

Министерство энергетики Российской Федерации
Администрация Кемеровской области
Сибирское отделение Российской академии наук
Кемеровский научный центр СО РАН
Национальный научный центр горного производства – ИГД им. А.А.Скочинского
Институт угля СО РАН
Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН
Кузбасский государственный технический университет
ОАО «СИБНИИУГЛЕБОГАЩЕНИЕ»
ООО «НФ «КУЗБАСС-НИИОГР»
Кузбасская выставочная компания «Экспо-Сибирь»

**СБОРНИК ТРУДОВ
XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

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

**КЕМЕРОВО
2012**

УДК 622
Э65

Э65 Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: Труды международной научно-практической конференции – Кемерово: Сибирское отделение Российской академии наук, Кемеровский научный центр СО РАН, Институт угля СО РАН, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кузбасский государственный технический университет, ООО КВК «Экспо-Сибирь», 2012-**298с.**

ISBN 978-5-902305-45-3

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.

УДК 622

ISBN 978-5-902305-45-3

© Сибирское отделение Российской академии наук
© ННЦ ГП – ИГД им. А.А.Скочинского
© Кемеровский научный центр СО РАН
© Институт угля СО РАН, 2012
© Кузбасский государственный технический университет
© Кузбасская выставочная компания «Экспо-Сибирь»

УВАЖАЕМЫЕ ЗЕМЛЯКИ И ГОСТИ КУЗБАССКОГО МЕЖДУНАРОДНОГО УГОЛЬНОГО ФОРУМА!



От имени Коллегии Администрации Кемеровской области рад приветствовать вас в городе Кемерово, столице угольного Кузбасса.

Сегодня Кузбасс по-прежнему остаётся крупнейшим угледобывающим регионом нашей страны. Мы не только полностью удовлетворяем все внутренние потребности российской экономики в угле, но и обеспечиваем высокий уровень его экспорта. Благодаря Кузбассу Россия является третьей страной в мире по объёму экспорта энергетического угля.

За последние 10 лет мы привлекли в угольную промышленность 382 млрд рублей инвестиций. Построили 54 предприятия по добыче и переработке угля, оснащенные самыми передовыми средствами безопасности и самой передовой техникой. Только в 2012 году ввели крупнейший разрез «Первомайский» (ХК «СДС») мощностью 15 млн тонн. Накануне Дня шахтёра пустили новый горно-обогательный комплекс разреза «Берёзовский» (ЗАО «Стройсервис»). До конца года введём в эксплуатацию разрез «Кыргайский – Новый» (ЗАО ИК «Юкас-Холдинг») и обоганительную фабрику «Черниговская-Коксовая» (ЗАО ХК «СДС-Уголь»).

Немаловажным считаем и то, что из года в год растёт производительность труда. В сравнении с 2002 годом она увеличилась в 1,6 раза. А некоторые коллективы угледобытчиков уже приближаются к мировому уровню.

Вся наша масштабная работа по развитию угольной отрасли позволяет нам практически ежегодно ставить рекорды по угледобыче. Вот и по итогам 2012 года, планируем выдать на-гора 195 млн тонн топлива. Это на 3 млн тонн больше, чем в прошлом году. В этом году также произойдет знаменательное событие – наши угольщики добудут 8-миллиардную тонну угля с начала угледобычи в Кузбассе.

К сожалению, есть и проблемы, которые предстоит решить. Обстановка тревожная. На европейских рынках цены на уголь упали на 35-40% к уровню прошлого года. Сокращается и спрос на уголь на мировом рынке. А ведь Кузбасс поставляет угольную продукцию в 47 стран мира! Да и внутренний рынок в России работает слабо.

Считаем, в создавшейся ситуации нужно искать пути развития, направленные на максимальное использование потенциала угольной отрасли на месте, здесь, в Кузбассе. Самое правильное сегодня – развивать глубокую переработку угля и продавать уже не уголь, а продукт с высокой добавленной стоимостью. Будущее не за отдельными шахтами, разрезами, а за объединениями, кластерами, которые реализуют полный цикл, всю производственную цепочку – от добычи угля до его конечной переработки. Это поднимет нашу угольную отрасль на новую высоту, обеспечит нам «подушку безопасности» во время кризисов и других экономических катаклизмов.

В рамках программы XIV международной научно-практической конференции «Энергетическая безопасность России: новые подходы к развитию угольной промышленности» пройдут важные для нас мероприятия: II заседание Рабочей группы по углю в рамках межправительственного механизма сотрудничества по энергетике в Северо-Восточной Азии, заседание Учебно-методического объединения высших учебных заведений Российской Федерации по образованию в области горного дела, секции по различным направлениям деятельности предприятий угольной отрасли.

Считаю, живое деловое общение руководителей и специалистов угольных предприятий с представителями властных структур, бизнеса и науки в рамках деловой и научной программы Форума позволит определить и скоординировать дальнейшие направления деятельности по развитию угольной промышленности на благо Кузбасса и России.

Убежден, работа «Кузбасского международного угольного форума – 2012» станет полезной как для Кемеровской области, так и для всей угольной отрасли страны.

Желаю всем участникам плодотворных переговоров, взаимовыгодных контрактов и общего успеха Форуму!

С уважением,
Губернатор Кемеровской области

А.Тулеев

**УВАЖАЕМЫЕ УЧАСТНИКИ
«КУЗБАССКОГО МЕЖДУНАРОДНОГО УГОЛЬНОГО ФОРУМА-2012»!
УВАЖАЕМЫЕ ГОСТИ ГОРОДА КЕМЕРОВО!**



От имени администрации города и всех кемеровчан приветствую вас в областном центре шахтерского Кузбасса и поздравляю с началом работы очередного, уже 15-го по счету, Международного угольного форума.

Угольный форум, ежегодно проходящий в нашем городе, по праву является частью деловой жизни Кузбасса. Форум предоставляет специалистам возможность ознакомиться с разработками высокоэффективных технологий угледобычи и углеобогащения, обеспечения безопасности шахтерского труда, с конъюнктурой на рынке угольной продукции и горного оборудования, установить новые деловые связи и взаимовыгодные отношения с товаропроизводителями.

Администрация города надеется, что форум придаст положительный импульс развитию научного потенциала и предприятий топливно-энергетического и машиностроительного комплексов, вносящих свой вклад в укрепление позиций угольной промышленности - основы энергетической безопасности страны.

Сегодня в Кемерове не так много угольных предприятий, как в прежние годы. Но продолжают работать Кедровский угольный разрез, готовится к пуску шахта «Бутовская». И конечно, жители шахтерской столицы помнят и чтят свою историю, которая связана, прежде всего, с угольной промышленностью.

В городе Кемерово немало мест, посвященных шахтерскому труду. Это монумент «Память шахтерам Кузбасса» Эрнста Неизвестного, музей-заповедник «Красная Горка», часовня «Всех скорбящих Радость» памяти всех трагически погибших шахтеров Кузбасса, площадь имени Михайлы Волкова, первооткрывателя кузнецких углей.

Будем рады, если участники найдут возможность ознакомиться с достопримечательными местами столицы Кузбасса и оставят о пребывании в нем только самые лучшие воспоминания.

Уверен, что международный угольный форум в Кемерове пройдет как всегда, на высоком уровне, эффективно и с хорошей практической отдачей для участников.

Желаю вам творческой и плодотворной работы, успеха в достижении поставленных целей, взаимовыгодных договоров о сотрудничестве, благополучия и удачи во всех ваших начинаниях!

С уважением,
исполняющий обязанности
Главы города Кемерово

A handwritten signature in blue ink, which appears to be "В.К. Ермаков".

В.К. Ермаков

**УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!
ДАМЫ И ГОСПОДА!
ДОРОГИЕ ЗЕМЛЯКИ!**



От имени Сибирского отделения Российской академии наук и Кемеровского научного центра Сибирского отделения РАН приветствую и поздравляю вас с открытием очередного Кузбасского международного угольного форума!

Главным событием Форума станет, несомненно, проведение XIV международной научно-практической конференции «Энергетическая безопасность России: новые подходы к развитию угольной промышленности».

Мы придаем этой конференции большое значение как одной из трибун для научного обоснования модернизации экономики Кемеровской области и ее перевода на инновационную траекторию развития.

На предстоящей конференции мы хотели бы продолжить начатый в прошлом году диалог о сотрудничестве в связи с формированием в Кузбассе нового мощного научно-образовательного центра в области добычи и глубокой переработки угля. Считаю своим долгом доложить вам, что в соответствии с совместным решением Коллегии Администрации Кемеровской области и Президиума Сибирского отделения РАН мы проводим коренную реконструкцию лабораторных помещений Института углехимии и химического материаловедения. До конца года откроем

Кузбасский центр коллективного пользования. И Институт, и Центр получат современные лаборатории и новейшее оборудование. Эта работа будет продолжаться. В 2013 г. мы создадим стендовое хозяйство для выполнения полупромышленных экспериментов. Этот новый этап в развитии Кузбасса Сибирское отделение РАН начинает совместно с ведущими вузами Кузбасса – КузГТУ, КемГУ, СибГИУ и другими вузами Кемеровской области. Мы ждем в наших лабораториях преподавателей, аспирантов, студентов кузбасских вузов. Вместе мы должны поднять науку об угле и технологии добычи и переработки угля на новый уровень. Мы все единомышленники, одна семья в борьбе за будущий инновационно развитый Кузбасс.

Уверен, что среди участников конференции Кемеровский научный центр Сибирского отделения РАН и ведущие вузы Кемеровской области найдут деловых партнеров, которые включатся в работу по реализации этого грандиозного проекта.

Нас, всех участников форума ждут интересные встречи и дискуссии с зарубежными учеными и представителями бизнеса.

Убежден, что в ходе работы конференции вы сможете получить полезную информацию о текущем положении дел в угольной промышленности Мира, России и Кузбасса, новейших научных разработках, встретиться и провести переговоры с руководителями угольной отрасли, своими деловыми партнерами и коллегами с родственных предприятий и организаций, обменяться положительным опытом в решении имеющихся проблем.

По итогам работы конференции будут выработаны рекомендации в адрес Минэнерго РФ и угольных компаний.

Желаю всем участникам Форума и конференции творческой и плодотворной работы, успешных переговоров о сотрудничестве, заключения взаимовыгодных контрактов!

С уважением,

Председатель Президиума
Кемеровского научного центра
Сибирского отделения РАН
академик РАН

А.Э. Конторович

**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-2012», который уже в 15 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.

Крупными событиями для специалистов угольной отрасли и ученых горняков станет проведение в рамках открывающегося форума XIV международной научно-практической конференции «Энергетическая безопасность России: новые подходы к развитию угольной промышленности». Важные вопросы о сотрудничестве будут обсуждаться на заседании Рабочей группы по углю в рамках межправительственного механизма сотрудничества по энергетике в Северо-Восточной Азии Экономической и социальной комиссии Организации Объединенных Наций для стран Азии и Тихого океана. На заседании Совета Учебно-методического объединения высших учебных заведений Российской Федерации по образованию в области горного дела, которое также пройдет в рамках Форума, будут рассмотрены актуальные вопросы подготовки горных инженеров. Убежден, что совместное обсуждение производителями 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

**ОБЪЕДИНЕННЫЕ СЕКЦИИ:
«ДОБЫЧА УГЛЯ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ»,
«ШАХТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»**

УДК 622.281 (574.32)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПРОВЕДЕНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ
ВЫРАБОТОК С АНКЕРНЫМ КРЕПЛЕНИЕМ С УЧЕТОМ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ПРИКОНТУРНОГО МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД**

*Демин В.Ф., профессор, д.т.н., Стефлюк Ю.Ю., PhD докторант,
Баймульдин М.М. магистр, Демина Т.В., ст. преподаватель, к.т.н.,
Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Республика Казахстан*

Объем внедрения анкерного крепления выработок на шахтах угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау» составляет в чистом виде 12, а в смешанном – 42 %. Наиболее слабым звеном в решении вопросов по повышению эффективности анкерного крепления является недостаточная изученность геомеханических процессов вблизи горных выработок.

Для принятия обоснованных технологических решений по определению параметров анкерной крепи для ее эффективной эксплуатации необходим геомеханический прогноз напряженно-деформированного состояния пород приконтурного горного массива выработки. Для более широкого применения анкерной крепи необходимо обоснование ее параметров в зависимости от условий разработки, определение области возможной и эффективной эксплуатации и создание прогрессивных технологических схем ее возведения.

Исследования включали в себя выполнение следующего комплекса взаимосвязанных работ

- оценку способов и средств поддержания подготовительных выработок и определение закономерностей взаимодействия анкерной и комбинированной крепи с горным массивом при геомеханических процессах во вмещающих породах от влияющих технологических факторов;

- обоснование параметров крепления с учетом техногенных проявлений горнотехнических и временного факторов на базе физического методом эквивалентных материалов и аналитического компьютерного моделирования с использованием кинетической теории прочности горных пород и метода конечных элементов по программе ANSYS;

- разработку прогрессивных способов и средств крепления для управления состоянием массива и повышения качества анкеруемых пород, адаптивных к изменению горнотехнических условий разработки, на основе использования техногенного напряженно-деформированного состояния массива приконтурных пород;

- создание технолого–математической модели подсистемы «горно-проходческих работ», анализ и синтез оптимальных технологических схем проведения горных выработок;

- оценку эффективности разработанных технологических решений.

Проведенные исследования с использованием физического метода эквивалентных материалов (рисунок 1) и компьютерного моделирования с использованием кинетической теории прочности горных пород (рисунок 2) и метода конечных элементов по программе Anzis (рисунок 3), а также исследования влияния главных горизонтальных напряжений (рисунок 4) на устойчивость горных выработок позволили сформировать рекомендации по обоснованию способов и определению параметров крепления с учетом техногенных проявлений горнотехнических и временного факторов с разработкой прогрессивных способов и средств крепления для управления состоянием массива и повышения качества анкеруемых пород, адаптивных к изменению условий разработки с использованием напряженно-деформированного состояния массива приконтурных пород.

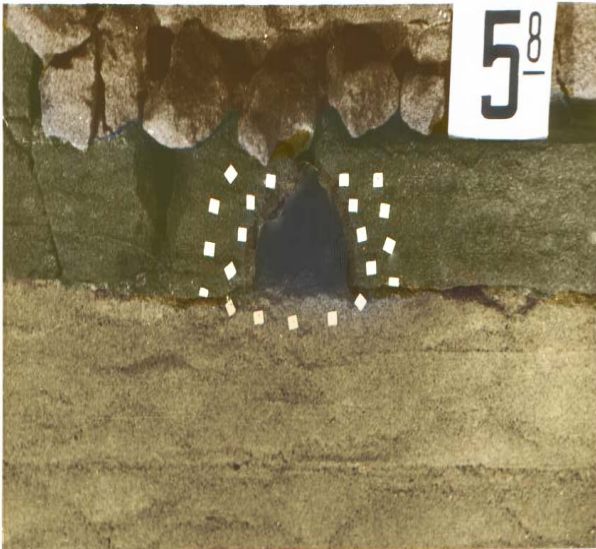


Рисунок 1 - Физическое моделирование геомеханических процессов деформирования приконтурного массива горных пород вокруг выработок

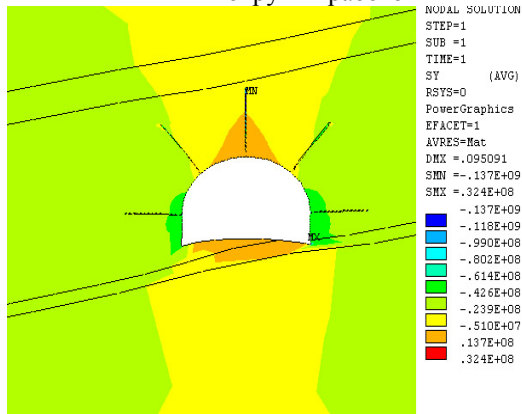
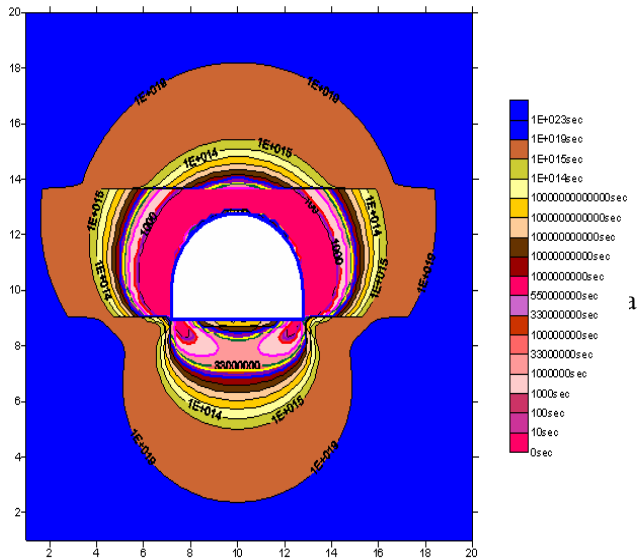


Рисунок 3 - Аналитическое моделирование методом конечных элементов

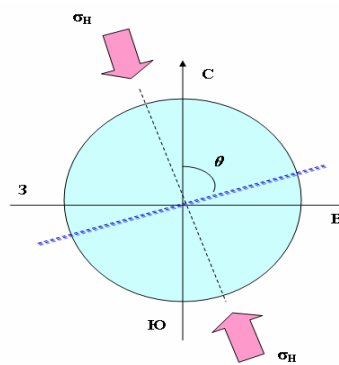


Рисунок 4 - Исследование влияния главных горизонтальных напряжений

Проведение аналитических исследований с использованием цифрового моделирования, анализа и оценки результатов экспериментальных замеров состояния, параметров дефектности и устойчивости горных выработок позволили сформировать прогрессивные технологические схемы и средства анкерного крепления горных выработок.

Внедренческие работы по реализации разработок промышленных условиях в условиях Угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау» включали комплекс работ по испытанию: технологии, способов, средств и разработки автоматизированной методики расчета параметров применения анкерного крепления выработок на шахтах Карагандинского угольного бассейна.

Опытно-экспериментальные образцы анкерного крепления, изготовлены по рабочим чертежам в условиях ТОО «Машзавод №1» представлены на рисунке 5.



а



б

а – муфта с отверстиями для подачи закрепляющего химического или цементного состава и сброса воздуха; б – анкер в сборе.

Рисунок 5 – Канатный анкер

В производственных условиях шахт «Саранская» и им. Костенко Угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау» проведены промышленные испытания разработанных систем анкерного крепления производства.

