧАСТИЕМ ЦЕНТРА КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Созинов С.А., Лапсина П.В., Сотникова Л.В.
Кемеровский научный центр СО РАН, г.Кемерово
E-mail: sozinov@kemsc.sbras.ru

In this paper the question of the need for monitoring 16 polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Kemerovo are consider. The possibility of organizing the study of PAHs in the Center shared equipment of Kemerovo scientific center is illustrated.

Кузбасс известен не только как значимый в экономическом отношении регион добычи и переработки угля, но и как крупный металлургический центр. Однако, успешное экономическое развитие этих областей промышленности сопровождается негативным воздействием на экологическую обстановку в крупных промышленных центрах Кузбасса – Кемерово и Новокузнецк.

Одним из основных и наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды, образующихся в результате производственной деятельности человека, являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), которые обладают канцерогенными, мутагенными и другими негативными свойствами, способны к накоплению в тканях живых организмов и вызывают различные тяжелые заболевания. В связи с этим существует острая необходимость определения содержания ПАУ в воздухе, природных водах и почве. В настоящее время установлены канцерогенные свойства более 25 веществ, контроль за содержанием 16 из них является обязательным в Европе и США. В национальных стандартах РФ за эквивалент токсичности ПАУ выбран бенз(а)пирен. ПДК для бенз(а)пирена в питьевой воде составляет 1 нг/л, в атмосферном воздухе населенных мест 1 нг/м^3, а в почве 0.02 мг/кг [1, 2, 3].

Расширение перечня ПАУ для обязательного мониторинга в РФ является вопросом ближайшего времени [4], т.к. одной из приоритетных задач 2014 г., стало изучение природы социально значимых заболеваний, и борьба с ними. В Кузбассе мониторинг 16 приоритетных ПАУ ведется только в г. Новокузнецке, на территории которого сосредоточены металлургическое производство и угледобывающие предприятия. В г. Кемерово систематически контролируют только бенз(а)пирен. Для решения этой проблемы в ЦКП КемНЦ СО РАН имеется современное хроматографическое оборудование: ВЭЖХ платформа Agilent 1200 и ГХМС Agilent 6890N. Одновременное использование методов ВЭЖХ и ГХ/МС позволит определять ПАУ в любых объектах. Будут доложены результаты по постановке методик для этого оборудования.

Литература:

1. *ПНД Ф 14.1:2:4.186-02. Определение бенз[а]пирена в пробах воды*
2. *МУК 4.1.1273-03. Измерение массовой концентрации бенз(а)пирена в атмосферном воздухе и в воздухе рабочей зоны методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием*
3. *МУК 4.1.1274-03. Измерение массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, донных отложений и твердых отходов методом ВЭЖХ с использованием флуориметрического детектора.*
4. *ГОСТ Р ИСО 12884-2007 Воздух атмосферный. Определение общего содержания полициклических ароматических углеводородов (в газообразном состоянии и в виде твердых взвешенных частиц). Отбор проб на фильтр и сорбент с последующим анализом методом хромато-масс-спектрометрии.*

БЕЗОПАСНОСТЬ ШАХТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Уварова В.А.

ОАО «НЦ ВостНИИ» г. Кемерово,

E-mail: uvarova.v.a@mail.ru

Safety issues concerning using of polymer materials (mechanical rubbers and conveyor belts, polymer resins, foams, gels, polyurethanes, polyamides, wetting and bonding agents,antipyrogenes, plastics, fiberglass plastics, basalt plastics) in coal mines were studied.

В настоящее время на предприятиях угольной промышленности используется широкая номенклатура изделий из синтетических полимерных материалов и технологий на их основе. Объем использования этих материалов постоянно растет, однако это имеет оборотную сторону, так как ведет к расширению потенциально вредных и опасных веществ, с которыми вынуждены контактировать рабочие в процессе трудовой деятельности.

Большинство полимерных материалов являются горючими веществами, поэтому их применение в изолированном пространстве угольных шахт требует особого подхода к обеспечению пожарной безопасности. Одним из важных показателей пожароопасности является показатель токсичности продуктов горения (ТПГ), который характеризует опасность, появляющуюся в результате тления и горения материалов, а именно: выделение токсичных газов и аэрозолей.