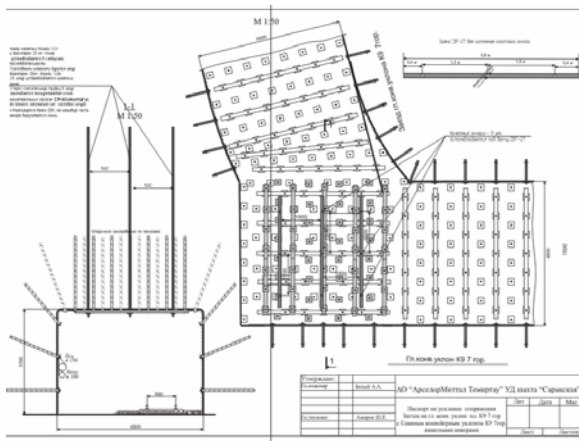
Промышленные испытания проведены на конвейерном штреке (присечная выработка) пласта K_{10} и по усилению крепления боков сросненными сталеполимерными анкерами заезда на конвейерный уклон пласта K_9 7-го горизонта шахты «Саранская» и конвейерном штреке (выработка, поддерживаемая за лавой) пласта K_1 (в присечной выработке – вентиляционном штреке 46 K_1 -3) шахты им. Костенко УД АО «АрселорМиттал Темиртау» – рисунок 6.



а

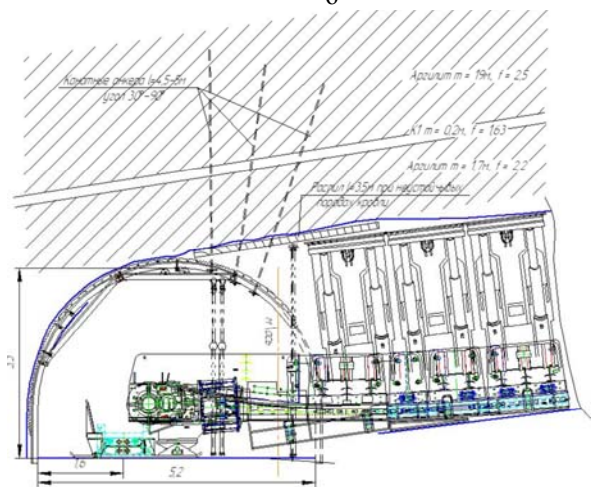


б



«Саранская»

а – схемы промышленных испытаний;



им. Костенко

б – паспорта крепления выработок.

Рисунок 6 - Промышленные испытания канатных анкеров на шахтах Угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау»

Проведенные испытания средств анкерного крепления на шахтах «Саранская» и им. Костенко УД АО «АрселорМиттал Темиртау» показали их работоспособность и эффективность.

Также в рамках исследований разработана «Методика автоматизированного расчета параметров анкерной крепи для условий Карагандинского бассейна», которая прошла апробацию на шахтах УД АО «АрселорМиттал Темиртау» и рекомендована к внедрению.

Отличия сформированной методики состоят в том, что учтена возможность установки канатных анкеров, введены ограничения по допустимым смещениям, учтены зоны расслоения и образования трещин во вмещающих породах, применение различных форм и комбинированного крепления выработок.

Разработанная технология позволит применять обоснованные паспорта крепления, обеспечить устойчивость горных выработок и снизить затраты на их проведение на 10-15 % на погонный метр и повысить безопасность ведения горных работ.

АННОТАЦИЯ

Проведенные исследования с использованием физического метода эквивалентных материалов и компьютерного моделирования с использованием кинетической теории прочности горных пород и метода конечных элементов по программе Anzis позволили разработать рекомендации по обоснованию способов и параметров крепления с учетом техногенных проявлений горнотехнических и временного факторов для управления состоянием массива и повышения качества анкеруемых пород, адаптивных к изменению горнотехнических условий разработки на основе использования техногенного напряженно-деформированного состояния массива приконтурных пород.

ABSTRACT

Our studies using a physical method of equivalent materials and simulation using the kinetic theory of the strength of rocks and the finite element program Anzis allowed to develop recommendations to justify the methods and parameters of attachment with the technological manifestations of mining and temporal factors to control the state of the array and quality ankeruemyh rocks, adaptive to change conditions for the development of mining, using man-made stress-strain state of the marginal rocks.

УДК 622.284.74

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЗОНАЛЬНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ШАХТАХ И РУДНИКАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ РАЗРАБОТКИ

Лис С.Н., главный технолог, ТОО «ИПКОН», г. Караганда, Казахстан

Общепризнано, что частота и интенсивность динамических явлений в шахтах и рудниках растут с увеличением глубины разработки. Однако, этот рост не является линейным. Обработка статистических данных показала, что частота (количество) горных ударов распределяется по глубине неравномерно. При общей тенденции возрастания частоты горных ударов с увеличением глубины разработки, наблюдаются зоны (по глубине) с повышенной и пониженной частотой горных ударов, причём эти зоны циклически чередуются между собой. В работе [1] приведен график зависимости частоты горных ударов от глубины разработки и найден алгоритм расположения центров зон повышенной интенсивности горных ударов, их взаимосвязи, который определяется последовательностью приведенной в таблице 1. В этой таблице n – порядковый номер зоны начиная от дневной поверхности; X — отношение глубины расположения центра предыдущей зоны к глубине расположения центра последующей зоны.

Таблица 1– Последовательность расположения центров зон повышенной интенсивности горных ударов

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X	0,6180	0,6823	0,7245	0,7549	0,7781	0,7965	0,8117	0,8243	0,8351

Алгоритм приведенной последовательности определяется уравнением (1):

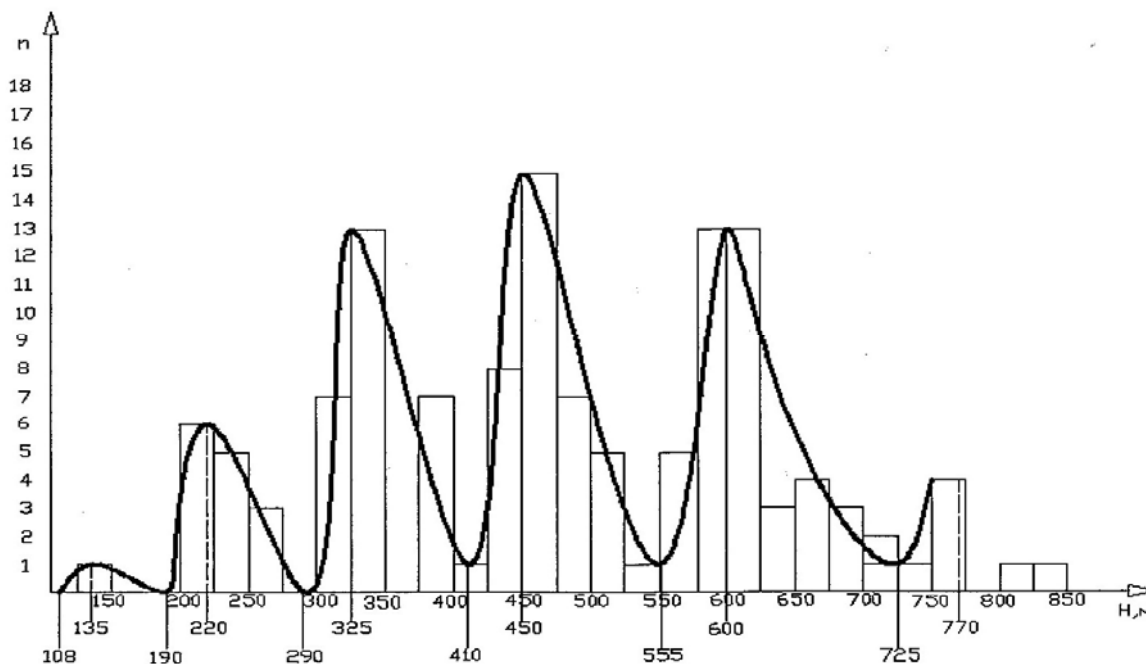
$$X^{n+1} + X - 1 = 0; \quad (1)$$

Дальнейшие исследования (рисунок 1) показали, что расположение центров зон пониженной интенсивности горных ударов определяется последовательностью приведенной в таблице 2.

Таблица 2 – Последовательность расположения центров зон пониженной интенсивности горных ударов

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>X</i>	0,5698	0,6540	0,7055	0,7408	0,7654	0,7894	0,8039	0,8182	0,8299

Алгоритм данной последовательности определяется уравнением (2):



$$X^{n+1/2} + X - 1 = 0. \quad (2)$$

Рисунок 1 — Интенсивность горных ударов (*n*) в зависимости от глубины разработки (*H*)

Таким образом, пространственное расположение (по глубине от поверхности) зон повышенной и пониженной интенсивности горных ударов не является случайным, а имеет закономерный характер. Толща пород оказывается дифференцированной на области различных специфик и по мере увеличения глубины происходит непрерывная смена её качественных состояний (структурных уровней) посредством перехода из одной области в другую.

Поскольку при реализации мощных выбросов проявляются их основные закономерности, нами проанализированы закономерности проявления мощных выбросов в подготовительных горных выработках по глубине (таблица 3). Рассматривая имеющуюся у нас статистику проявления газодинамических явлений по Карагандинскому угольному бассейну, к мощным мы решили условно относить выбросы газа более 10000 м³ и выбросы угля, породы с интенсивностью более 200 т. Как показал анализ рассмотренных выбросов, все они происходили вблизи поворотных, переломных точек (точек бифуркации) на рисунке 1 (не далее 25 м от них, т. е. в пределах точности полученного графика). Таким образом, статус основополагающих детерминант приобретают точки бифуркации. Вблизи этих точек (точек перехода в новое состояние) основную роль играют мелкие возмущения или случайные элементы, поэтому в таких зонах малые причины порождают большие следствия. Поворотные или экстремальные точки со значительным изменением организации системы обычно сопровождаются экстремальными изменениями некоторых энергетических функций, переходами одних форм энергии в другие.

Таблица 3 — Статистические данные по мощным выбросам в Карагандинском угольном бассейне.

№	Шахта, место выброса	Глубина от поверхности, м	Количество выброшенного газа, м ³ Количество выброшенного угля (породы), т	Дальность отброса угля (породы), м	Отклонение от точки бифуркации, м
1	Им. Кирова, орт 2 с 20 зап. откат. штрека (К ₁₂)	427	8000 200	6	23

2	«Сокурская», 4 вост. отк. штрек К ₇	277	$\frac{16300}{60}$	Нет данных	13
3	«Стахановская», вент. квершлаг на центрально-отнесённый ствол (вскрытие пл.К ₁₂)	427	$\frac{9100}{260}$	14,5	23
4	«Гопарская», 3 зап. отк. квершлаг (вскрытие) К ₁₈	335	$\frac{26000}{360}$	27	10
5	Им. 50 ЛОР, 4 зап. трасп. просек К ₁₂	471	$\frac{18740}{100}$	9,8	21
6	Им. В.И. Ленина, людской ходок Д ₆	410	$\frac{36000}{550}$	50	0
7	Им. В.И. Ленина, вост. фланг. вент. ствол (вскрытие) Д ₆	435	$\frac{27900}{380}$	5,5	15
8	«Казахстанская», ходок в водосборник (вскрытие) Д ₁ - Д ₂	470	$\frac{22500}{520}$	65	20
9	Им. В.И. Ленина, конв. бремсберг 24 - Д ₆ - 1 - В	350	$\frac{10000}{145}$	18	25
10	Им. В.И. Ленина, 2 отк. штрек гор. ± 0, пл. Д ₁₀	470	$\frac{10000}{150}$	18	20
11	Им. В.И. Ленина, конв. штрек 28-Д ₆ - В	317	$\frac{2040}{50}$	20,2	8
12	«Казахстанская», заезд на конв. уклон 212 - Д ₆ - 3 (вскрытие)	466	$\frac{10000}{110}$	12	16
13	Им. В.И. Ленина, конв. бремсберг центр-запад пл. Д ₆ гор. - 100	545	$\frac{550000}{640}$	66	5
14	Им. В.И. Ленина, сбоечный квершлаг №2 пл. Д ₆ гор. - 100 (вскрытие)	580	$\frac{1300000}{3250}$	236	25
15	«Тентекская», конв. штрек 193 — Д ₆ - С	542	$\frac{414085}{1087}$	107	13
16	«Тентекская», конв. штрек 193 - Д ₆ - Ю	560	$\frac{225000}{1000}$	28	5
17	Им. Кузембаева, вент. квершлаг 40 – К ₈ – К ₁₀	400	$\frac{37000}{400}$	100	10
18	Им. Кузембаева, вент. штрек 37-К ₁₀ -В	577	$\frac{13000}{660}$	25	22

Таким образом, пространственные связи, лежащие в основании системной организации пород, – важнейшие из тех, что создают её реальную значимость, структурную оформленность, обуславливают последовательность изменений состояния этой системы.

Список использованных источников

1. Лис С.Н., Казанцева Г.В. Пространственные связи в системной организации пород в земных недрах // Труды Международной научной конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан – 2030» (Сагиновские чтения №2), Ч.3,- Караганда: КарГТУ, 2010, С.254 – 256.

АННОТАЦИЯ

В докладе представлены результаты исследований закономерностей проявления динамических явлений в шахтах и рудниках в зависимости от глубины разработки.

THE SUMMARY REPORT

The report presents the results of studies of regularities of dynamic phenomena in mines, depending on the depth.

УДК 622.223.3:81.373.46

ПОДХОД К УПОРЯДОЧЕНИЮ ТЕРМИНОЛОГИИ ВСКРЫТИЯ И ПОДГОТОВКИ ШАХТНОГО ПОЛЯ

Супруненко А.Н. доцент кафедры РМПИ, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия

Понятия вскрытия и подготовки шахтного поля являются одними из основных в горной терминологии, взаимосвязаны с другими и имеют важное значение при разработке технологических схем горных предприятий. Известны попытки ученых в разработке и установлении научной терминологии в горном деле, однако из-за разного понимания многих понятий в построении терминов присутствовала многозначность, наличие синонимов, несоответствие термина понятию и др. Так, например, при описании вскрытия и подготовки шахтного поля в классических трудах по горному делу (В. В. Бокий, Л. Д. Шевяков, С.Д. Сонин и др.) использовались понятия способы и схемы, но четкого разделения между ними в виде определений не представлялось.

В данной области горной терминологии АН СССР рекомендовало определения: термину "вскрытие месторождения (шахтного поля)" – проходка выработок, открывающих доступ от поверхности земли к месторождению или его части и обеспечивающих возможность проведения подготовительных горных выработок и термину "подготовка месторождения (шахтного поля)" – проходка выработок, осуществляемая после вскрытия и обеспечивающая возможность ведения очистных работ [1].

Соглашаясь с рекомендацией [1] аналогичное определение вскрытию и подготовке месторождения (шахтного поля) дают Л. Д. Шевяков, С. Д. Сонин, А. П. Килячков, Байконуров О. А., Агошков М. И. и др. В развитие указанных понятий делались попытки дополнить определения существенными признаками (А. М. Курносов, А. П. Судоплатов, С. С. Квон и др.). Однако термины, связанные со схемой и способом вскрытия и подготовки шахтного поля также не раскрывались определениями.

С развитием технического уровня и технологий горного производства возникла необходимость в систематизации накопленных знаний, на основе которых возможно было для различных типовых геологических структур месторождения принимать лучшие проектные решения в конструировании технологических схем угольных шахт.

В этой связи, школа А. С. Бурчакова [2], одна из первых, разделила понятия "вскрытие шахтного поля" и "подготовка шахтного поля" на "схемы" и "способы", дали каждому понятию по определению и предложили классификации схем и способов вскрытия и подготовки шахтного поля [2], классификацию технологических схем угольных шахт [3].

Анализ указанных классификаций [2-3] выявил недостаток, который можно сформулировать следующим образом. Нарушена связь между литературной нормой русского языка слова "способ" и определениями терминов "способ вскрытия шахтного поля" и "способ подготовки шахтного поля". Также, данные определения не согласуются с применением слова "способ" в системах понятий, приведенных, например, в словарях и энциклопедиях общефизического и общетехнического направления. При этом известно [8], что основным принципом отбора понятий для конкретной области знаний должно быть соблюдение совокупности трех групп: 1) специфические понятия для рассматриваемой области знания; 2) одновременно рассматриваемые понятия в смежных областях; 3) согласование с принадлежащими к общетехническому, общефизическому и т. д. системам понятий.

Обращение к литературе [6, 7 и др.] показало, что слово "способ" представлено только в словарях русского языка [6 и др.]. Очевидно, что определение термина "способ" в словарях [6 и др.] удовлетворяет требованиям, предъявляемым к технической терминологии и рассматривается как последовательность действий и состояний, ведущих к достижению цели.

Так, по А. С. Бурчакову [2,3]: способ вскрытия шахтного поля □ расположение системы вскрывающих выработок относительно горизонтальной плоскости с учетом их функционального назначения. По С. И. Ожегову [6]: способ □ действие или система действий, применяемые при исполнении какой-нибудь работы при осуществлении чего-нибудь. По Д. Н. Ушакову: способ □ тот или иной порядок, образ действий, метод в исполнении какой-либо работы, в достижении какой-нибудь цели.

Термин "схема" и определения понятий, связанные с ним, более полно представлены в справочной литературе [7, 8 и др.]. В отличие от способов вскрытия и подготовки, здесь имеется согласование сущности в определениях термина "схема" в словарях [7, 8 и др.] и рассматриваемых терминов горного дела "схема вскрытия" и "схема подготовки" [2,3 и др.].

Вместе термины способ и схема относительно вскрытия и подготовки шахтного поля представляют терминологические системы. В общем случае, терминсистема – это упорядоченное множество терминов с зафиксированными отношениями между ними, отражающими отношения между называемыми этими терминами понятиями [8]. Соответственно в развитие сложившегося понятийного аппарата, характеризующего вскрытие и подготовку шахтного поля, предлагается следующая структура терминологической системы (рис. 1).

"процесс" →причинно-следственные отношения→ "предмет"

Рис. 1. Структура терминологической системы понятий, описывающих понятия "вскрытие шахтного поля" и "подготовка шахтного поля"

Группы понятий в системе выявляются с помощью категорий понятий, среди которых рассмотрим "предметы" и "процессы", как наиболее часто встречающиеся в научно-технической терминологии.

Категория "предмет" философская, обозначающая некоторую целостность, выделенную в мире объектов, определяется как " - всякое материальное явление, вещь; то, на что направлена мысль, что составляет ее содержание или на что направлено какое-нибудь действие" [7,6]. Следовательно, представленное в словарях значение слова "предмет" может быть критерием отнесения объекта (вещи) к данной категории.

Следуя данному положению в терминологической системе "вскрытие шахтного поля" под категорией "предмет" будем понимать объект - пространственную конструкцию, составленную из сети вскрываемых выработок и которую в горной деле рассматривают в виде схемы вскрытия шахтного поля. Соответственно в терминологической системе "подготовка шахтного поля" к категории "предмет" относим пространственную конструкцию из подготовительных выработок и представляемую в виде "схемы подготовки шахтного поля". Здесь каждая представленная конструкция в структуре своей терминологической системы имеет геометрический образ в виде формы, количество и взаимное расположение горных выработок

Основой категории "процесс" является понятие, приведенное в словарях, например, "процесс - ход, развитие какого-нибудь явления; последовательная смена состояний в развитии чего-нибудь; совокупность последовательных действий, направленных на достижение определенного результата" [6,7].

В структуре категории "процесс" одним из обязательных составляющих элементов является способ осуществления действия над материальным объектом в достижении определенной цели. Соответственно типовыми признаками понятия способа являются: цель, объект, наличие действия или совокупности действий над объектом, порядок выполнения действий во времени и условия выполнения действий, применяемые материалы и оборудование, связь с другими способами. Следуя изложенным положениям, под способом вскрытия или подготовки шахтного поля будем понимать действия в виде проведения горных выработок определенного функционального назначения с целью формирования соответствующей пространственной конструкции горных выработок. Количество применяемых способов в формировании конечного результата зависит от целей вскрытия и подготовки шахтного поля.

Рассмотренные категории понятий "предмет" и "процесс" имеют терминологическое единство в описании понятий вскрытия и подготовки шахтного поля. С позиций системного подхода причинно-следственная связь между категориями понятий "процесс" и "предмет" объясняется тем, что при выполнении совокупности определенных действий достигается цель – конечный результат в виде возникновения понятия категории "предмет". Очевидно, что каждая из рассматриваемых здесь терминсистем обладает всеми признаками систем – структурностью (наличие установленных связей и отношений между элементами внутри системы, распределение элементов по уровням иерархии системы), целостностью (функционирование всех элементов системы подчинено единой цели), различием природы элементов и др.

В соответствии с рассмотренной структурой системы понятия вскрытия шахтного поля предлагается следующая терминология ее элементов. Способ вскрытия шахтного поля – проходка одной или нескольких вскрываемых выработок шахтного поля, необходимых для проведения подготовительных выработок выемочного поля. Под выемочным полем понимается панель, часть этажа или горизонта. Схема вскрытия шахтного поля □ пространственное расположение вскрываемых выработок в шахтном поле.

В соответствии со структурой системы понятия подготовка шахтного поля предлагается терминология ее элементов. Способ подготовки горизонта шахтного поля - проходка одной или нескольких подготовительных выработок шахтного поля, необходимых для проведения подготовительных выработок выемочного поля. Способ подготовки выемочного поля - проходка одной или нескольких подготовительных выработок шахтного поля, необходимых для проведения подготовительных выработок выемочного участка. Схема подготовки выемочного поля □ пространственное расположение подготовительных выработок выемочного поля. Способ подготовки выемочного участка - проходка одной или нескольких подготовительных выработок выемочного участка, необходимых для ведения очистных работ. Схема подготовки выемочного участка □ пространственное расположение подготовительных выработок выемочного участка.

Выводы. 1 Предложена терминологическая система, структуры которой включают понятия способов и схем вскрытия и подготовки шахтного поля. 2. Даны определения понятий способов и схем вскрытия и подготовки шахтного поля. 3. Упорядочена терминология вскрытия и подготовки шахтного поля. При этом известные классификации вскрытия и подготовки шахтного поля согласуются с предложенной терминологической системой.

Список литературы

1. Терминология горного дела. Горные работы и горные выработки. Сборники рекомендуемых терминов. Выпуск 36. Изд-во Академии наук СССР. - М.: 1954. - 28 с.
2. Пучков Л. А., Жежелевский Ю. А. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов: В 2-х т. - М.: Издательство Московского государственного горного университета. - 2008. Том 1. - 562 с.
3. Бурчаков А. С. Выбор технологических схем угольных шахт / А. С. Бурчаков В. А. Харченко, Л. А. Кафорин. - М.: Недра, 1975. - 274 с.
4. Горная энциклопедия в пяти томах / Гл. ред Е. А. Козловский; Ред. кол.: М. И. Агошков, Н. К. Байбаков, А. С. Болдырев и др. - М.: Сов. Энциклопедия. - 1984-1991.
5. Лидин Г. Д. и др. Горное дело: Терминологический словарь / Г. Д. Лидин, Л. Д. Воронин, Д. Р. Каплунов и др. - 4-е изд., перер. и доп. - М.: Недра, 1990. - 694 с.
6. Ожегов С. И. Словарь русского языка: Под ред. чл.-корр. АН СССР Н. Ю. Шведовой. - 18-е изд., стереотип. - М.: Рус. яз., 1986. - 797 с.
7. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А. М. Прохоров, 2-е изд. - М.: Сов. Энциклопедия, 1983 г. - 1600 с.
8. Лотте Д.С. Основы построения научно-технической терминологии // Вопросы теории и методики. - М.: Изд-во академии наук СССР, 1968. - 156с.

Аннотация

Предложена терминологическая система, структура которой включает категории понятий "процессы" и "предметы". Системный подход позволил построить определения терминов способы и схемы и упорядочить терминологию вскрытия и подготовки шахтного поля.

Abstract

The terminological system which structure includes categories of the concepts "processes" and "subjects" is offered. The system approach allowed to construct definitions of terms ways and schemes and to order terminology of opening and preparation of a shakhny field.

УДК: 622.275

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

*Цибаев Сергей Сергеевич, инженер кафедры РМПИ ПС
ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово, Россия.*

Рассматриваются вопросы повышения эффективности использования недр путем разработки и обоснования технологических решений, обеспечивающих эффективную и безопасную отработку участков оставленных запасов угля в пределах горных отводов действующих шахт. Предложена комплексная классификация участков остаточных запасов. Согласно предложенной классификации, произведен анализ запасов шахтных полей действующих шахт Кузбасса.

The article is devoted to solving questions of greater resort to coal deposits by means of development and substantiation of efficient and safety technologies for residual coal deposits mine. The complex classification of residual coal deposits was suggested. According to classification the coal deposits of Kuzbass mine takes were evaluated.

На действующих шахтах России область рационального применения эффективных технологий выборочной отработки пластов ограничена рядом горно-геологических и горнотехнических условий. Однако, значительная часть высокоценных углей так и остается под землей, вследствие несоответствия вышеописанным параметрам. Небольшие размеры, сложная геометрическая форма, нарушенность и изменчивость мощности пласта делают отработку таких участков сложнореализуемой в контексте отработки их длинными механизированными очистными забоями. На действующих шахтных полях по данным ВНИМИ к нетехнологичным и низкотехнологичным запасам отнесено до 40% балансовых запасов угля. Поэтому важной научно-практической задачей в отрасли является разработка и реализация технологических решений для создания технологических схем, обеспечивающих эффективную и безопасную отработку остаточных запасов угля.

Остаточные запасы – это участки недр, которые не были вовлечены в разработку по ряду причин, среди которых: безопасность ведения горных работ, экономическая нецелесообразности в рамках традиционных технологий, сложная геометрическая форма, сильная геологическая нарушенность участка или по другим причинам.

Объединение многообразия оставленных участков в группы, которые бы характеризовали особенности и причины отстранения от разработки этих участков требует составления комплексной классификации участков остаточных

запасов. Главным классификационным признаком выступили условия происхождения участков остаточных запасов. Все характерные участки были разделены на две группы: природные и техногенные типы остаточных запасов (рис.1).



Рис. 1 – Типы участков пластов с остаточными запасами угля.

Для практического подтверждения многообразия участков и свойств залегания остаточных запасов были проанализированы запасы 4 действующих шахт ОАО «СУЭК –Кузбасс» («Красноярская», «Польсаевская», «Комсомолец», «им. 7 Ноября») и шахтоучастка «Октябрьский», входящего в УК «Заречная». Распределение объемов остаточных запасов по типам представлено в табл. 1.

Таблица 1

Тип	Категория	Объем (тыс.т.)
Техногенный	Краевые участки выемочных столбов	3141
Техногенный	Межлавные и межкамерные целики	2707
Техногенный	Целики для охраны капитальных горных выработок	16156
Природный	Участки пласта в зоне геологических нарушений, с изменчивыми элементами залегания	6252
Природный	Участки пласта под наносами	8106
Техногенный	Целики под охраняемыми объектами на поверхности	22217
Техногенный	Оставленный участок, сложная геометрическая форма участка	16204
Природный	Целики под естественными охраняемыми объектами на поверхности	21000
Всего:		74783

Проанализировав условия конкретного предприятия можно сделать выводы, что в целиках различного назначения и оставленных участках сосредоточены значительные запасы высокоценных углей. Так, например, на пласте Байкаимский шахты им. 7 Ноября в целиках сосредоточено до 50 млн. т. угля марки Г. В имеющемся целике под отстойником шахтных вод сосредоточено около 3,8 млн. т. Запасы, сосредоточенные в целиках, к которым имеется доступ, оцениваются в 9 млн. т. В условиях шахты им. В.И. Ленина на юге Кузбасса в целиках оставлено около 15 млн. т. угля, в условиях шахты Томская около 4 млн. т. угля.

Анализируя зарубежный и отечественный опыт отработки участков угольных пластов сложной геометрической формы, со сложными условиями разработки (нарушенность, повышенное горное давление), применительно к условиям шахт Кузбасса, наиболее эффективными и реально осуществимыми являются системы разработки длинными столбами в коротких лавах и разработки короткими столбами.

В рамках горного отвода шахты Красноярская (ОАО «СУЭК-Кузбасс, г. Ленинск-Кузнецкий) по пласту Польшаевскому2 в западном крыле имеется участок остаточных запасов, который представляет интерес в контексте потенциальной его отработки камерной или камерно-столбовой системами.

Блок №1 представляет собой участок остаточных запасов техногенного типа со сложной геометрической формой. Имеет форму шестиугольника, размеры блока 352x97x218x489x458x202 м. Пласт Польшаевский 2 в границах блока №1 находится выше границы угрожаемости по горным ударам (150 м.), то есть неудароопасен. Восточнее блока имеются действующие наклонные горные выработки: вентиляционный уклон 81, конвейерный уклон 81 – конвейерный квершлаг 81, путевой уклон 81 – путевой квершлаг 81. Конвейерный уклон 81 – конвейерный квершлаг 81 оборудован ленточным конвейером ЗЛЛ 1200-2П для выдачи горной массы Основные параметры блока представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатель	Значение
Площадь, тыс. м ²	185
Средняя мощность пласта, м	5
Сосредоточенные запасы, тыс.т.	1050
Угол падения пласта, град.	8 - 10
Глубина ведения работ от земной поверхности, м.	77 - 130

Применительно геометрическим размерам, горно-геологическим условиям блока №1, для эффективной отработки блока камерно – столбовой системой предлагается технологическая схема с опережающей камерой и двухсторонними заходками. Подготовка блока осуществляется проведением осевых конвейерной и вентиляционной печей, опережающих камер и обрезных печей. Осевые печи, при этом, делят блок №1 на северное и южное крыло. Учитывая склонность пласта Польшаевского 2 к самовозгоранию, необходимо в кратчайший срок изолировать глухими вентиляционными перемычками отработанные камеры.

Проветривание сквозных опережающих камер осуществляется за счет общешахтной депрессии, тупиковых камер (в проходке) – при помощи вентиляторов местного проветривания. Свежая струя поступает с вентиляционного осевого штрека, исходящая уходит по обрезной печи, далее по обрезному штреку и по конвейерной осевой печи. Технологическая схема представлена на рис. 2.

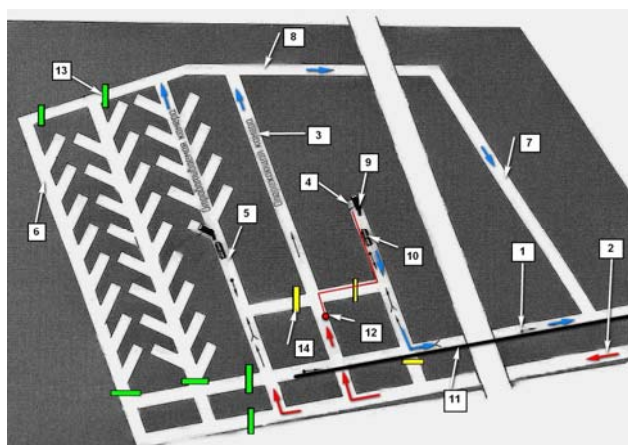


Рис. 2 – Технологическая схема с опережающей камерой и двухсторонними заходками

1. осевая конвейерная печь;
2. осевая вентиляционная печь;
3. опережающая камера;
4. камера в проходке;
5. отработываемая камера;
6. отработанная камера;
7. обрезной штрек;
8. обрезная печь;
9. проходческий комбайн;
10. самоходный вагон;
11. ленточный конвейер;
12. ВМП;
13. глухая вент. перемычка;
14. перемычка с вент. Дверь

Основные технологические параметры схемы представлены в табл. 3

Таблица 3

Наименование параметров	Значения
Ширина камер, м.	5,0
Высота камер в проходке, м.	5,0
Длина камер, м.	до 200
Ширина междукамерных целиков, м.	16-18
Ширина заходок, м.	4,5
Длина заходок, м.	до 11
Высота заходок, м.	5,0
Ширина подзавальных целиков, м.	4,0
Угол между камерами и заходками, град.	35
Ширина барьерных целиков, м.	20

Основные технико-экономические показатели при отработке блока №1 представлены в табл. 4.

Таблица 4

Наименование показателей	В нормальных условиях	В зонах ПГД
Месячная добыча, тыс.т.	40	19
Суточная добыча, т	1330	630
Объем проведения камер, м/мес	350	200
Вынимаемая мощность, м	5,0	5,0
Численность рабочей бригады, чел.	33	33
Производительность труда рабочего т/вых	40,3	19,1
Производительность труда рабочего т/мес	1212	576
Коэффициент извлечения угля	0,65-0,7	0,4
Объем проведения подготовительных выработок, м/тыс.т.	10	15,8
Себестоимость добытого угля, руб/т..	253	486

Учитывая запасы блока №1 1050 тыс.т., коэффициент извлечения запасов – 0,7 и ежемесячную нагрузку на забой в 40 тыс.т., срок отработки блока составит 2 года. Расчет денежного потока при отработке блока №1 технологической схемой с опережающей камерой и двухсторонними заходками показывает, что экономический эффект составит до 338 млн. руб. и 183 млн. руб. при использовании проходческой техники, состоящей на балансе предприятия и приобретении нового комплекта у завода-изготовителя, соответственно.

УДК 622.4

ШАХТНАЯ КАЛОРИФЕРНАЯ УСТАНОВКА С РЕГУЛИРОВАНИЕМ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ В СЕКЦИЯХ

А. М. Цыба, главный механик шахты «Грамотейнская» ОАО ОУК «Южскузбассуголь», г. Белово

Правила безопасности в угольных шахтах регламентируют температуру воздуха в устье ствола не ниже +2°C, что исключает обмерзания армировки стволов, стенок выработок, конструкций подъемных и транспортных установок околоствольных дворов, определяющих эффективную работу всего горнодобывающего предприятия. Вместе с тем, для обеспечения комфортных условий труда желательно поддерживать температуру воздуха в

пределах $+8-12^{\circ}\text{C}$. Подогрев воздуха осуществляется калориферными установками, сооружаемыми вблизи воздухоподающих стволов.

На шахте «Грамотеинская» (ОАО ОУК «Южкузбассуголь») используется безвентиляторная калориферная установка – открытая, округлой формы, башенного типа, работающая с горячим теплоносителем «перегретая вода», включающая 66 калориферных секций типа КСК-4-11, расположенных в один ряд по ходу воздуха и установленных в три яруса. Установка введена в строй в 1999 году. Специальные нагнетательные вентиляторы в таких установках отсутствуют. Холодный атмосферный воздух поступает через воздухозаборные проемы, расположенные равномерно по периметру здания калориферной установки, проходит через калориферные секции за счет общешахтной депрессии, создаваемой вентилятором главного проветривания, и поступает нагретым в ствол.

Проектом предусматривался монтаж двухконтурной системы с незамерзающим теплоносителем, в реальности же схему упростили, оставив только один контур – водяной. Даже работая не на полную мощность главного вентилятора, уже первые морозы привели к повреждениям калориферных секций и протечкам воды. Поскольку калориферные секции расположены над помещением вентиляторов и электрооборудования, то это стало серьезной проблемой для обслуживающего персонала. Хаотичные повреждения трубок секций продолжаются и в настоящее время.

Существующие методики проектирования калориферных установок предполагают равенство потоков воздуха и греющего теплоносителя, проходящих через секции калориферов. Более того, нормы проектирования калориферных установок регламентируют допустимую неравномерность потоков теплоносителей не более 15 % [1]. Однако замеры скорости воздуха, выполненные по окружности внутри реальной безвентиляторной калориферной установки, не подтверждают этого равенства. Замерами также установлено, что при скорости ветра 10-15 м/с калориферная установка продувается насквозь. Кроме того, частый выход из строя калориферов, расположенных в тупиковых участках схемы теплоснабжения установки, доказывает, что и греющий теплоноситель распределяется по секциям калориферов не равномерно.

Для выравнивания потоков греющего теплоносителя через калориферные секции существуют технические решения, предусматривающие изменение тупиковой схемы подсоединения секций калориферов на попутную схему, например [2]. А для выравнивания потоков воздуха, проходящих через секции калориферов (особенно при сильном ветре), таких решений пока нет.

Поскольку здание калориферной установки имеет округлую форму, то равномерно расставленные по периметру воздухозаборные проемы всегда четко ориентированы относительно направления ветра: боковые, с наветренной стороны и подветренной стороны. При этом отмечено неравенство потоков воздуха, проходящих через калориферы с подветренной, наветренной и боковых сторон установки, особенно при сильном ветре.

При прочих равных условиях с наветренной стороны количество воздуха, проходящее через секции калориферов, больше, чем количество воздуха, проходящее через секции калориферов с подветренной стороны. Это количество воздуха больше проектного, не получает достаточного количества теплоты и не нагревается до заданной температуры, а греющий теплоноситель отдает такое количество теплоты, что сам остывает до температуры ниже проектной.

С подветренной стороны, в силу меньшей разницы давлений до и после секций калориферов по ходу воздуха, количество, прошедшего через секции калориферов, воздуха меньше проектного и, хотя, нагревается он до температуры выше заданной, его количество теплоты не может компенсировать дефицит теплоты воздуха с наветренной стороны.

С боковых сторон, в силу наличия аэродинамического сопротивления калориферных секций и повышенной скорости касательного воздушного потока, количество воздуха, проходящего через секции калориферов, также меньше проектного.

Задача создания комфортных и безопасных температурных условий в шахте состоит в регулировании воздушных потоков, обеспечении примерного равенства потоков воздуха с любой стороны, относительно направления ветра.