В таблице даны результаты исследования качественного и количественного состава продуктов термодеструкции некоторых шахтных полимерных материалов. Исследования проводились на установке «Термодес» ОАО «НЦ ВостНИИ» с использованием расчетного экспресс-метода определения ТПГ.

Наименование	Газовая фаза термической деструкции, мг/г							Аэрозольная фаза, мг/г
	CO	CO_2	CH_2O	NO+ NO_2	SO_2	HCN	HCl	
Материал двухкомпонентной полиуретановой смолы для возведения перемычек	55,8	268,2	3,8	1,40	2,40	0,00	0,00	17,6
Сетка горная для крепления бортов горной выработки	279,8	311,5	0,19	0,00	4,10	0,00	0,00	18,7
Форполимер уретановый для изготовления роликов ленточных конвейеров	202,0	39,1	0,07	0,22	0,00	0,33	0,00	17,0
Анкер стеклопластиковый	59,5	249,9	0,81	0,06	0,00	0,00	0,00	14,5
Ампулы анкерного крепления с двухкомпонентным полиэфирным клеем	20,6	288,7	0,5	1,84	0,00	0,00	0,00	12,9

Исследования показали, что в процессе термодеструкции полимерных материалов в воздух рабочей зоны могут выделяться ряд вредных веществ 1-4 класса опасности. Это газы острого и аллергического воздействия на организм: углерод оксид и углерода диоксид, сера диоксид, оксиды азота, формальдегид, гидроцианид, гидрохлорид, а также твердая фаза в виде хлопьевидных аэрозолей, раздражающего и канцерогенного воздействия.

Полученные результаты могут быть использованы предприятиями – изготовителями для создания рецептуры материалов с улучшенными свойствами по показателям пожаробезопасности, а также для разработки противопожарных мероприятий при их применении в шахте.

ИССЛЕДОВАНИЕ СМОЛ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ФОН-ЯГНОБ»

Усманов Р., Сафиев Х., Бобоев Х.Э., Савров З.А., Мирпочаев Х.А., *Каримов Э.Х.

«Научно-исследовательский институт металлургии»
ГУП «ТАлКо» (ГУ «НИИМ»), г. Душанбе,
E-mail: inmet.talco@mail.ru
**Таджикский национальный университет, Душанбе*

Процесс газификации углей, наряду с генераторным газом, позволяет получить также и качественные смолы (выход 4.0-6.0%). Вопросы использования и переработки смол, а также остатков их перегонки, являются перспективными и актуальными.

Использование этих смол возможно лишь при условии изучения их состава, структуры и свойств. В связи с этим специалистами ГУ «НИИМ» проведен цикл работ по исследованию смол газификации углей месторождения «Фон-Ягноб» Республики Таджикистан. С этой целью были использованы различные методы исследования, в том числе ИК-спектроскопия с Фурье-преобразованием (IR-affinity-1 фирмы «Shimadzu», Япония) для определения качественного и количественного содержания в смоле гидроксидных ($H_{он}$), алифатических ($H_{ал}$) и ароматических ($H_{ар}$) атомов водорода.

Смола газификации представляет собой черную жидкость с характерным фенольным запахом с плотностью 0.952-1.08г/см^3 и температурой застывания 20.0-28.0°С. Легко-средняя смола: выход 30.0-50.0% от суммарной смолы, содержит до 15.0-20.0% сырого бензина, 45.0-50.0% нейтральных масел, 25.0-35.0% фенолов. Выход и состав смол газификации зависят от состава угольной шихты, условий ее газификации и охлаждения. С углублением степени газификации первичных продуктов возрастает плотность смолы, содержание нерастворимых в толуоле и хинолине веществ, увеличивается выход пека. Наряду с этим снижается выход фенолов, низкокипящих масел и других углеводородов.

Изучение ИК-спектров показало, что широкие полосы в области 3700-3100см$^{-1}$ можно отнести к поглощению ОН-группы фенолов. Область спектра 2865-3000см$^{-1}$ обусловлена валентными колебаниями алифатических С-Н связей с максимумами 2928 и 2936см$^{-1}$. Валентные колебания ароматических и олефиновых С-Н связей сдвинуты в область 3000-3130см$^{-1}$. В области 1720-1600см$^{-1}$ выделяется поглощение группы С=О при 1605см$^{-1}$. Область 906-700 см$^{-1}$ – внеплоскостные деформационные колебания С-Н ароматических связей. Поглощение в области 650-200см$^{-1}$ приписывают к поглощению минеральных компонентов. Полосу в области 1458см$^{-1}$ относят к поглощению как СН-групп, так карбонат- и карбоксилат ионов. Это же относится к полосе с центром при 1377см$^{-1}$. Область 1300-940см$^{-1}$ содержит несколько полос поглощения. Предлагаются различные отнесения отдельных из них к гидроксид- группам фенолов и С-О связям в ароматических эфирах.

Таким образом, смолы газификации, особенно в легкой и средней фракциях, содержат значительное количество углеводородов и фенольного сырья. Это позволяет при соответствующей переработке получать на их основе различные виды жидкого топлива, сырье для производства масел и остродефицитные фенолы, а из остатков перегонки – электродный кокс, электротехнические лаки и пеки.

РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ КОМПОЗИТОВ «Me/C»

Федорова Н.М.[1], Додонов В.Г. [1], Захаров Ю.А. [1,2], Гречин С.С.[2,3], Манина Т.С. [2,3], Барнаков Ч.Н.[2]

[1] Кемеровский государственный университет

E-mail: zaharov@kemsu.ru

[2] Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

[3] Кемеровский научный центр СО РАН

The radiation-chemical method of preparation of a nano-structural Me/C composites is suggested. The carbon matrix and Ag, Ni and Cu azides are used for synthesis. Originally prepared MeN_x/C (x=3 or 6) composite is irradiated by fast electrons. As a result the Me/C composite containing metal nanoparticles by the size of 1-10 and 150-300 nm is obtained.

Способ основан на возможности формирования наноструктурированных систем «Me/C» в условиях высоких величин радиационно-химических выходов разложения по схеме $Me_x(N_3)_y \rightarrow X^*Me^0 + 3/2Y^*N_2$ и низких энергетических порогах радиационного инициирования быстропротекающего разложения [1].

При получении металл-углеродных композитных материалов использовались в качестве прекурсоров энергетические соли – азиды Ag, Cu, Ni и угольные матрицы «Карбонизат» и «Кемерит». Они химически чисты, имеют высокоразвитую поверхность и высокую мезопористость, что является важным обстоятельством доступности для прекурсоров при формировании композитов.

Методика приготовления композитного материала включает в себя получение раствора азида металла, пропитку им угольной матрицы, отмывку полученного композита от продуктов реакции получения азида металла и сушку. Азид металла получали из раствора азида натрия и соли соответствующего металла методом «струя в струю». Концентрация металла в ожидаемо каталитически активных композитах составляет 5% вес.

Полученные образцы подвергались воздействию импульсного пучка электронов с целью разложения имеющихся на матрице азидов до металла.

При формировании композитов методом восстановления прекурсоров гидразингидратом металл образуется в виде частиц двух типов – мелкие (1-10 нм) внутри мезопор и крупные (150-300 нм) – на поверхности матрицы [2]. Радиационно-химическое формирование композита с переходными металлами в поле ускоренных электронов приводит к заметному уменьшению числа частиц металлов на поверхности матрицы и усилению образования мелких, внутрипоровых частиц, а также частиц немного бóльших размеров пор. Радиационно-химические эффекты в композитах с азидом серебра практически незаметны, их формирование происходит в основном по пути восстановления прекурсора самой матрицей.

Радиационное формирование металла эффективно для композитов, полученных радиолизом в порах «Карбонизата» азида никеля и азида меди. Практическое отсутствие эффекта от радиолиза у композитов с азидом серебра связано с доминирующей ролью процесса восстановления самой матрицей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки и с использованием оборудования ЦКП КемНЦ.

Литература:

1. Fair H.D., Walker R.F. Physics and chemistry of the inorganic azides / Energetic Manerials. Vol. 1 // New-York - London. Plenum Press. 1977.

2. Воропай А.Н. и др. Получение Ni/C композита и исследование особенностей его формирования на пористом углеродном носителе // Вестник КемГУ. – 2013. – № 3 – С. 66.