Обычно регулирование потоками осуществляют введением в поток дополнительных сопротивлений. В связи с тем, что калориферная установка не имеет в своем составе нагнетательного вентилятора, воздух проходит через калориферные секции за счет общешахтной депрессии, создаваемой главным вентилятором шахты. Величина этой депрессии в устье ствола не очень велика (200-250 Па). По данным Гидрометцентра Кемеровской области, в Кузбассе в период с октября по апрель наблюдается до 116 дней (в среднем 62) с метелями, когда скорость ветра составляет более 10 м/с [3]. Так как при скорости ветра 3-4 м/с работа калориферной установки протекает штатно, то задача обеспечения нормальной работы в других условиях заключается в следующем. Необходимо снизить скорость воздушного потока при сильном и не препятствовать проходу воздуха при слабом ветре с наветренной стороны; снизить скорость касательного воздушного потока по боковым сторонам; увеличить количество воздуха, проходящего через калориферные секции, расположенные с подветренной стороны.

Идея регулирования воздушных потоков, проходящих через секции калориферов, состоит в том, чтобы введением дополнительных аэродинамических сопротивлений в поток воздуха, набегающего на здание калориферной установки, обеспечить примерное равенство количеств воздуха, проходящих через калориферные секции со всех сторон и одновременно снизить лобовой скоростной напор ветра.

Автором разработана конструкция устройства, позволяющая решить поставленную задачу (рис.) [4]. Для снижения скорости воздушного потока, набегающего на здание 1, предлагается использовать полупроницаемый щит 4, устанавливаемый перед воздухозаборными проемами 2 с наветренной стороны. Для увеличения количества воздуха, проходящего через калориферные секции с подветренной стороны – непроницаемый щит 5; а для снижения скорости касательного воздушного потока по боковым сторонам здания использовать увеличенные геометрические размеры щита 4, устанавливаемого с наветренной стороны. Для того чтобы перечисленные аэродинамические сопротивления не оказывали отрицательного влияния на работу калориферной установки в безветренную погоду, указанные щиты необходимо установить на некотором расстоянии от здания.

Поскольку ветер непостоянен не только по силе (скорости), но и по направлению, щиты 4 и 5 устанавливают на кольцевом каркасе 6, снабженном вертикальной лопастью 7. Каркас 6, в свою очередь, установлен на направляющих 8 и способен вращаться вокруг вертикальной оси здания 1 калориферной установки.

За счет энергии ветра лопасть 7 повернет каркас 6 вокруг вертикальной оси и установит полупроницаемый щит 4 у проемов 2 с наветренной стороны, плотный щит 5 – у аналогичных проемов с подветренной стороны. Полупроницаемый щит 4 погасит скорость движения воздуха, прошедшего через него, и частично отклонит набегающий воздушный поток в стороны. Воздух, прошедший через щит 4, поступит в проемы 2 с наветренной стороны ограждения 1 с пониженной скоростью; воздух, отклоненный щитом 4, дойдя до края щита 4, отклонится в сторону ограждения 1 и поступит в его боковые проемы 2, также потеряв скорость. Плотный щит 5 уловит часть воздушного потока, прошедшего вблизи ограждения 1 и направит ее в проемы 2 с подветренной стороны.

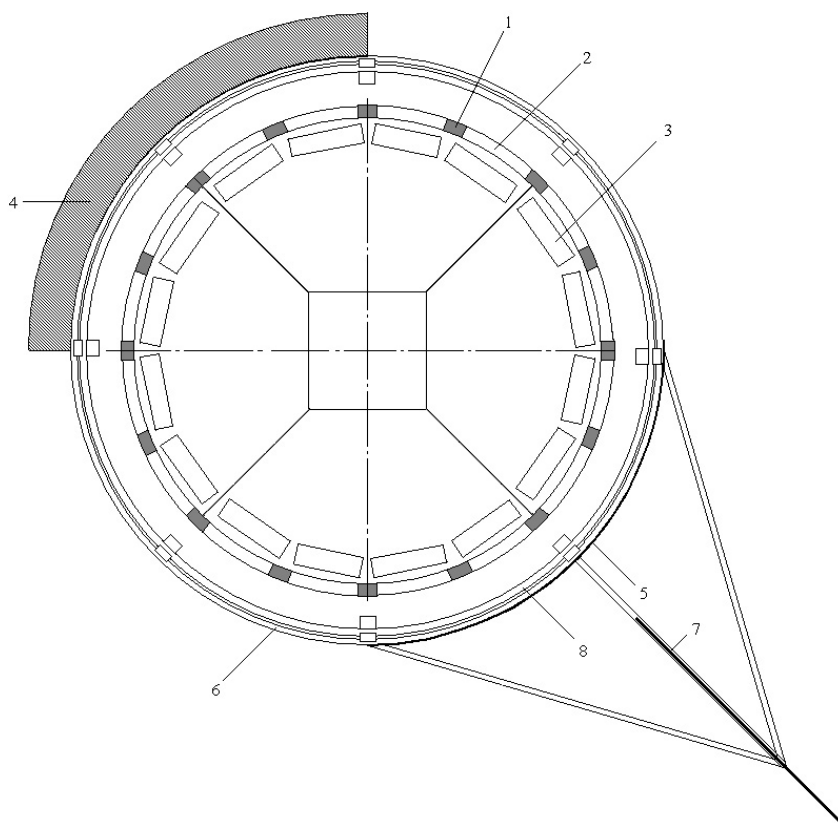


Рисунок – Схема расстановки аэродинамических сопротивлений вокруг здания калориферной установки
 1 – здание калориферной установки; 2 – воздухозаборный проем; 3 – секция калорифера; 4 – полупроницаемый щит; 5 – плотный щит; 6 – каркас; 7 – лопасть; 8 – направляющие

При безветренной погоде воздух будет поступать во все воздухозаборные проемы примерно равномерно, минуя дополнительные аэродинамические сопротивления, т.е. будет проходить сверху, снизу и с обеих сторон ограждений 4 и 5 и далее в проемы 2.

Разработано несколько вариантов конструктивного исполнения полупроницаемого щита (перфорированный щит, сетка, профилированный лист, разнонаправленный рассеиватель и т.д.). В настоящее время на шахте готовится эксперимент по выявлению наиболее эффективного конструктивного исполнения дополнительного аэродинамического сопротивления с позиций безусловного обеспечения безопасных и комфортных температурных условий в шахте.

Список литературы

1. Руководство по техническому обслуживанию калориферных установок шахт. Под общей ред. Н.И. Карасева/ Н.И. Карасев, Б.Ф. Негруцкий, А.И. Григорьев и др. М.:1984.–176 с.;
2. Триллер Е. А. Опыт эксплуатации калориферных установок в условиях шахты «Красноармейская-Западная №1» / Е. А. Триллер, Т. В. Алтухова; <http://ea.donntu.edu.ua/handle/123456789/3636>, доступ 29.02.2012;
3. Климат Кемеровской области // <http://meteo-kuzbass.ru/pogoda/climat/january>. Дата доступа 20.03.2012;
4. Цыба А. М. Шахтная калориферная установка/ Заявка на выдачу патента на изобретение. Заявл. 23.05.2012, № 2012115007.

Аннотация

Автором предложена конструкция безвентиляторной шахтной калориферной установки, обеспечивающей примерное равенство потоков воздуха, поступающих в воздухозаборные проемы здания калориферной установки, с любой стороны относительно направления ветра. Регулирование воздушных потоков, проходящих через секции калориферов, осуществляется введением дополнительных аэродинамических сопротивлений в поток воздуха, набегающего на здание калориферной установки.

Abstract

Construction of fanless mine calorific unit, guaranteeing approximately equality of air flows, entrancing to windows for fresh air of fan house, independently of direction of the wind, are suggested. Regulation of air flows, going across calorific sections, doing by introducing (setting) of additional air dynamical resistances into air flow, which run over to fan house.

УДК 622.241.54:539.3

ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Н.В. Черданцев, Институт угля СО РАН, Кемерово

Под влиянием технического прогресса за последние 20 лет изменились параметры технологии разработки пластовых месторождений. Увеличились размеры выемочных полей, выросли длины лав и соответственно скорости движения очистных забоев. Сечение подготовительных и капитальных выработок стали в два с лишним раза больше.

Все эти процессы привели к значительному изменению проявлений горного давления в выработках. Вследствие этого остро встаёт проблема количественной оценки геомеханической обстановки массива при ведении горных работ, в ходе решения которой производится обоснование типа крепи, в том числе и анкерной, выработок и выбор рациональных технологических схем отработки угольного месторождения. Одно из направлений геомеханической оценки состояния приконтурного массива в окрестности как закреплённых, так и не закреплённых выработок состоит в физико-математическом моделировании геомеханического состояния вмещающего массива.

Углепородный массив обладает прочностной анизотропией, обусловленной наличием поверхностей ослабления, к которым относятся, в первую очередь, слоистость и кливаж. Ориентация поверхностей ослабления по отношению к выработке задаётся углом падения α (угол между нормалью ν к поверхности и вертикальной осью поперечного сечения z) и простирания β (угол между проекцией нормали на горизонтальную плоскость xOy и горизонтальной осью сечения выработки y) (рис. 1). При $\beta=0^\circ$ выработка типа штрек пройдена по простиранию поверхности ослабления. При $\beta=90^\circ$ выработка типа квершлаг сооружается в крест простирания этих поверхностей.

Вполне очевидно, что разрушение анизотропного по прочности массива согласно критерию Мора - Кузнецова, в первую очередь, происходит по поверхностям ослабления, вследствие чего, за контуром выработок образуются зоны нарушения сплошности (ЗНС) [1]. Наличие зон - одновременно показатель разрушения анизотропного по прочности массива и критерий его устойчивости. По размерам и конфигурации ЗНС можно судить о степени разрушения массива около выработки, выбрать рациональную её форму поперечного сечения, разработать паспорт анкерного крепления. В этой связи учёт прочностной анизотропии в расчётах вмещающего массива позволяет получить обоснованные оценки разрушения массива и в соответствии с ними дать достоверную картину устойчивости выработок и путей их повышения, обеспечивая тем самым безопасность ведения горных работ.

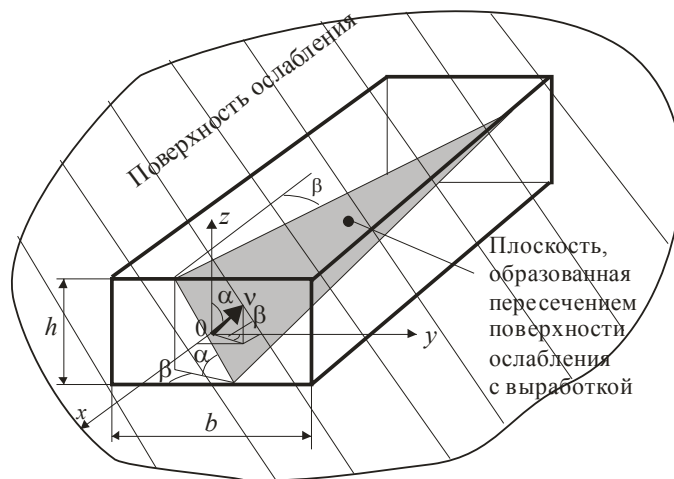


Рисунок 1 – Положение поверхности ослабления относительно выработки.

Наиболее адекватной моделью, описывающей состояние углеродного массива, является трёхмерная модель геомеханического состояния анизотропного по прочности массива, разработанная в [2]. Созданная модель является универсальной. Она определяет методом граничных элементов непрерывное поле напряжений в окрестности выработок произвольного очертания, учитывает любые системы поверхностей ослабления, а также опорное давление в области ведения горных работ и на базе вычислительного эксперимента обеспечивает комплексное изучение различных модельных сред. Изучение геомеханического состояния вмещающего массива проводится путём построения ЗНС и на основе этих зон производится выбор параметров анкерной крепи (усилия натяжения в анкере, их число и шаг армирования выработки).

В рамках упомянутой выше модели проведёны расчёты геомеханического состояния массива в окрестности сопряжения ствола со штреком (ООО «шахта Южная» Кузбасс) в самом широком его месте (рис. 2 а). Размеры сечения выработок следующие. Высота ствола 4,4м его пролёт (ширина) 5,85м; высота штрека 4,1м, его пролёт 5м. Угол смежности выработок составляет 55°. Угол падения регулярных поверхностей ослабления $\alpha=35^\circ$, а простирания (по отношению к стволу) $\beta=0^\circ$. Коэффициент сцепления породы по поверхностям ослабления равен нулю, её угол внутреннего трения $\varphi=20^\circ$. Результаты проведённого вычислительного эксперимента представлены на рис. 2. Вертикальный размер зоны нарушения сплошности С определяется разностью максимальной и минимальной ординат, показанных на рис. 2 б. Из этого рисунка $C=9,68-4,4=5,28$ м. По размерам и конфигурации этой зоны нарушения сплошности принято шесть канатных анкеров длиной 6,3м (ещё 1м для закрепления анкера в скважине связующим материалом). Опытное производство канатных анкеров организовано на ряде фирм, таких, например, как РАНК 2, ТАК, расположенных в Кемерово. Их несущая способность достигает 30 т.

Вывод. Применение трёхмерной модели геомеханического состояния анизотропного по прочности массива для анализа напряжённо-деформированного состояния массива, а также канатных анкеров, параметры которых подобраны в соответствии с расчётами, выполненными в рамках этой модели, вполне обеспечивают устойчивость горных выработок и их безопасную эксплуатацию.

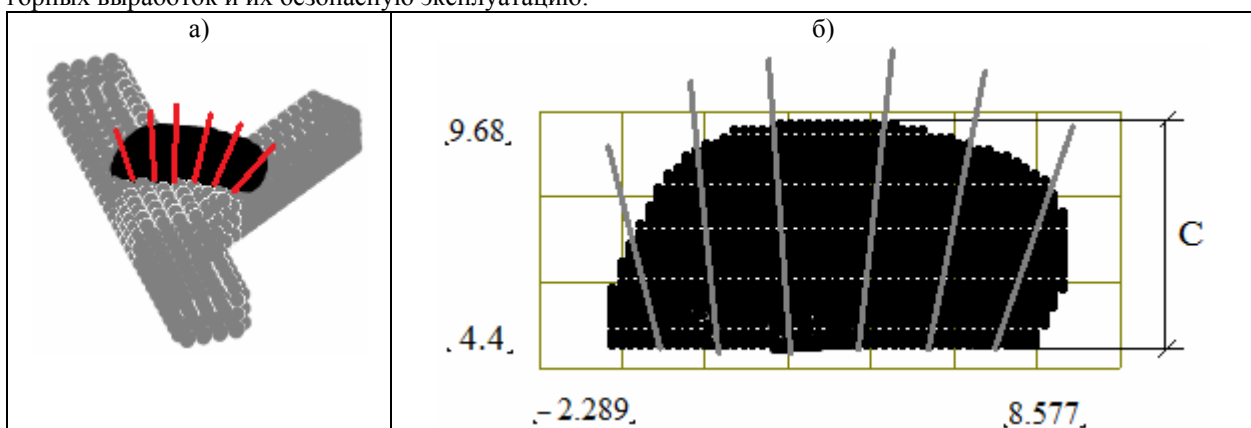


Рисунок 2 – Схема армирования канатными анкерами кровли в самом широком месте сопряжения ствола со штреком на шахте Южная

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ержанов Ж.С., Изаков В.Ю., Станкус В.М. Комбайновые выработки шахт Кузбасса. Опыт поддержания и расчет устойчивости – Кемерово: Кемеров. книжн. изд-во, 1976.–216 с.
2. Черданцев Н.В., Изаков В. Ю. Некоторые трёхмерные и плоские задачи геомеханики. - Кемерово: КузГТУ, 2004.-190 с.

Аннотация

Представлены результаты расчёта геомеханического состояния массива в окрестности сопряжения двух выработок прямоугольного сечения, полученные в рамках трёхмерной модели геомеханического состояния анизотропного по прочности массива горных пород. На основе этих результатов выбраны параметры анкерной крепи в наиболее широком месте сопряжения.

Abstract

The results of calculations of geomechanical rock mass state in the vicinity of two rectangular workings within three dimensional model of geomechanical state of anisotropic rock mass strength were obtained. Based on the results, the parameters of bolting were selected at the widest point of conjugacy.

УДК 622.831.322

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ШАХТАХ

*Зыков В.С., д.т.н., проф., зав. лаб. геодинамических явлений в шахтах,
Абрамов И. Л., к.т.н., с.н.с., Торгунаков Д. В., вед. инж., Институт угля СО РАН, г. Кемерово*

Одной из особенностей подземного способа добычи угля является необходимость решения проблемы техногенных геодинамических явлений.

Наиболее сложными и опасными динамическими явлениями в угольных шахтах являются внезапные выбросы угля и газа и горные удары. Изучению этих явлений, их прогнозу и предотвращению уделяется большое внимание. Однако существует еще ряд динамических явлений, которые считаются менее опасными. Тем не менее, последствия некоторых наиболее мощных из них сравнимы с последствиями двух названных выше явлений.

В табл. 1 приведены имеющиеся статистические сведения о трех видах происходящих на шахтах динамических явлений.

Таблица 1

Количество и хронология техногенных динамических явлений в угольных шахтах России

№ п/п	Угольный бассейн или угленосный район	Кол-во динамических явлений в шахтах, в т. ч.			Всего по бассейнам
		внезапных выбросов	внезапных выдавливаний	внезапных обрушений	
1.	Кузнецкий бассейн	195 в том числе: 1943-1972 гг. – 146 1973-1985 гг. – 19 1986-2006 гг. – 30	13 (1986-2006)	16 (1986-2006)	224
2.	Печорский бассейн	275 (1950-2006 гг.)			275
3.	Восточный Донбасс	225, в том числе: до 2006 г. – 126 до 2002 г. – 99	49	7	281
4.	Егоршинско-Каменский район	214 (1944-1966 гг.)			214
5.	Приморский бассейн	23 (1947-1972 гг.)			23
6.	О. Сахалин	1			1
7.	Талнахский	1			1
Итого:		934	62	23	1019

По некоторым явлениям указано их количество по периодам проявления. Однако, конечно, не все названные явления учтены статистикой. Происходит это потому, что о некоторых явлениях, особенно о тех, которые произошли без заметных последствий, руководство шахт предпочитает умалчивать, чтобы избежать нормативных требований по их предупреждению, выполнение которых требует финансовых вложений. Наиболее полными

следует считать сведения о внезапных выбросах угля и газа. Работники шахт знают, что утаивание этих явлений чревато серьезными последствиями. Если не будут своевременно приняты серьезные меры по их предупреждению, то это может привести к катастрофическим их проявлениям.

Что касается двух других видов динамических явлений в шахтах, то они, как правило, регистрировались в случаях, когда при их проявлении создавалась серьезная опасность в шахтах.

Наряду с внезапными выбросами угля и газа достаточно полно регистрировались также другие грозные динамические явления, происходящие в шахтах – горные удары.

Первый внезапный выброс в Донбассе зарегистрирован в 1906 г.

В 1927 г. произошел первый внезапный выброс в Приморском бассейне, в 1943 г. – в Кузбассе, в 1944 г. – в Егоршинском месторождении Урала (на данном месторождении впоследствии горные работы были прекращены по причине высокой выбросоопасности пластов), в 1950 г. – в Воркутинском месторождении Печорского бассейна, в 1969 г. – в Норильском месторождении Тунгусского бассейна, в 1970 г. – на острове Сахалин.

Горные удары начали происходить в России начиная с 1944 г. на шахтах Кизеловского бассейна. Их количество достигало здесь 70 ударов в год. Общее число горных ударов на шахтах бассейна составило 438. Позднее данные явления проявились в Кузбассе, Донбассе, Печорском и Приморском бассейнах. Всего на шахтах России произошло более 600 горных ударов.

Наибольшую угрозу безопасности шахтеров представляют внезапные выбросы угля и газа на мощных и очень газоносных пластах Кузнецкого бассейна, освобождающие газ в огромном количестве, распространение которого по выработкам может привести и приводило не однажды к катастрофам. В Кузбассе, как правило, удельное газовыделение при выбросах (на 1 т выброшенного угля) значительно больше, чем в Донбассе.

Наибольшее число внезапных выбросов угля и газа – около 80 % от общего их количества происходит в забоях подготовительных пластовых выработок.

Однако самые опасные по внезапным выбросам ситуации складываются при вскрытии угольных пластов на значительных глубинах в зонах тектонических нарушений, хотя в связи с очень малым относительным объемом вскрытий во вскрываемых выработках происходит только 6 % внезапных выбросов. Высокая степень опасности при вскрытии связана с тем, что выработка резко переходит из прочного породного массива в значительно более слабый нарушенный уголь, где имеет место высокий градиент газового давления из-за того, что через породную толщу газ не дренируется в выработку.

Доля выбросов при очистных работах составляет 14 % от общего их числа. Внезапные выбросы при очистной выемке угля начали происходить позже, чем при вскрытии пластов и проведении по ним подготовительных выработок, и с меньшей частотой. Более низкая выбросоопасность очистных забоев обусловлена особенностями напряженно-деформированного состояния в окрестности очистной выработки, которые будут рассмотрены ниже. Однако в последние годы горные работы на шахтах опустились до глубин, на которых в большинстве очистных забоев возможно проявление выбросоопасности.

Для успешного решения проблем прогноза и предотвращения динамических явлений в шахтах необходимо четкое понимание причин и природы рассматриваемых явлений и разработка единых подходов к их классификации.

Согласно [1], динамические явления определены как «внезапно возникающее и протекающее с высокой скоростью движение угля, пород, газов или жидкостей вблизи выработок, сопровождающееся сильным динамическим эффектом. Д. я. являются результатом проявления горного давления и движения заключенных в породах газов и жидкостей. К Д. я. относятся горные удары, внезапные выбросы угля и газа, внезапные выбросы породы и газа, прорывы газа, воды, пльвунов, внезапные обрушения, высыпания и отжим, стреляние пород».

Применяется также термин «геодинамические явления в шахтах», которые определены согласно [2] как результат обмена энергией в блочном массиве горных пород, деформирующемся (разрушающемся) в условиях существующего или возникающего предельно напряженного состояния. При этом отмечается, что он объединяет группу динамических и газодинамических явлений, физическая природа которых основана на хрупком разрушении угольных пластов и боковых пород силами горного и газового давления в процессе ведения горных работ, а также выбросы газа в горную выработку.

В то же время, согласно определения и перечисления динамических явлений, они включают в себя все газодинамические явления. Иначе говоря, геодинамические явления – это те же динамические явления в шахтах.

Рабочей группой по уголю Европейской экономической комиссии ООН при активном участии российских ученых на основе энергетической теории горных ударов, энергетически-силовой теории внезапных выбросов и обобщения мирового опыта в решении проблем техногенных динамических явлений была разработана международная классификация геодинамических явлений в шахтах [2].

Однако следует отметить, что происходящие на шахтах России геодинамические явления не совсем укладываются в данную классификацию. Так, например, в класс горные удары включены выдавливания угля. Они имеют место при хрупком разрушении вблизи кромки пласта, которые можно назвать слабыми горными ударами. После них не отмечается таких масштабных последствий, как при мощных явлениях, называемых горными ударами. Отсутствует выраженная полость в разрушенном массиве, нет отброса угля в виде крупных глыб и кусков от массива. Выдвижение угля происходит без видимого разрушения. Предупредительные признаки перед данным явлением отсутствуют. Они происходят на тех же пластах, что и горные удары, то есть сложенных крепким однородным углем, с боковыми породами высокой прочности, в зонах повышенного горного давления,

сформировавшихся вследствие влияния оставленных на данном или соседних пластах целиков угля или влияния близко расположенных геологических нарушений разрывного типа.

В то же время в классификации не указаны геодинамические явления, называемые внезапными выдавливаниями угля с повышенным газовыделением. Согласно современным представлениям, их природа точно такая же, как и у внезапных выбросов угля и газа (рис. 1). Однако, недостаток потенциальной энергии, обусловленной газовым фактором, при внезапных выдавливаниях не позволяет реализовать все стадии протекания явления, а именно:

1) подготовительная стадия (насыщение массива «газодинамической энергией»);

2) смещение слоя угля в выработку вблизи плоскости обнажения в окрестности забоя под действием активной силы (равнодействующей сил газового давления на стенки пор и трещин) при резких изменениях напряженно-деформированного состояния состояния призабойной части пласта вследствие выемки угля в забое или исчерпания несущей способности прочного участка угля в форме хрупкого разрушения, или динамической нагрузки на пласт со стороны вмещающих пород);

3) послонное отделение угля газом вблизи новой возникшей за счет смещения части пласта в выработку поверхности обнажения;

4) газовое дробление отделившихся от массива слоев угля до мелких фракций и пыли («бешеной муки»);

5) образование газозольного потока из забоя в горные выработки за счет возникновения избыточного давления в призабойной части выработки;

6) остановка волны разрушения в силу ограниченности объема подготовленного к выбросу материала перед фронтом разрушения в виде насыщенного «газодинамической энергией» трещиноватого угольного массива или возникновения подпора со стороны отброшенного в выработку угля.

В процессе данных явлений выделяется большое количество свободного газа с высокой интенсивностью газовыделения, поскольку они происходят на высокогазоносных пластах под воздействием сил давления свободного газа. По характеру газовыделение бывает близким к газовыделению при внезапном выбросе. В выработке создается опасная метановая атмосфера. Часто между кровлей и пластом образуется щель, заполненная тонкоизмельченным углем. Иногда образуется в массиве полость глубиной меньше ширины. Явления происходят при наличии слабого тектонически нарушенного угля в угольном пласте. Им предшествуют предупредительные признаки.

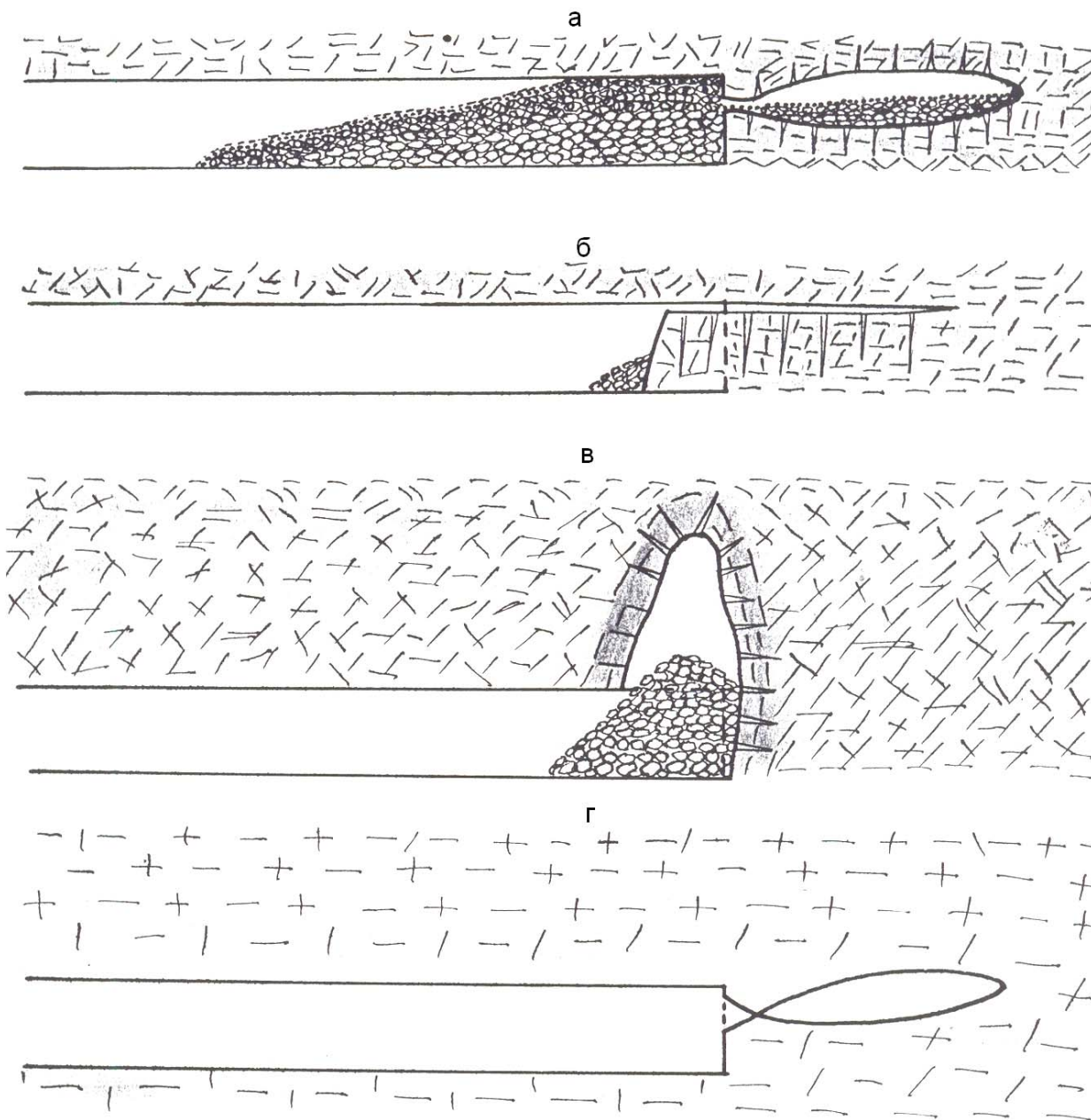


Рис.
1.1.
Схемы

газодинамических явлений в пластовых выработках угольных шахт:

- а – внезапный выброс угля и газа;
- б – внезапное выдавливание угля с попутным газовыделением;
- в – внезапное обрушение угля с попутным газовыделением;
- г – суфляр

Возможность возникновения второй стадии внезапного выброса, как и внезапного выдавливания угля с повышенным газовыделением, определяется условием [3]

$$\frac{F_{aX}}{F_{nX}} = \frac{P_X S_X \lambda_X \pm \gamma S_X X \sin \alpha}{\Pi_X \int_0^X \tau_{\Pi} dX} \geq 1 \quad (1)$$

где F_{aX} , F_{nX} – соответственно активная сила внезапного выброса и препятствующая разрушению массива пассивная сила на расстоянии X от забоя выработки; P_X – избыточное давление свободного газа на расстоянии X от забоя; S_X – площадь поперечного сечения потенциально выбросоопасной угольной пачки; Π_X – периметр пачки; λ_X – просветность угольной пачки в плоскости, параллельной забою, на расстоянии X от забоя; τ_{Π} – касательные напряжения по периметру Π пачки; γ – плотность угля в пачке; α – угол наклона выработки к горизонту.

В соответствии с представленной международной классификацией внезапные выдавливания угля должны быть отнесены к классу выбросы угля (породы) и газа», в связи с чем необходимо внести в нее соответствующую поправку.

Кроме того, к динамическим в шахтах, согласно терминологическому справочнику [1] и энциклопедии [2], относятся прорывы подземных вод, глины, пльвунов. Следует международную классификацию геодинамических явлений в шахтах дополнить и этими явлениями, поскольку они вполне соответствуют вышеуказанной формулировке термина «геодинамические явления». При этом лучше применять для обозначения всей совокупности явлений термин «динамические явления в шахтах», поскольку, если явление происходит в шахте, оно должно быть отнесено к геодинамическим явлениям.

Кроме названных выше терминов, существует еще термин «газодинамические явления в шахтах». Согласно [1], они представляют собой разрушения массива горных пород под влиянием горного давления, сопровождающиеся кратковременным выделением газа, и к ним отнесены внезапные выбросы угля (породы) и газа, внезапные выдавливания (отжимы) угля с повышенным газовыделением, внезапные обрушения (высыпания) угля с повышенным газовыделением. При этом указано, что они составляют часть динамических явлений в шахтах.

В то же время в «Методических указаниях по классификации газодинамических явлений на угольных шахтах» [4] к газодинамическим отнесены следующие явления: суфляры; внезапные прорывы газа из зоны геологического нарушения; внезапные разрушения пород почвы с выносом метана и угля; внезапные выбросы угля и газа; внезапные выбросы породы и газа; внезапные обрушения (высыпания) угля с повышенным газовыделением; внезапные выдавливания (отжимы) угля с повышенным газовыделением; горные удары; толчки; стрельания; горно-тектонические удары; горные удары с разрушением пород почвы (кровли) выработки.

Мы видим, что данная классификация газодинамических явлений, если не принимать во внимание незначительные отличия в названиях одних и тех же явлений, практически повторяет международную классификацию геодинамических явлений в шахтах. Создается впечатление, что нет необходимости в существовании отдельной классификации газодинамических явлений.

Однако, это не так. В принципе, любое из динамических явлений, в результате которого происходит разрушение в угольном массиве, сопровождается на газонасыщенных пластах попутным выделением газа, и при больших масштабах разрушения газа выделяется много. Но газодинамическим явлением может называться только такое динамическое явление, где газовый фактор проявляется в механизме явления и в большей или меньшей мере определяет возникновение явления, его протекание и вид.

Так, из формулы (1) явно вытекает главенствующая роль газового фактора в механизме внезапного выброса. Очевидна превалирующая роль газа в формировании и протекании суфляров, выбросов (прорывов) газа из зон тектонических нарушений.

Несомненно, к газодинамическим явлениям относятся выбросы с разрушением вмещающих пород (рис. 2). Они представляют собой быстропотекающие разрушения пород почвы или кровли выработки, сопровождающиеся динамическим эффектом и интенсивным выделением газа, порой с углем, водой. Образуются зияющие трещины, ориентированные под некоторым углом к напластованию пород и, как правило, вдоль линии очистного забоя и продольной оси подготовительной выработки. Поднимаются породы почвы, резко повышается выделение газа в горную выработку, возможны повреждения крепи и оборудования.

Данные явления являются результатом сопутствующего отрицательного эффекта под- и надработки выбросоопасных зон угольных пластов. Они происходят в случаях, когда пласты-спутники залегают по отношению к разрабатываемому пласту на расстояниях не более 100 м при их подработке и 60 м при надработке [5, 6]. За счет упругого восстановления ранее сжатого угольного пласта его газопроницаемость и газоотдача значительно возрастают и создают условия для накопления больших объемов свободного метана под давлением в щелевых полостях-коллекторах в виде трещин расслоения по контакту угольного пласта с породами междупластья или внутри пласта между пачками тектонически нарушенного и прочного угля. Опасные газопроявления происходят в период движения очистного забоя под- и над выбросоопасной зоной. Они реализуются, как только появляются каналы (трещины) прорыва – сообщающиеся газонаполненные полости-коллекторы с выработанным пространством разрабатываемого пласта. Явления, называемые внезапными выдавливаниями угля с повышенным газовыделением, останавливаются на второй стадии. Они отличаются от выдавливаний угля, отнесенных к классу «горные удары», следующим.

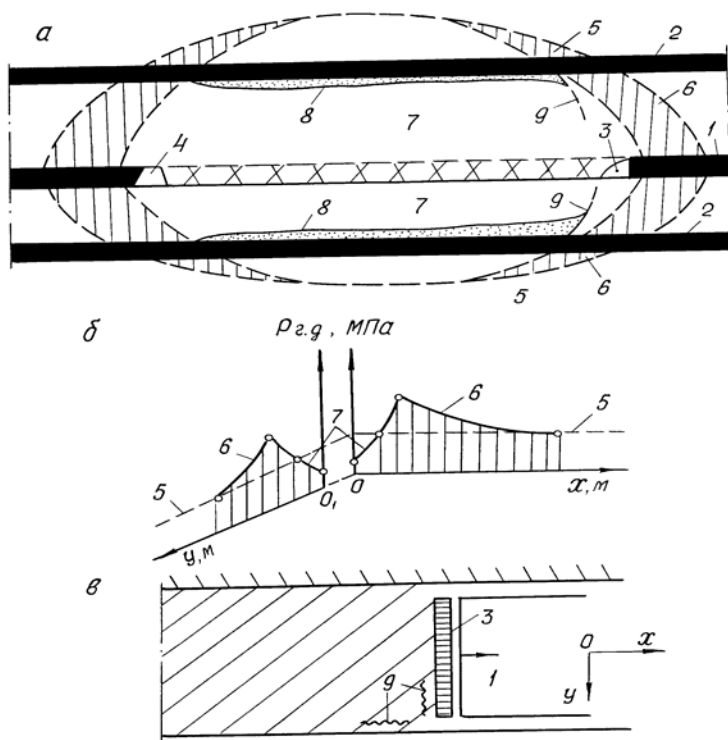


Рис. 2. Влияние горного давления $P_{г.д}$ на формирование опасности прорыва газа: а – образование газонаполненных полостей разгрузки коллекторов; б – опорное давление впереди и сбоку лавы; в – положение трещин прорыва; 1, 2 – разрабатываемый пласт и пласты-спутники; 3, 4 – забой лавы и монтажная камера; 5, 6, 7 – зоны статического, опорного давления и разгрузки; 8 – газонаполненные полости-коллекторы; 9 – трещины прорыва

При проведении расследований динамических явлений на шахтах выделяется еще один их вид – внезапные выбросы газа с разрушением почвы выработки, которые также следует считать газодинамическими явлениями. Они имеют механизм, схожий с механизмом выбросов из вмещающих пород, однако происходят в специфических условиях – на мощных пластах при проведении выработки у кровли пласта и наличии в почве пласта за пределами сечения выработки пачки тектонически нарушенного угля. В данном случае разрушаются не вмещающие породы, а слой прочного угля между выработкой и находящейся в нижней части пласта пачкой с нарушенной структурой.

Газодинамическими явлениями следует считать внезапные обрушения (высыпания) угля с повышенным газовыделением, т. к. при их возникновении и протекании реализуются потенциальная энергия напряженных угля и пород, энергия газа и потенциальная энергия, обусловленная гравитационными силами.