ПЕРЕРАБОТКА НАФТАЛИНОВОЙ ФРАКЦИИ ПО СХЕМЕ БАРАБАННЫЙ КРИСТАЛЛИЗАТОР – ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЕСС

Шаверин М.С., Исмагилов З.Р.

Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово
E-mail:shaverin-michail@mail.ru

Briquette production of naphthalene is to conversion naphthalene fraction, which is formed in the processing of coal tar. In flaw in the existing technological scheme is receive pressing molasses of naphthalene that have a negative impact on the processing of coal tar.

В настоящее время на участке кристаллизации нафталиновой фракции цеха химического улавливания и производства коксохимической продукции КХП ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» получают брикетированный нафталин по технологической схеме барабанный кристаллизатор – гидравлический пресс.

Каменноугольная смола, поступающая на ректификационную колонну, должна отвечать требованиям ТУ 2453-203-00190437-2005 «Смола каменноугольная для переработки». Из каменноугольной смолы на участке дистилляции получают легкую, фенольную, нафталиновую, поглотительную, антраценовую фракции, а также пек. Каменноугольный пек направляется на установку получения высокотемпературного пека для дальнейшего использования, а легкая, фенольная, поглотительная и антраценовая фракции через соответствующие холодильники поступают на склад масел, где используются для приготовления товарных продуктов. Часть легкой фракции используется в качестве рефлюкса ректификационной колонны. Нафталиновая же фракция поступает на участок кристаллизации нафталиновой фракции для получения брикетированного нафталина.

Технологический процесс выглядит следующим образом. Нафталиновая фракция поступает в напорный бак, откуда самотеком направляется в барабанный кристаллизатор, где происходит ее кристаллизация путем охлаждения. Из барабанного кристаллизатора нафталиновая фракция поступает на стадию прессования, где происходит отделение жидкой составляющей, так называемых прессовых оттеков от кристаллизованной нафталиновой фракции. Прессование нафталиновой фракции осуществляется гидравлическим прессом.

Получаемый нафталин должен отвечать требованиям ГОСТ 16106-82 «Нафталин коксохимический».

В прессовых оттеках, образующихся в процессе переработке нафталиновой фракции по данной схеме, содержится 70% нафталина. Повторное их прессование не предусмотрено существующей схемой. Поэтому для более полного использования нафталинсодержащего сырья прессовые оттеки возвращают в каменноугольную смолу, поступающую на переработку. При этом происходит нарушение усредненности состава каменноугольной смолы (происходит увеличение содержания нафталина и воды). Такая ситуация оказывает негативное воздействие на технологический процесс переработки каменноугольной смолы, то есть, происходит увеличение массовой доли нафталина в поглотительной и фенольной фракциях, снижение содержания нафталина в нафталиновой фракции, а также осложняется режимная регулировка ректификационной колонны.

ПЕРЕРАБОТКА ПРЕССОВЫХ ОТТЕКОВ НАФТАЛИНА

Шаверин М.С., Исмагилов З.Р.

Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово
E-mail: shaverin-michail@mail.ru

Conversion of pressing swelling by distillation will provide an additional amount of naphthalene which is now lost with other factions coal tar. Such processing naphthalene-containing raw material is promising amid rising prices for naphthalene.

На сегодняшний день, при производстве прессованного нафталина по технологической схеме барабанный кристаллизатор – гидравлический пресс, образуются прессовые оттеки, которые содержат до 70% нафталина.

В отделении переработки смолы цеха химического улавливания и производства коксохимической продукции КХП ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» не предусмотрена переработка прессовых оттеков. По существующей технологической схеме прессовые оттеки откачиваются в хранилище участка дистилляции смолы, где смешиваются уже с усредненной каменноугольной смолой, которая в дальнейшем поступает на переработку.

Результатом такой дозировки является нарушение усредненности состава каменноугольной смолы и, как следствие, дополнительные потери нафталина с поглотительной и фенольной фракциями.

Одним из возможных способов переработки прессовых оттеков может стать дистилляция острым паром.

При этом необходимо создать требуемый паровой поток, встречное орошение и температуру. Применение данного метода позволит перерабатывать прессовые оттеки, исключая их дозировку в хранилище с уже усредненной каменноугольной смолой. В итоге появится возможность исключить потери нафталина с поглотительной и фенольной фракциями, получать поглотительное масло, как товарный продукт, в соответствии с требованиями ТУ 14-7-132-91 «Масло поглотительное для улавливания бензольных углеводородов» и увеличить выход нафталиновой фракции.

При переработке прессовых оттеков методом дистилляции возникает необходимость максимально снизить присутствие в извлекаемом нафталине других высококипящих примесей, в частности тионафтена. В связи с близостью температур кипения нафталина и тионафтена на стадии дистилляции каменноугольной смолы разделить их невозможно. Температура кипения нафталина составляет 218°С, а температура кипения тионафтена составляет 221°С. Для уменьшения содержания тионафтена в нафталине используется горячее прессование нафталиновой фракции, при котором значительная часть тионафтена выводится с оттеками прессования.

Использование метода дистилляции для переработки прессовых оттеков позволит возвращать нафталин, теряющийся с оттеками, обратно на прессование, максимально очищая его от тионафтена и других примесей, получая нафталин соответствующий требованиям ГОСТ 16106-82 «Нафталин коксохимический».

Переработка нафталиновой фракции по схеме барабанный кристаллизатор – гидравлический пресс – дистилляционная колонна – барабанный кристаллизатор является новой и перспективной, особенно, когда цена нафталина на рынке имеет тенденцию к росту.

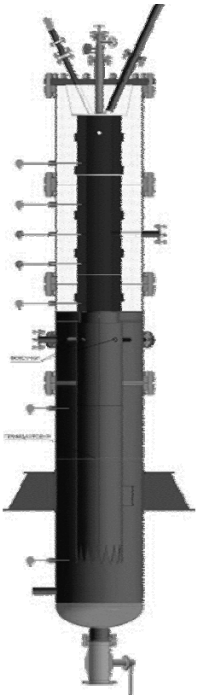
ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТАНОВКИ ПО ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ В ПОТОКЕ ОКИСЛИТЕЛЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ МОЩНОСТЬЮ 500 КВТ

Шурчалин А. А., Шестаков Н.С.

ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова». Россия, Санкт-Петербург
E-mail: ashurchalin@rambler.ru

IGCC is the future of the domestic coal energy. JSC "NPO CKTI" developed 500 kW pilot unit for testing this technology. Now under trial operation, as well as working full power unit of 12 MW.

Перекос в топливном балансе отечественной энергетики в сторону природного газа, вкупе с ростом его стоимости и ужесточения экологического законодательства приводит к удорожанию конечной стоимости электроэнергии. Все это ставит перед энергетиками страны задачу переосмысления будущей роли угля в производстве электроэнергии. Основой будущей высокоэффективной экологически чистой энергетики страны должны стать современные технологии переработки и сжигания угля, одной из которых является внутрицикловая газификация. Комбинированные установки с внутрицикловой газификацией (КУВГ) активно внедряются последние 20 лет в таких странах как США, Германия и Китай. Для опытной установки по газификации твердого топлива ОАО «НПО ЦКТИ» была выбрана газификации пылевидного топлива в потоке окислителя под давлением, широко используемая такими компаниями как Siemens, GE, ConcoPhilips и др. Газогенераторы, использующие данную технологию занимают 90% рынка для создания КУВГ и уже сейчас создают высокую конкуренцию прямому сжиганию топлива по стоимости установленного киловатта электроэнергии. Кроме того, данная технология позволяет получать гораздо более высокие экологические показатели.



Опытная установка газификации твердого топлива расположен в одном из отсеков стенда камер сгорания ОАО «НПО ЦКТИ». Для моделирования технологического цикла энергетической установки с внутрицикловой газификацией полученный горючий газ (синтез-газ) дожигается в одной из камер сгорания. Газификатор представляет собой сосуд под давлением высотой 5600 мм и 720 мм в диаметре, в верхней части которого расположена реакционная камера из огнеупорной изоляции, в нижней части расположена двух ступенчатая система охлаждения и очистки синтез-газа. Комбинированная пылегазовая горелка и запально-стабилизирующее устройство расположены в крышке газификатора. В качестве газифицирующего агента используются различные комбинации воздуха, пара и кислорода, нагретые до 350…500°С.