Следовало бы к газодинамическим явлениям отнести горно-тектонические выбросы, указанные в международной классификации геодинамических явлений. Однако, подобные явления исключительно редки. И если исходить из классических представлений о внезапном выбросе угля и газа, основанных на разработанной В. В. Ходотом теории возникновения и протекания этого явления, они не выходят за рамки этих представлений. Начало выброса связано с резким обнажением поверхности угля или породы, содержащих газ и находящихся в напряженном состоянии.

Это обнажение происходит вследствие местного разрушения под воздействием выемочной машины, взрывных работ, бурового инструмента, горного давления. В частности, оно может происходить и под воздействием тектонических сил. Значит, не следует выделять внезапный выброс угля и газа, начало которому положено обнажением поверхности при тектонических процессах, в отдельный вид явлений. Поэтому предлагается исключить из международной классификации термин «горно-тектонические выбросы».

В соответствии с изложенным предлагается использовать при определении видов явлений две их классификации – динамические явления в шахтах и газодинамические явления в шахтах. При этом необходимо учесть все описанные выше несоответствия и уточнить формулировки явлений.

В классификацию «Динамические явления в шахтах» по классам явлений следует включить:

1. Класс «выбросы угля (породы) и газа»:

- внезапные выбросы угля и газа;
- внезапные выбросы породы и газа;
- внезапные выбросы газа с разрушением вмещающих пород;
- внезапные выбросы газа с разрушением почвы выработки;
- внезапные выдавливания угля с повышенным газовыделением;
- внезапные обрушения угля с повышенным газовыделением.

2. Класс «горные удары»:

- горные удары;
- выдавливания угля;
- толчки;
- стрельания;
- горные удары с разрушением вмещающих пород.

3. Класс «выбросы газа»:

- суфляры;
- прорывы газа из зон геологических нарушений.

4. Класс «горно-тектонические явления»:

- сотрясения, толчки в массиве;
- горно-тектонические удары.

5. Класс «прорывы воды, пльвунов, глины и пульпы»:

- прорывы из водных объектов на поверхности;
- прорывы воды из затопленных выработок;
- прорывы пльвунных пород;
- прорывы глины и пульпы.

Классификацию «Газодинамические явления в шахтах» составят:

- внезапные выбросы угля и газа;
- внезапные выбросы породы и газа;
- внезапные выбросы газа с разрушением вмещающих пород;
- внезапные выбросы газа с разрушением почвы выработки;
- внезапные выдавливания угля с повышенным газовыделением;
- внезапные обрушения (высыпания) угля с повышенным газовыделением;
- суфляры.
- прорывы газа из зон тектонических нарушений;

Такое упорядочение явлений позволит правильнее определять условия возникновения, методы прогноза и способы предотвращения каждого из явлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горное дело: Терминологический словарь. 4-е изд, перераб. и доп. / Г. Д. Лидин, Л. Д. Воронина, Д. Ф. Каплунов и др. — М.: Недра, 1990. — 694 с.
2. Российская угольная энциклопедия. Т. 1 — М.-СПб: ВСЕГЕИ, 2004. — 649 с.
3. Мурашев В. И. Механизм развязывания внезапных выбросов угля и газа в горных выработках // Основы теории внезапных выбросов угля, породы и газа: Сб. науч. тр. — М.: Недра, 1978. — С. 141–162.
4. Методические указания по классификации газодинамических явлений на угольных шахтах / А. И. Бобров, Л. А. Вайнштейн, М. А. Ильяшов и др. / МакНИИ /; И. М. Петухов, В. П. Кузнецов / ВНИМИ /; И. В. Сергеев, О. И. Хмара / ИГД им. А. А. Скочинского /, В. И. Мурашев, В. С. Зыков / ВостНИИ/; В. Е. Зайденварг, А. М. Обрезан /Минуглепром СССР /; В. Я. Привыко Госгортехнадзор РСФСР /; С. П. Ткачук / Укркомгосгортехнадзор УССР / — Донецк: ЦБНТИ Минуглепрома СССР, 1991. — 18 с.
5. Исследование внезапных загазирования выемочных участков при прорывах и экстремальных выделениях метана из вмещающего угленосного массива: Отчет о НИР / ВостНИИ: Исп. В. С. Зыков, В. А. Рудаков, П. В. Потапов и др. — Кемерово, 1988. — 99 с.
6. Руководство по предупреждению внезапных загазирования выемочных участков при прорывах и экстремальных выделениях метана / В. С. Зыков, Г. Г. Стекольников, В. Н. Пузырев и др. — Кемерово, 2000. — 36 с. — (ИЦ ВостНИИ).

АННОТАЦИЯ

На основе анализа истории развития, причин и видов гео- и газодинамических явлений рассмотрены существующие классификации техногенных динамических явлений в угольных шахтах. Внесено предложение по упорядочению и конкретизации явлений в зависимости от обуславливающих их факторов. Поставлен вопрос о необходимости внесения дополнений в международную классификацию геодинамических явлений в шахтах.

УДК 622.232.83.054.52

ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЙ ДИСКОВОГО ИНСТРУМЕНТА НА РАБОЧИХ ОРГАНАХ ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ

**ХОРЕШОК А.А., д.т.н., проф., МАМЕТЬЕВ Л.Е., д.т.н., проф., БОРИСОВ А.Ю., ст. преподаватель.
МУХОРТИКОВ С.Г., зам. главного механика ОАО «СУЭК-Кузбасс»**

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия

Аннотация

Рассмотрены технические решения по созданию узлов крепления дискового инструмента и сформулированы требования к исполнительным органам горных комбайнов для реализации совмещения процессов разрушения, дробления, загрузки горной массы и повышения эффективности монтажно-демонтажных операций в призабойном пространстве подземной горной выработки.

The summary

Technical decisions on creation of knots of fastening of the disk tool are considered and requirements to effectors of mining combines for realisation of combination of processes of destruction, crushing, loading of mined rock and increase of efficiency of assembly and dismantling operations in coal faces of underground mountain development are formulated.

Современная горнодобывающая промышленность остро нуждается в высокопроизводительных, надежных и безотказных машинах, агрегатах и комплексах, с гарантированным сроком службы, характеризующихся простотой и легкостью управления, малой продолжительностью ремонта и быстротой восстановления рабочих функций.

Производительность горной машины обуславливается двумя основными параметрами – ее энерговооруженностью и удельными энергозатратами процесса разрушения породы (угля). За последние 30 лет энерговооруженность горных машин существенно возросла [1, 2].

Контроль и наблюдение за состоянием рабочих инструментов во время работы, как правило, затруднительны. Поэтому рабочие инструменты горных машин должны удовлетворять следующим требованиям:

- эффективно разрушать уголь и горную породу с наименьшими затратами энергии;
- обладать достаточной прочностью и износостойкостью;
- обеспечивать высокую сортность добываемого полезного ископаемого (угля) и минимальное пылеобразование;
- иметь форму, размеры и геометрические параметры, соответствующие механике разрушения пород, конструкции исполнительного органа и кинематике его работы;
- иметь простое и надежное закрепление на исполнительном органе, исключающее потерю рабочего инструмента и обеспечивающее быструю замену его при износе;
- быть технологичными в изготовлении и восстановлении для многократного использования [3];
- иметь невысокую стоимость изготовления и эксплуатации.

Кафедра горных машин и комплексов КузГТУ на протяжении нескольких десятков лет занимается разработкой и созданием рабочего инструмента в виде унифицированного дискового инструмента для разрушения широкого спектра углеродных забойных массивов для очистной, буровой и проходческой горной техники. При этом уделяется внимание не только конструкции дискового инструмента, но и его расположению и фиксации в узлах крепления на рабочих и исполнительных органах горных машин.

В рамках данного направления проанализированы следующие известные технические решения (рис. 1): патенты РФ № 2239059, 2455486 и авторские свидетельства № 1456558, 1555481, 1280119.

Дисковая шарошка (Патент РФ 2239059, Е 21 С 35/19, опубл. 27.10.2004), состоит из дискового элемента, который установлен на цапфе, консольно и съемно закрепленной в держателе шарошки с возможностью свободного вращения вокруг нее и в осевом направлении зафиксирован на ней с помощью комбинированного радиально-упорного подшипника. Цапфа соединена с держателем шарошки крепежным винтом (рис. 1, а). *Недостатками* этой конструкции является высокая сложность процессов сборки и разборки подшипникового узла, высокие контактные нагрузки на опору качения, приводящие к интенсивному износу дорожек качения. При этом крепежный винт предназначен только для сборочных и крепежных операций, а в случаях заклинивания конических сопряжений цапфы оси дисковой шарошки с гнездом держателя, винт не обеспечивает производство демонтажных операции путем использования осевого усилия резьбы. Их можно осуществить с помощью ударных нагрузок, что может повредить резьбу.

Исполнительный орган горного комбайна (А.с. 1456558 СССР, кл. Е 21 С 27/02, опубл. 07.02.89, Бюл. № 5), включает отрезной диск и ступицу с винтовыми погрузочными лопастями и дисковыми шарошками, закрепленными на осях, размещенных в кронштейнах, установленных за винтовыми погрузочными лопастями. В кронштейнах выполнены направляющие пазы, в которых размещены упругие элементы и оси дисковых шарошек. Упругие элементы выполнены в виде тарельчатых пружин с направляющими шпильками (рис. 1, б). *Недостатками* этого исполнительного органа является сложность конструкции, уменьшение вылета инструмента при увеличении прочности забойного массива и сложность монтажно-демонтажных операций при замене узла крепления в призабойном пространстве.

Рабочий орган очистного комбайна (А.с. 1555481 СССР, кл. Е 21 С 25/04, опубл. 07.04.90, Бюл. № 13), включает ступицу, отрезной диск, погрузочные лопасти, в которые встроены опоры дисковых шарошек. Каждая опора содержит кронштейн в виде двух боковых поверхностей, между которыми в пазу установлена дисковая шарошка на оси (рис. 1, в). *Недостатком* данной конструкции является сложность конструкции, характеризующееся низкой ремонтной пригодностью и наличием клиновой поверхности на оси крепления на торцевой части со стороны погрузочной поверхности лопасти шнека, что усложняет процесс сборки и разборки узла дискового инструмента при эксплуатации. Идеально клиновая поверхность крепежной оси должна соответствовать и вписываться в винтовую поверхность транспортирующе-погрузочную лопасть шнека.

Исполнительный орган добычного комбайна (А.с. 1280119 СССР, кл. Е 21 С 25/00, опубл. 30.12.86, Бюл. № 48), включает ступицу, отрезной диск с резцами, погрузочные лопасти, за которыми расположены последовательно кронштейны с укрепленными на них дисковыми шарошками (рис. 1, г). *Недостатками* этой конструкции является наличие двухопорной системы крепления диска и заштыбовка лабиринтного пространства между опорными кронштейнами.

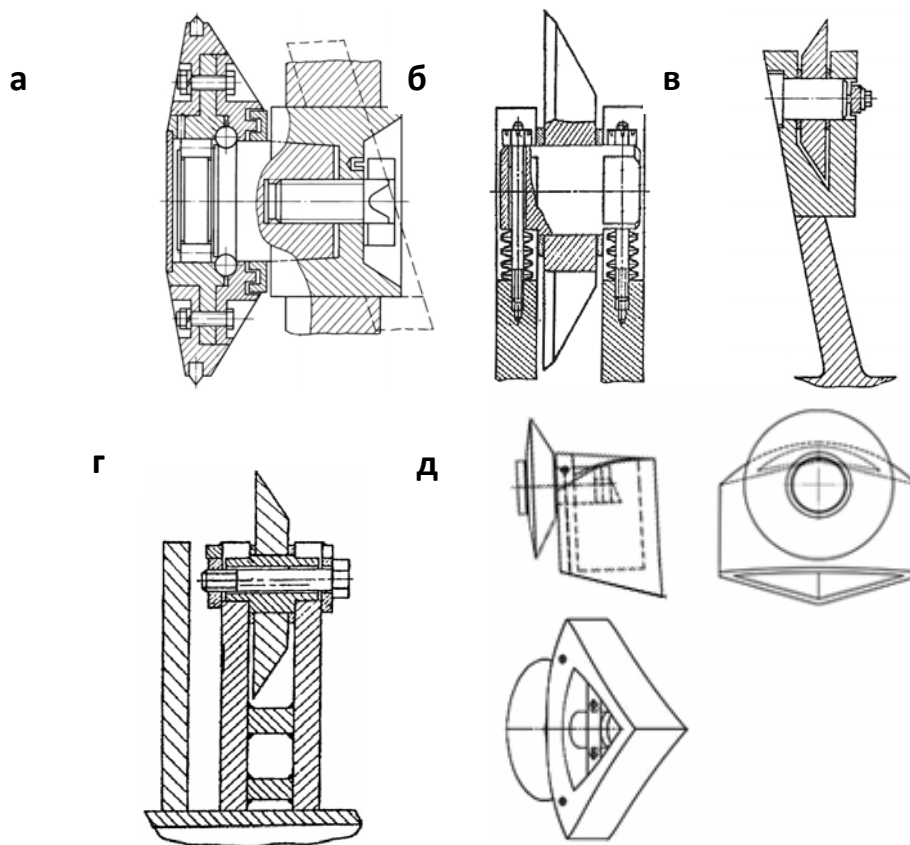


Рис. 1. Конструктивные особенности узлов крепления дисковых инструментов:
 а – патент РФ № 2239059; б – а.с. № 1456558; в – а.с. № 1555481;
 г – а.с. № 1280119; д – патент РФ № 2455486

Исполнительный орган проходческого комбайна (Пат. РФ 2455486, МПК Е 21 С 25/18, Е 21 С 27/24, опубл. 10.07.2012, Бюл. № 19), содержит стрелу, раздаточный редуктор и две разрушающе-погрузочные коронки, оси которых параллельны продольной оси стрелы. Корпус каждой из разрушающе-погрузочных коронок выполнен в виде усеченной конической поверхности, либо в виде усеченных многогранных пирамид. На наружных поверхностях корпусов разрушающе-погрузочных коронок установлены трехгранные призмы с узлами крепления дисковых инструментов. На каждую ось-цапфу свободно посажен дисковый инструмент, консольно установленный перед гранью призмы. Крепежная часть оси-цапфы размещена внутри трехгранной призмы и жестко прикреплена планкой-замком к перегородке болтами. С обеих сторон дискового инструмента установлены дистанционные торцевые кольца, выполняющие функцию упорных подшипников, воспринимающих осевые нагрузки при разрушении (рис. 1, д) [4, 5]. Недостатками данной конструкции узла крепления дискового инструмента является сложность крепления оси-цапфы внутри трехгранной призмы и отсутствие элементов, облегчающих производство монтажно-демонтажных работ.

Обобщенными недостатками приведенных технических решений является низкая адаптивная способность всех перечисленных рабочих органов и узлов крепления дискового инструмента к изменяющимся физико-механическим свойствам породных массивов, то есть к оперативному изменению параметров разрушения без изменения конструкции (в рамках унифицированной конструкции).

Таким образом, актуальными и перспективными являются разработки, направленные на проектирование стреловых исполнительных органов проходческих комбайнов с узлами крепления дисковых инструментов в трехгранных призмах, представляющих сменные конструктивные модули для радиальных разрушающе-погрузочных коронок с повышенными функциональными возможностями по разрушению, дроблению и погрузке горной массы [4, 5]. При этом необходимо обеспечить повышение эффективности производства монтажно-демонтажных операций в призабойном пространстве подземной горной выработки в процессе замены узлов крепления дисковых инструментов в трехгранных призмах.

Список литературы

1. Горные машины и оборудование подземных горных работ. Режущий инструмент горных машин : учеб. пособие / А. А. Хорешок, Л. Е. Маметьев, А. М. Цехин, А. Ю. Борисов ; КузГТУ. – Кемерово, 2012. – 288 с.
2. Горные машины и оборудование подземных горных работ : Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования / А. А. Хорешок, Ю. А. Антонов, Л. Ф. Кожухов, А. М. Цехин, Г. Д. Буялич, А. Ю. Борисов ; КузГТУ. – Кемерово, 2012. – 170 с.
3. Прокопенко, С. А. Применение инновационных комбайновых резцов в шахтах / С. А. Прокопенко, В. С. Лудзиш // Горная промышленность. – 2012. – № 1. – С. 56–60.
4. Пат. 2455486 Российская Федерация, МПК Е 21 С 25/18, Е 21 С 27/24 (2006.01). Исполнительный орган проходческого комбайна / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Кузнецов В.В., Мухортиков С.Г. ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева" (КузГТУ). – № 2010141881/03 ; заявл. 12.10.2010 ; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 19. – 14 с.
5. Нестеров, В.И. Исполнительный орган проходческого комбайна для совмещения процессов разрушения забоя с дроблением негабаритов и погрузкой горной массы / В.И. Нестеров, Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2012. – № 3. – С. 112–117.

УДК 622.831.3

МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ МАШИН

*Черных Николай Георгиевич, Председатель Совета директоров
«ОАО «Консорциум Кузбассподземмашстрой» г.Новокузнецк*

В научном издании автора «Создание адаптивных агрегатов для малопроточной поточной технологии проведения горных выработок [1] изложены требования к механизму передвижения горных машин с учетом функционального показателя качества и произведен анализ экспериментальных исследований из которого следует, что назначение проходческих комбайнов и комплексов определяют типы и схемные решения механизмов их передвижения.

Исследованы типы механизмов передвижения: Г-гусеничный; СР-сколь-зяще-распорный; К-комбинированный – гусеничный распорно-шагающий; РШ-распорно-шагающий – с получением функционального показателя качества (ФПК) соответственно: Г-0,23; СР-0,38; К-0,52; РШ-1,0. В последствии распорно-шагающий (РШ) получил определение как распорношагающий-шагающий (РШШ) из-за возможности передвигаться без распора, продолжая совершенствовать скользяще-распорный (СР) способ передвижения в плоскости угольного пласта был разработан механизм передвижения распорноскользящий-скользящий (РСС) с возможностью передвигаться без распора. Механизмы в схематичном виде сведены в таблицу [1].

Такой разброс механизмов передвижения объясняется назначением, ограниченной областью применения проходческой горной машины.

Сделан вывод, что область применения для горных машин должна быть одна: подземная среда вообще и угольный пласт в частности, с механизмом передвижения для всей серии горных выработок в системе «ШАХТА» и с механизмом передвижения серии горных выработок по пласту в системе «УЧАСТОК».

Для системы «ШАХТА» разработан проходческий агрегат с механизмом передвижения типа – РШШ с ФПК=1 (табл.№п/п 9,10) [2].

Для системы «УЧАСТОК» разработан проходческо-очистной механизированный комплекс (блок) (табл.№п/п 11) [3] (рис.1) с механизмом передвижения типа РСС и проходческий комбайн с комбинированным механизмом передвижения типа – К (табл.№п/п 5) (рис.2) [1].