На установке была опробована газификации различных твердых топлив: Кузнецкого каменного угля марки Г, Балтийского сланца и соломы. Был получен синтез-газ калорийностью до 1000…2500 ккал/нм^3. Опытное сжигание полученного газа подтвердило возможность использования его в камерах сгорания газовых турбин.

В данный момент продолжается опытная эксплуатация, а так же ведутся работы по полноразмерной установке мощностью 12 МВт, с возможным включением ее в технологические циклы двух станций Томской ТЭЦ-3 и Апатитской ТЭЦ.

Литература:

1. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. – М.: Наука, 1986.–716 с.;
2. Аверсон А.Э. Теория зажигания. – Минск, 1977. – 236 с.; GAS TURBINE WORLD: June-February 2010

ОЦЕНКА ОБЪЕМА И ПОВЕРХНОСТИ ПОР В ПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛАХ ИЗ ДАННЫХ МД-РАСЧЕТОВ

Якубик Д.Г. **, Самаров А.В.*, *Мулюкова А.А., Барнаков Ч.Н*.***
** Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово*
*** Кемеровский государственный университет*

A method for estimating of volume and surfaces of pore in porous carbon materials from molecular dynamics data is suggested. The parameters of a number of model structures are calculated

В работе проведена оценка объема и поверхности пор в углеродных материалах по данным расчетов методом молекулярной динамики. В качестве начальных структур использовались агрегаты, составленные из фрагментов кристалла графита размерами 1.0×1.0×1.0, 1.0×1.2×1.0 и 1.2×1.2×1.0 нм. Дефектность кристаллитов моделировалась удалением части атомов углерода и разрывом некоторых связей С-С. Количество дефектов составляло 5-10% от числа атомов углерода. Оборванные связи насыщались атомами водорода и кислорода.

Расчеты проводились в программе GULP, взаимодействие между атомами описывалось силовым полем DREIDING, параметры силового поля взяты из библиотеки программы GULP. Молекулярное моделирование проводилось при температуре 300 К в рамках NVT-ансамбля с использованием термостата Нозе-Хувера, константа термостата равна 1. Интегрирование уравнений Ньютона проводилось методом Верле, время релаксации – 1-5 пс, время расчета – 5-20 пс, шаг по времени -1-2 фс.

Расчет поверхности и объема пор проводился по следующему алгоритму:

1. Для каждой структуры колебательное движение атомов усреднялось на достаточно коротком промежутке времени (0.1 пс с шагом 0.1 фс).
2. Для усредненной структуры строился поверхность Конноли с нулевым пробным радиусом. Радиус Конноли выбирался от 0 до 2.0 нм.
3. Строилась зависимость поверхности Конноли от радиуса Коннолли .
4. Площадь поверхности Конноли представлялась как сумму двух слагаемых, соответствующих внутренней и внешней поверхности: $S = S_{внутр} + S_{внеш}$ (рис. 1). При достаточно большом радиусе Конноли остается только второе слагаемое, поэтому точки в правой части графика описываются параболой. Соответствующие разным кристаллитам параболы параллельны (рис. 2) и могут быть описаны общей формулой $S=16{,}2\cdot r^2+288\cdot r+Y$, Y лежит в диапазоне 1950-3350А^2. Площадь внутренней поверхности равна разности между площадью поверхности Коннолли при R=0 и экстраполированной к нулю площади внешней поверхности.
5. Объем пор оценивался интегрированием площади свободной поверхности.

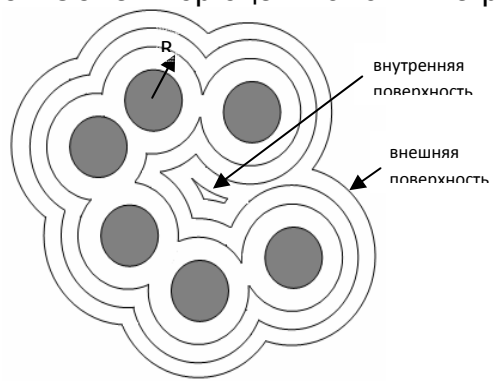


Рис. 1. Внутренняя и внешняя составляющие поверхности Конноли

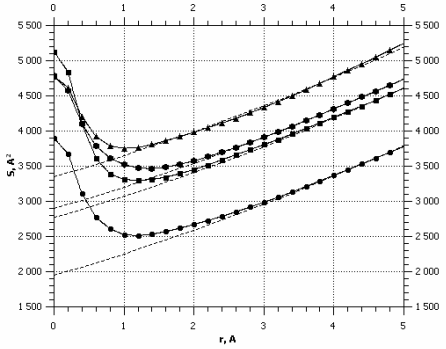


Рис.2 Зависимость площади поверхности от радиуса Коннолли

+7 (495) 221-67-63
info@spektronika.ru
ООО «Спектроника»
129226, г. Москва,
ул. Докукина, д.16, стр.1
www.spektronika.ru

Экологический и производственный контроль на углехимическом производстве

Технологии, методики, оборудование

ИОННАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ

Ионная хроматография является разновидностью метода высокоэффективной хроматографии для многокомпонентного анализа веществ ионной природы либо тех, которые в определенных условиях способны к ионизации. Метод в целом повторяет идеологию ВЭЖХ, но при этом используются ионообменные колонки низкой ёмкости и разбавленные элюенты, что определяет ряд системных методических и инструментальных отличий.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЭКСТРАКЦИЯ

Жидкость-жидкостная экстракция, обычно отнимающая многие часы, может быть автоматизирована с помощью автоматической станции твердофазной экстракции (ТФЭ), называющейся AutoTrace SPE. Станция AutoTrace SPE существенно сокращает пробоподготовку по сравнению с использованием делительных воронок и твердофазной экстракции с использованием вакуумных манифолдов.

ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

(СЕРА И УГЛЕРОД)

rapid CS cube - анализатор специально разработанный для определения серы в углях и коксах. Анализатор полностью соответствует таким стандартам как ASTM D 4239, 1552 и 5016, ISO 334 и 351, а также может использоваться для анализа угля по ГОСТ 2059. В анализаторе реализован традиционный метод сжигания с использованием оксида вольфрама в качестве катализатора, с последующим ИК-детектированием образовавшегося в процессе сгорания оксида серы.

ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

(ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД И АЗОТ)

Содержание общего органического углерода (TOC) в водах различного типа характеризует ее загрязненность вредными органическими соединениями. Для контроля качества природной, питьевой, водопроводной, технологической, сточной воды этот параметр является одним из ключевых, поэтому метод высокотемпературного каталитического сжигания пробы стандартизован согласно ГОСТ Р 52991-2008

ВЭЖХ

Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) - наиболее часто используемый в настоящее время метод анализа органических веществ. Поскольку метод ВЭЖХ совмещает в себе и этап разделения, и этап собственно регистрации сигнала веществ, он является важнейшим для многокомпонентного определения соединений, часто различной природы, при совместном присутствии в сложных матрицах.

BRUKER

Аналитические решения компании Bruker для достижения высочайших результатов

- Выдающаяся чувствительность и производительность
- Постоянная методическая и техническая поддержка
- Индивидуальный подход

ГХ и ГХ-МС

ВЭЖХ-МС/МС

ИСП-МС

For research use only. Not for use in diagnostic procedures.

По вопросам приобретения, использования и обслуживания оборудования
Bruker Daltonics обращайтесь к нам! www.bruker.com
Москва +7 (495) 517-92-84 ms@bruker.ru
Новосибирск +7 (383) 319-07-89 novosibirsk@bruker.ru

Для большинства аналитиков точный и всесторонний элементный и вещественный анализ в широком диапазоне матриц является ключевым моментом в работе. Для решения этих задач компания Bruker предоставляет целый ряд комплексных решений, а именно:

- Газовые хроматографы серии SCION
- Газовые хромато-масс-спектрометры SCION SQ и SCION TQ
- Жидкостные хромато-масс-спектрометры с тройным квадруполем серии EVOQ
- Масс-спектрометры с индуктивно-связанной плазмой aurora m90 и auror Elite.

Эти системы хорошо были приняты на рынке и стали лидерами при использовании в пищевой промышленности, судебно-медицинской экспертизе, контроле качества продукции, анализе объектов окружающей среды, нефтепродуктов и во многих других областях.

Посетите наш сайт www.bruker.com и узнайте больше!

GC, GC/MS, LC-MS/MS & ICP-MS

Innovation with Integrity