Комбайны на гусеничном ходу имеют ограниченную область применения в системе «УЧАСТОК» особенно при системе разработки длинные столбы по простиранию, по которой удельный вес добычи угля в России из комплексно-механизированных забоев составляет 86,4% [5].

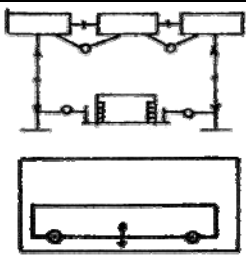
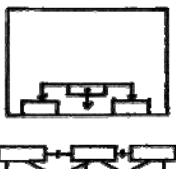

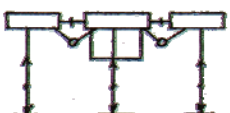
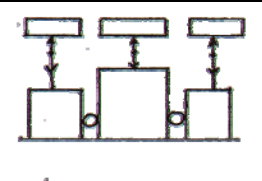
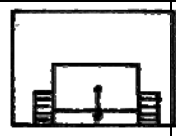
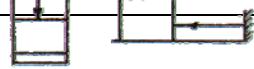

Применение гусеничных комбайнов за пределами его области применения характеризует низкую скорость проведения горных выработок комбайнами, которая составляет по отрасли 100-110м/мес. [1].

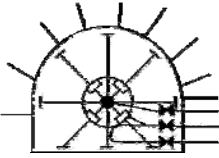
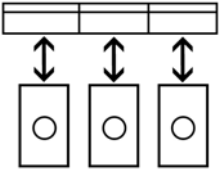
Простое заимствование конструкций машин применяемых на поверхности Земли, не всегда оправдывает их применение в подземной среде, всвязи с чем $ФПК = 0,23$.

Расширяя область применения комбайнов со стреловидным рабочим органом был создан комбайн, затем и комплекс СРПК – скользящерапорный проходческий комплекс с механизмом подачи проходческого комбайна [9] с областью применения от -15 до +60 градусов, с единственным недостатком, при

Механизмы передвижения подземных горных машин

Таблица 1

№ № п/п	Механизмы передвижения	Кинематическая схема	Область применения	Достоинства	Недостатки	Примечания
1	Распорно-шагающие-скользящие (К)		- 15 до + 45 ⁰	Увеличенные тяговые усилия, частичное освобождение нижнего пространства	Для синхронной работы нужны делители потока (усложняется гидравлическая) схема	КНК-6 на базе 4ПУ, 1ГПКС ФПК* = 0,52
2	Колесные		Горизонтальные и слабонаклонные	Большая маневренность	Малая устойчивость из-за чего не нашли применение (применяются с дополнительным распором в почву)	Комбайн ART-200 фирмы "Альпинс"
4	Шагающие		± 15 ⁰	Повышенная проходимость, более устойчивые, перемещаются без распора	Недостаточная маневренность	Комбайн фирмы "Галлик Добсон"
5	Комбинированные (К)		- 15 до + 20 ⁰	Маневренность, устойчивость, наличие временной крепи, возможность передвижения без распора	Усложняется управление, не увеличивает область применения гусеничного хода	КНК-6 на базе ПК-3М ФПК = 0,52
6	С вертикальным распором шагающие		- 15 до + 60 ⁰	Маневренность, устойчивость, наличие временной крепи, высвобождено	Передвижение только с распором	Проходско-очистной комплекс для системы "УЧАСТОК"
7	С вертикальным распором скользящие (СР)		- 15 до + 60 ⁰	3	Гусеничные (Г)	
8	Канатные (цепные)		- 90 до 0 ⁰	Простота конструкции	Под собственным весом, или при наличии ранее проведенной выработки	Комбайн ПД-2 для проходки стволов и "Бамриппер" фирмы "Мейдар и Коулсон"
9	Распорно-шагающие с круговым		0 ± 90 ⁰	Возможность передвижения при различных формах, сечениях выработки и		Проходческий агрегат для системы "ШАХТА"

	распором (РШ)			направлениях		ФПК = 1
10	Распорно-шагающий-шагающий (РШШ)		0 ± 90^0	Возможность передвижения при различных формах, сечениях выработки и направлениях		Проходческий агрегат для системы "ШАХТА" ФПК = 1
11	Распорноскользящий-скользящий (РСС)		0 ± 90^0	Возможность передвижения в плоскости пласта		Проходческо-очистной комплекс (блок) для системы "УЧАСТОК"

* функциональный показатель качества (ФПК)



Рис.1. Проходческо-очистной механизированный (блок) ПОБЧ-2. (в стадии изготовления). Патент РФ №217240 с механизмом передвижения – РСС.



Рис.2. Проходческий комплекс КПЧ-10. (заводские испытания). Патент РФ №2184846 с механизмом передвижения –К.

слабой кровле и необходимости возведения крепления впереди секций крепи, дальнейшее движение с распором в кровлю нежелательно из-за увеличения трудоемкости при возведении элементов крепления, отсутствовал безраспорный способ передвижения с сохранением перекрытий секций в виде оградительной. В связи с выявленными недостатками $\text{ФПК} = 0,38$.

Все вышеуказанные недостатки были устранены на адаптивном проходческом комплексе КНК-6 с комбинированным механизмом передвижения [1]. При работе использовался распорно-скользящий способ передвижения (на гусеничные тележки одеты лыжи), при перегонах - гусеничный ход с зависанием боковых перекрытий в шпунтах поверху с центральным, то же в куполе и при слабой кровле. Повысился ФПК и составил 0,52, при этом был найден способ, как бороться с вибрацией и эффектом «топтанья».

Для исключения передачи вибрации от работающего рабочего органа через корпус комбайна на перекрытие центральной секции, перекрытие центральной секции снимается с распора на период работы по отбойке, при этом боковые секции надежно расперты, не испытывают вибрации из-за гибкой связи домкратов передвижения секции с корпусом комбайна. В последствии, продолжая экспериментировать, к поршневым полостям распорных гидроцилиндров подключили шаровые гидро-пневмо-аккумуляторы, заряженные азотом, что обеспечило активный постоянный подпор секций крепи исключая скольжение секций и передачу вибраций на кровлю и почву горной выработки.

Таким образом, эффект получивший название «топтанье», был полностью устранен при распорно-скользящем, распорно-шагающем способах передвижения, так же и при применении других средств [6].

Недостаток – сохраняется гусеничный ход, что усложняет в целом конструкцию комбайна из-за наличия двух способов передвижения.

Продолжая работу над устранением выявленных недостатков, придя к выводу, что в горной подземной среде отсутствует универсальный механизм передвижения, который позволял бы проходить всю серию горных выработок, как горизонтальных, так и наклонных, включая и вертикальные при разных сечениях, формах, направлениях горных выработок.

Такой агрегат был разработан с механизмом передвижения, как с распором, так и без распора [2] принципиальная схема которого показана последней в табл.№п/п 9 при круглой форме горной выработки. Эта же схема применяется и при других формах выработки – арочная, квадратная, трапециевидная, прямоугольная путем перенастраивания соответствующих элементов конструкции механизма передвижения при этом ФПК , как для

системы «ШАХТА» так и для подсистемы «ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ» составил–1, с механизмом передвижения РШШ – распорно-шагающий-шагающий с возможностью шагать без распора (табл.№п/п 9,10).

Учитывая необходимость унификации горно-шахтного оборудования, как для проведения горных выработок, так и для очистной выемки в плоскости пласта, был разработан проходческо-очистной механизированный комплекс (блок) [3] и горный комбайн с механизмом передвижения распорноскользящий-скользящий (РСС), с возможностью перемещения без распора, с общей впереди расположенной рамой в виде балки, выполняющей функции погрузки, опоры и общей базы для расположения и перемещения комплекса (табл.№п/п 11).

Таким образом, в плоскости пласта такой способ перемещения имеет так же ФПК= 1.

Вывод

1. В подземной среде угольных шахт должно быть два типа горных машин с механизмами передвижения РШШ и РСС с областью применения подземная среда вообще и угольный пласт в частности при ФПК = 1.

2. Установлено, что эффект «топтанья» в кровле и почве горной выработки при применении распорных (буферных) устройств осуществляется под действием вибрации, развиваемой рабочим органом при отбойке горной массы.

3. Для исключения эффекта «топтанья» силовые гидроцилиндры распорных устройств должны иметь с корпусом рабочего органа демпферную (упругую) связь, исключаящую передачу вибрации от работы рабочего органа на стенки горной выработки – на почву, борта и кровлю.

4. Благодаря взаимоотношениям технического творчества с наукой, достигнуты положительные результаты в создании горной машины с функциональным показателем качества (ФПК) равного 1, что должно быть принято за основу при проектировании и создании подземных горных машин машиностроительными и угольными компаниями.

Список литературы

1. Черных Н.Г. Создание адаптивных агрегатов для малопроточной поточной технологии проведения горных выработок. – Кемерово: Кузбассвуиздат.2001. – с.153
2. Черных Н.Г. А.с. №787640. Проходческий агрегат Н.Г.Черных, 1980.
3. Черных Н.Г., Черных Ю.Н., Чижик А.С., Франк А.П. Патент РФ № 2172410.Проходческо-очистной механизированный комплекс (блок). 2001г.
4. Потоцкий В.В. «О взаимосвязи научных открытий и изобретений как объектов интеллектуальной собственности». Вестник РАЕН 2003/4
5. Таразанов И.Г. «Итоги работы угольной промышленности России за 1 кв. 2012г». Уголь№6 с.53.
6. Черных Н.Г., и др. А.с. № 456906. Устройство для возведения перекрытия кровли над проходческим комбайном. 1975.

УДК 622.831.32

ОХРАНА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ЦЕЛИКАМИ

Ремезов А.В., д.т.н. проф.кафедры РМПИ ПС ГУ КузГТУ, г.Кемерово

Харитонов И.Л., соискатель кафедры РМПИ ПС ГУ КузГТУ, главный технолог шахты «им.7 Ноября», г. Ленинск-Кузнецкий, Новоселов С.В., к.э.н., академик МАНЭБ, г.Кемерово

В настоящее время одним из факторов достижения эффективной работы комплексно-механизированных лав является безопасное и надежное управление горным давлением в границах выемочного участка. В зависимости от системы разработки полезных ископаемых, порядка подготовки и отработки выемочных столбов и блоков подготовительные выработки охраняются целиками с одной стороны или с обеих сторон от выработанного пространства. При этом на угольных шахтах применяют обычно следующие варианты проведения выработок на границе соседнего столба (с оставлением целика):

- выработку проводят после отработки соседнего столба;
- выработку проводят до отработки соседнего столба;
- выработку проводят позади очистного забоя соседнего столба;
- выработку проводят навстречу действующему очистному забою с оставлением целика между ней и встречной лавой по всей длине выемочного столба[1,С.290].

Как отмечает проф. П.В.Егоров, Г.Г. Штумпф, основные способы управления механическими процессами в породных массивах вокруг подготовительных выработок, охраняемых целиками заключаются в выборе оптимальных параметров целиков и снижения опорного давления на них и выработки при отработке как первого столба(блока) из смежных, так и второго.

В связи с тем, что увеличение параметров целиков связано с ростом потерь угля, руд в недрах земли и с другими отрицательными явлениями (горными ударами, внезапными выбросами, пожарами и др.), наиболее целесообразны способы, направленные на уменьшение опорного давления на краевые части отрабатываемых столбов и целики.

Геомеханическая оценка вариантов проведения выработок, с оставлением целика угля между выработкой и выработанным пространством или столбом, отрабатываемым после ее проходки, показывает следующее.

При первом варианте проходки деформации и смещения пород кровли и почвы, а также боков выработки происходит под действием напряжений, обусловленных проходческими работами $U_{пр}$, остаточного опорного давления соседнего отработанного столба $U_{ост}$ и опорного давления впереди очистного забоя отрабатываемого столба $U_{оп}$. Суммарная величина смещения пород $U_{об}$ за срок службы выработки составит:

$$U_{об} = U_{пр} + U_{ост} + U_{оп}.$$

Величина остаточного горного давления $U_{ост}$ в большей мере зависит от продолжительности разрыва между отработкой столба и проведением выработки в краевой части соседнего столба. При разрыве во времени, меньшей продолжительности и обрушения пород кровли в выработанном пространстве и стабилизации опорного давления в краевой части отрабатываемого столба смещения пород в выработке под воздействием опорного давления соседнего столба зачастую составляют (в зависимости от ширины целика) 50-70% всей величины смещений пород за срок ее службы.

Весьма неблагоприятным характеризуется вариант, при котором подготовительная выработка проводится навстречу забою очистной выработки в соседнем столбе. При недостаточной ширине целика (исключающей взаимное влияние выработок) в зоне встречи забоев происходит наложение опорного давления подготовительной выработки на опорное давление впереди очистной выработки, а позади забоя очистной выработки – наложение опорного давления подготовительной выработки на боковое опорное давление на целик, краевую часть массива. При этом особенно интенсивно проявляются деформации и разрушения пород на участке с 30-40м впереди очистного забоя до 50-60м за ним.

Как утверждает источник[1], наиболее благоприятный вариант, при котором выработка проводится после отработки соседнего столба и практически полной стабилизации опорного давления в краевой части столба на границе с выработанным пространством. Ведение очистных и горно-подготовительных работ в выемочных полях, столбах по этому варианту обеспечивают по сравнению с рассмотренным выше вариантами снижение смещения пород в выработках, охраняемых целиками угля, в 1,5-4 раза.

В связи со значительными недостатками способа охраны выработок целиками с углублением горных работ и обусловленным ростом горного давления, в особенности опорного, большую научную и инженерно-техническую актуальность приобретает проблема разработки угольных, рудных и других месторождений полезных ископаемых без оставления целиков возле выработок или целиков небольших размеров в сочетании с другими эффективными способами и средствами, обеспечивающими нормальное состояние и безопасное ведение подготовительных работ.

Следует еще отметить, важность проблемы устойчивости целиков во время формирования и поддержания монтажных камер[2,С.28] при их заблаговременной подготовке, которая решается исследованием формирования опорного давления в массиве пород. Учитывая специфику каждого угольного пласта, решение данной проблемы видится в формировании обобщенной модели горного давления в очистных и подготовительных выработках.

Литература:

1. Геомеханика: Учеб. Пособие/ П.В.Егоров, Г.Г. Шмупф, А.А. Ренев, Ю.А.Шевелев, И.В.Махраков, В.В. Сидорчук. Гос. учреждение Кузбасс. гос.техн. ун-т.- Кемерово, 2002.-339с.
2. Ульянов В.В., Ремезов А.В., Новоселов С.В./Разработка технологических схем ремонта очистных механизированных комплексов для обеспечения ритмичности их работы и повышения эффективности использования в границах шата-пласта. – Кемерово:ГУ КузГТУ, 2011.-166с.

УДК 622.831.32

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПЕРЕМОНТАЖА ОЧИСТНЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РИТМИЧНОСТИ ИХ РАБОТЫ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ГРАНИЦАХ ШАХТА-ПЛАСТА

*Ульянов В. В., начальник шахты УК «Шахта Заречная»
Ремезов А. В., д. т. н. проф. кафедры РМПИ ПС ФГБОУ КузГТУ,
Новоселов С. В., к. э. н., академик МАНЭБг. Кемерово*

Практика последних лет доказывает, что эффективная работа высокопроизводительных очистных механизированных забоев на перспективных шахтах Кузбасса, базируется не только на использовании прогрессивных технологий шахта-лава, шахта-пласт, но и на эффективном целом спектре вспомогательной деятельности (обогащение угля, извлечение метана, выработка электроэнергии и тепла за счет вспомогательных производств многофункциональной шахты), в т.ч. немаловажную роль играют монтажно-демонтажные работы ОМК. Большинство технологических процессов подземной угледобычи основывается на закономерностях и принципах присущим циклическим, циклично-поточным и поточным процессам горных работ. Процессы монтажа и демонтажа очистных механизированных комплексов имеют свой цикл работ, а полное время цикла работы ОМК включает: время монтажа-демонтажа (перемонтажа) и время непосредственной работы ОМК по добыче угля.

Другими словами полный цикл работы ОМК представлен временем: «от угля до угля». Поэтому, одно из условий эффективного использования механизированного комплекса - оптимальное время полного цикла. Трудоемкость МДР и полное время цикла работы ОМК взаимосвязаны. В продолжительности полного цикла работы ОМК, значительное место занимает время монтажно-демонтажных и пуско-наладочных работ, которое находится в пределах от 2-3-х недель до 2-3-х месяцев. Первые сроки характеризуют интенсивную работу, вторые требуют оптимизации.

Анализ отечественного и зарубежного опыта МДР выявил, что по фактическим срокам проведения МДР зарубежная практика имеет более быстрые темпы. Данное преимущество во многом объясняется, использованием более мощной и скоростной техники, и применяемыми технологиями ведения МДР, а так же более выгодными горно-геологическими условиями у зарубежных компаний. Постепенно передовой опыт и передовые технологии ведения МДР начинают внедряться и на шахтах России, но с учетом своей специфики, горно-геологических и горнотехнических условий. Есть примеры применения и внедрения отечественных новых конструкций и приспособлений при демонтажах.

Резюмируя, по опыту ведущих мировых угольных компаний, в аспекте проведения монтажно-демонтажных работ, выявлены эффективные методы и технологические схемы, и этот опыт надо применять и российских шахтах, но с учетом своей специфики, а наиболее лучшим вариантом будет не шаблонное копирование и внедрение зарубежного опыта, а его совершенствование, основанное на использовании современных инновационных технологий. Процессы интеграции в угольной промышленности неумолимы, конкурентные отношения на топливно-энергетическом рынке требуют от шахт эффективного функционирования. Выполнять многообразный спектр МДР своими трудовыми ресурсами шахте достаточно сложно и затратно, есть специализированные фирмы, это их поле деятельности. Создавать отечественные специализированные компании по монтажно-демонтажным работам в перспективе будет выгодно. Возможно, такие подразделения сформируются у современных крупных отечественных производителей горного машиностроения, а возможно создание специализированных подразделений в крупных угольных компаниях.

В эволюции развития технологических схем демонтажа в России можно выделить следующие этапы:

1. Схема монтажа механизированного комплекса первой группы. Применялась в 1960-х годах.
2. Схема монтажа механизированного комплекса второй группы помощью монтажного станка. Применялась в 1970-х годах.
3. Схема монтажа комплексов третьей группы с помощью монтажно-транспортного крана, монорельсовых дорог. Применялась 1980-90-х годах.
4. Монтажно-демонтажные схемы комплексов IV поколения на основе использования современных средств доставки. Применяется в настоящее время.

В эволюции развития технологических схем демонтажа за рубежом можно выделить следующие этапы:

1. Обычный демонтаж. Применялась в 1960-х годах.
2. Система многоступенчатого доступа. Применяется с 1970 годов.
3. Предварительно пройденная демонтажная камера. Применяются с 1975г.
4. Смешанные (гибридные) схемы демонтажа с использованием различных средств механизации. Применяются в настоящее время.

Анализ средних показателей МДР в целом отражает тенденции интенсификации процессов перемонтажа, как у зарубежных, так и у отечественных углепроизводителей. Кроме того, присутствует факт приближения российских параметров МДР к параметрам лидеров.

На основе проведенного анализа предложены следующие перспективные направления совершенствования МДР на угольных шахтах:

1. Разработка мероприятий по внедрению высокопроизводительной современной техники МДР очистных механизированных комплексов.
2. Разработка и внедрение высокоэффективных технологий МДР очистных механизированных комплексов.
3. Специальная подготовка кадров для МДР очистных механизированных комплексов.
4. Совершенствование организационно-функциональной деятельности и специализации участков и служб по МДР очистных механизированных комплексов в компании;
5. Создание инженерно-технических групп по инновационному развитию и повышению производительности МДР очистных механизированных комплексов в компании.

Анализ практического опыта и теоретико-методической базы монтажно-демонтажных работ очистных механизированных комплексов, позволил определить современное подразделение МДР на классы при помощи основного элемента ОМК – массы крепи, с учетом общепринятой при группировании - мощности пласта, с вводом дополнительных классификационных признаков: общей длины перемещения секций комплекса при монтаже/демонтаже, количества точек доступа до к монтируемому оборудованию в М/Д камере, угла наклона выработок при МДР.

Предложенная новая технологическая классификация МДР имеет три характерных класса:

- первый класс МДР при базовом параметре массы секций до 12 тонн и базовом диапазоне мощности пласта от 1,2м до 2,5м характерен в первую очередь, по всей вероятности, наименьшим временем и ресурсоемкостью проведения МДР;

- второй класс МДР очистных механизированных комплексов при базовом параметре массы секций от 12 до 25 тонн и базовом диапазоне мощности пласта от 2,5 до 3,5 м характерен средним временем и средней ресурсоемкостью при их проведении;

- третий класс МДР очистных механизированных комплексов, согласно классификации определен массой секций – 25 тонн и более, мощностью пласта - 3,51-5,0 м и более, что характеризует данный класс МДР как наиболее объемным и ресурсоемким.

Выделенные три класса МДР имеют высокую прямую корреляционную зависимость ($K_{кор.}=0,953$) между мощностью пласта и массой секций. Важный момент в классификации – предложенная характеристика для деления должна быть сквозной, неразрывно-динамической, т. е. дополнительная характеристика может принадлежать любому классу МДР, что и достигнуто в классификации. При граничных показателях массы или мощности, выдвигается правило – за основу принадлежности к классу – однозначно определять главным – массу секции. Использование классификации помогает решению задачи (по повышению эффективности использования ОМК в пределах шахта-пласта), т.к. позволяет определить связь базовых характеристик данной классификации с показателями эффективности МДР, а именно: с технологической эффективностью МДР, с технической эффективностью МДР, с организационной эффективностью МДР, с экономической эффективностью МДР, что в принципе, должно присутствовать в эффективной технологической схеме МДР.

Коэффициенты корреляции показывают высокую взаимозависимость между базовыми параметрами классификации и основными показателями МДР. Выдвинутая гипотеза по главному показателю МДР - производимой работе по перемещению элементов комплекса – подтвердилась, о чем свидетельствуют коэффициенты корреляционной связи его базовыми параметрами МДР по классификации (массе и мощности) находящиеся в пределах 0,737-0,953. Ориентируясь на разработанную технологическую классификацию МДР (табл.21), можно изначально определить классы МДР. Более точное воспроизведение процесса МДР характерным классам востребованы в конкретных условиях для оптимизации паспортов МДР, где необходимо определять как общую совершенную работу, так и полезную, оценивать ресурсные затраты как в натуральных, так и стоимостных единицах. В этом случае, логичным будет применение методов математического моделирования процесса монтажно-демонтажных работ механизированных комплексов очистных забоев.

В последнее время математическое моделирование все в большей степени становится востребованным горной практикой. Данное научное направление начало широко применяться в моделировании процессов монтажно-демонтажных работ очистных механизированных комплексов.

Построение моделей можно осуществлять на основе различных подходов к процессу, а именно: технического, технологического, организационного, экономического, финансового, комплексного, системного и в соответствии, с чем получаются одноименные модели.

Как и всем производственным процессам МДР характеризуются следующими относительными показателями эффективности: интенсивность, энергозатратность, ресурсоемкость, материалоемкость, трудоемкость, капиталоемкость и др. При системной организации проведения МДР можно выделить синергический эффект от рациональности технологической схемы проведения МДР.

Для принятия оптимальных решений (наилучшего по заданному критерию) при проведении МДР, необходимо адекватно представлять сущность и развитие процесса всего производственного цикла работы ОМК. Этому будет способствовать экономико-математическое моделирование процесса МДР по характерным классам, т. е. построение моделей процессов МДР – I, II, и III классов.

В общем случае ставится задача - сравнения различных транспортных схем доставки элементов ОМК при перемонтаже комплекса характерного класса. После оптимизации каждой модели альтернативной транспортной схемы, по парным сравнением выбирается оптимальная, для конкретных горно-технологических условий.

При рассмотрении МДР их можно рассматривать, как поток требований определенного количества секций поступающих в монтажную камеру (МК) на установку, посредством мобильной техники на пневмоколесном ходу, мобильной техники на гусеничном ходу, с применением монорельсового транспорта, комбинированных средств транспорта, при этом погрузочно-разгрузочный кран, какое-либо другое устройство по установке или извлечению секций будет определяться МК как обслуживающий аппарат.

Следует учитывать, что эффективность МДР зависит не только от интенсивности доставки секций (оборудования), но также от обслуживающего аппарата (его усовершенствование значительно повысит эффективность перемонтажей) для установки или извлечения секций. Данный механизм должен обладать производительностью, обеспечивающим эффективную работу, при заданных скоростях доставки, иначе он будет сдерживающим звеном в производственном цикле перемонтажа.

Горно-геологический фактор оказывает существенное влияние на эффективность монтажно-демонтажных работ в зависимости от условий залегания пласта, ее качественных характеристиках, почве и кроли, газоносности, притоке воды, а особенно при формировании монтажных/демонтажных камер.

Технический фактор оказывает влияние на эффективность монтажно-демонтажных работ в зависимости от вида применяемого транспорта, от производительности транспорта доставки секций, от количества транспортных средств участвующих в перемонтаже (разумеется до некоторых пределов), от скорости их движения, длины доставки. В тоже время, чем меньше единиц этих транспортных средств, тем лучше используется каждая из них (тем меньше средств на технологический вариант монтажно-демонтажных работ). Кроме того, увеличивается скорость транспортировки, уменьшаются простои при погрузке и разгрузке (при работе одной транспортной

единицы простои на это равны нулю, т.к. нет встречных потоков движения, снижается возможность наступления аварии). Так же необходимо учитывать длину транспортировки. Следовательно, для каждой конкретной схемы перемонтажа, будет свой оптимальный вариант проведения МДР, т.к. все перечисленные параметры строго индивидуальны, а кроме чисто технической стороны проведения МДР, существует и горно-геологический аспект проведения данных работ. Для успешного решения данных проблем необходимо оптимизировать схему перемонтажа в каждом аспекте, вернее это будет многокритериальная оптимизация.

Учитывая, что для любого монтируемого/демнтируемого ОМК можно разработать различные технологические схемы проведения МДР, то возникает задача сравнительной оценки данных схем. На практике сравнить два альтернативных «организационно-технических проекта на монтаж/демонтаж механизированного комплекса» достаточно сложно, и в некоторых случаях данная процедура будет иметь низкую достоверность ввиду того, что в каждом проекте имеется большое количество разнородных достоинств и недостатков, которые в некоторых случаях неопределимы. Для этого надо выбрать основные показатели проекта, а на их основе создать достоверные модели процесса МДР, которые могут быть сравнимы на основе сопоставимых показателей. Сравнить различные технологические схемы МДР можно на основе разработанных классификационных признаков МДР I,II,III классов во взаимосвязи с применяемыми видами транспорта. Во-первых, классы определяют трудоемкость, затратность и горно-геологические условия МДР. Во-вторых, транспортные содержание технологической схемы определяет интенсивность МДР, что, в конечном счете, определит эффективность всей технологической схемы.

Определить пригодность технологической схемы перемонтажа к внедрению, возможно только при последовательном рассмотрении всех его модификаций, что ведет к улучшению схемы. Для этих целей наилучшим методом является оптимизация моделей доставки оборудования при перемонтаже очистных механизированных комплексов.

Для оптимизации моделей доставки оборудования перемонтаже очистных механизированных комплексов, имеет смысл руководствоваться следующим:

1. На каждом участке технологической цепи процесса М/Д имеются трудозатраты (чел.-смены), которые необходимо снижать (технологическо-экономический аспект).

2. На каждом участке технологической цепи имеются затраты энергии (электрической, механической, мускульной – физической), которые надо оптимизировать (технический аспект).

3. На каждом участке технологической цепи процесса М/Д имеется износ оборудования (амортизация + моральный износ), который заставляет обновлять оборудование (инновационный подход).

4. На каждом участке технологической цепи процесса М/Д имеются непроизводительные простои, затрачивается время, которые надо снижать (организационный аспект).

5. На каждом участке технологической цепи процесса М/Д имеется расход материалов (прочие затраты М/Д), которые надо оптимизировать (экономический аспект).

Важнейшим этапом процесса эксплуатации ОМК является перемонтаж, который осуществляется по проектам. Разработка проектов, выбор альтернативных вариантов технологических схем монтажно-демонтажных работ и оценка их эффективности в условиях шахта – пласта в настоящее время являются актуальной задачей.

Ввиду громадного числа возможных вариантов технологических схем МДР перед разработчиком стоит задача сужения числа возможных вариантов, до необходимого и эффективного минимума. Это обеспечивается: типом комплекса, который должен быть монтирован/демнтирован (определяет транспортные средства, размеры М/Д камеры); мощностью пласта, на котором ведется монтаж/демонтаж и она напрямую связана с типом комплекса; видом преобладающих транспортных средств на шахте (можно использовать старые транспортные коммуникации или вводить новые виды транспорта); конкретикой горно-геологических условий шахта-пласта, на котором производится перемонтаж (значительно влияют на выбор транспортных средств и способ подготовки М/Д камеры); заинтересованностью топ-менеджмента шахты и наличием специалистов по разработке эффективных технологических схем перемонтажа ОМК в пределах шахта-пласта (влияет на качество технологической схемы перемонтажа, и ее соответствие конкретным условиям).

Эффективность МДР зависит от выбора эффективной схемы и механизации МДР, где одним из важнейших элементов является транспорт (доставка) оборудования.

В последнее время широкое применение находит монорельсовый транспорт. Его достоинства приведены и определяют его современный, высокоэффективный вид транспорта.

Кроме монорельсового транспорта при перемонтажах механизированных комплексов в последнее время в России начал применяться пневмоколесный и гусеничный транспорт зарубежного производства.

Вполне естественно, что для конкретных условий, да и практически это присутствует на всех шахтах, в том числе и на перемонтажах применяются комбинированные технологические схемы доставки оборудования.

Каждый вид транспорта имеет свои достоинства и недостатки, что автоматически переносится в разрабатываемые технологические схемы перемонтажа.

Разработка технологической схемы МДР на базе применения комбинированных средств транспорта, очевидно, будет более сложнее разработки схемы на одном виде транспорта. Во-первых требуется нахождение таких транспортных средств, которые соответствуют друг другу по пропускной способности, производительности, нормам обслуживания, т. к. любое значительное отклонение параметров одного вида транспортных средств от другого, вызывает слабость схемы и нерациональное использование техники.

Сравнение технологических схем вариантов перемонтажа, по большому счету это конкретная задача, в конкретных условиях, и поэтому универсальной «самой лучшей» технологической схемы перемонтажа нет, т. к. все схемы разрабатываются и работают в конкретных условиях. Следовательно, проектировщик должен разрабатывать – лучшую схему для конкретных условий.

Рассматривая процесс перемонтажа с позиций полного цикла эксплуатации ОМК, видится значимость данного этапа, который оказывает, значимое влияние на эффективное функционирования очистного механизированного комплекса, что достигается решением следующих задач:

1. Оптимизация времени эксплуатации очистного механизированного комплекса в пределах шахта - пласта.
2. Сокращение числа нерациональных монтажно-демонтажных операций, т. е. в конечном счете, времени монтажно-демонтажного цикла.
3. Повышение качества планово-предупредительных ремонтов.
4. Определение оптимально-допустимой нагрузки на очистной забой.
5. Определение эффективного режима работы комбайна (эффективная скорость резания, оптимальный коэффициент машинного времени, рациональное время цикла и т.п.).
6. Снятие ограничений по газовому фактору (предварительная дегазация, эффективные схемы проветривания и т.п.)
7. Оптимизация всех затрат на эксплуатацию очистного механизированного комплекса.

Эффективность использования ОМК в пределах шахта пласта, есть функция от эффективности времени работы, монтажно-демонтажных работ, пусконаладочных работ, горно-геологических условий и других факторов, имеющих существенное влияние на процесс угледобычи.

Следовательно, в каждом конкретном случае разработки технологической схемы перемонтажа, необходимо изыскивать и реализовывать резервы времени в технологических операциях, и как будет решен вопрос оптимизации - такой будет уровень прогрессивности технологической схемы и экономический эффект от ее внедрения.

Проведение оценки рассматриваемых альтернативных технологических схем перемонтажа на основе комплексного подхода охватывает все основные стороны процесса МДР и будет способствовать разработке и выбору наиболее прогрессивной технологической схемы перемонтажа ОМК.

Литература

1. Ульянов В. В., Ремезов А. В., Новоселов С. В. / Разработка технологических схем перемонтажа очистных механизированных комплексов для обеспечения ритмичности их работы и повышения эффективности использования в границах шахта-пласта. Кемерово: ГУ КузГТУ, 2011. – 166 с.

УДК 622.831.32

МЕТОДЫ ПОДДЕРЖАНИЯ И ОХРАНЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

*Рябков Н. В., директор шахты «Чертинская-Коксовая», г. Белово
Новоселов С. В., к. э. н., академик МАНЭБ, г. Кемерово
Ремезов А. В., д. т. н. проф. кафедры РМПИ ПС ФГБОУ КузГТУ, г. Кемерово*

В настоящее время одним из актуальных направлений в угольной практике является разработка технологических схем проведения, поддержания и сохранения горных выработок, особенно на крутонаклонных пластах, при мелкоамплитудных тектонических нарушениях. Кроме того, в зонах нарушений возможно повышенное газовыделение метана, вмещающие породы и уголь, неустойчивые и, как следует, эти пласты с глубины 300м отнесены к опасным по внезапным выбросам угля и газа и взрывчатости угольной пыли, а с глубины 200м угрожаемые по горным ударам (в практике горные удары происходили и на глубине менее 100м). Теория и практика динамических явлений в угольных шахтах подробно раскрыта рядом наших ученых: А. А. Борисовым, К. А. Ардашевым, И. Л. Черняком, Ю. И. Бурчаковым, П. В. Егоровым, Г. Г. Штумпфом, Фряновым В. Н. и др.

Под поддержанием выработок понимаются мероприятия, проводимые в выработке для предотвращения или уменьшения смещений пород кровли, почвы и боков. Для выработок, проводимых и поддерживаемых в массивах пород, деформационный процесс связан с изменением напряженного состояния пород вследствие проведения выработки и роста опорного давления при приближении очистного забоя. Позади очистного забоя деформации массивов пород являются следствием роста напряжений в зоне опорного давления, а также сдвижения и обрушения пород вблизи границ выработанного пространства [1, С. 134].

Характер деформаций массива пород кровли и почвы зависят от способа охраны выработки. Так, при охране жесткими охранными сооружениями деформационный процесс в породах кровли будет подобен процессу, происходящему впереди очистного забоя. Основой такого процесса являются деформации, связанные с опорным давлением. При изменении податливых охранных сооружений будут иметь место прогиб и опускание слоев пород значительной мощности, особенно при залегании в кровле прочных, а также средне- и крупнослоистых пород. Обратное влияние оказывают способы охраны выработок на деформации пород почвы. Жесткие охранные

сооружения приводят к интенсивному пучению почвы вблизи очистного забоя (в зоне динамического опорного давления). Податливые охранные сооружения замедляют процесс пучения почвы, и главное, их податливость исчерпывается за пределами зоны динамического опорного давления, т. е. после обрушения консолей пород и снижения напряжений в массиве.

И. Л. Черняк отмечает, по классификации ВНИМИ [2] породы кровли угольных пластов по характеру их разрушения разделены: в I классе разрушение слоев плит над выработкой происходит вследствие изгиба с образованием блоков, вытянутых по простиранию, во II классе слои-плиты при разрушении образуют наклонные блоки вследствие деформаций сдвига и скола. Исследование деформирования массива пород вне зоны влияния очистных работ показали, что *при первом типе деформирования* пород смещения пород на контуре не превышают 50мм и являются следствием упруго-вязких деформаций. Предотвратить смещения вследствие упруго-вязких деформаций практически невозможно и нецелесообразно.

Дальнейшее повышение напряжений выше предела длительной прочности, но меньше значений мгновенной прочности приводит к разрушению массива горных пород и образованию зоны разрушенных пород размером до 2 м. Если для выработки, не подверженной влиянию очистных работ, такие смещения не приводят к разрушению крепи, то последующее влияние очистных работ будет связано с разрушением пород, удаленных от контура, и управление массивом пород усложнится. Коэффициенты расширения пород, равные иногда 1,05-1,07, указывают на необходимость их уменьшения. Уменьшение смещений и, как следствие, уменьшения коэффициента расширения пород можно достичь путем своевременного воздействия на массив крепью, т. е. с помощью поддержания выработки. Это возможно лишь при условии взаимодействия крепи и пород вслед за проведением выработки и при наличии забутовки. Таким образом, *при втором типе деформирования* пород вне зоны влияния очистных работ процесс деформирования должен регулироваться крепью для повышения устойчивости выработки в последующие периоды ее существования.

В случае *третьего типа деформирования* пород разрушение массива пород начинается непосредственно у забоя выработки. При применении податливых арочных крепей развитие зоны разрушения пород заканчивается в 30-50м от забоя, а ее размер достигает 5м. Коэффициент расширения пород, достигающий 1,1, указывает на необходимость управления процессом формирования зоны разрушенных пород. Как и при втором типе деформирования, основным средством управления массивом пород является крепь. В зонах опорного давления разрушение пород распространяется на значительное расстояние от контура выработки, где массив становится неуправляемым современными средствами воздействия.

Таким образом, кровля подготовительных выработок, перемещение которой обусловлено разрушением пород, может поддерживаться крепями, и поддержание является основным средством сохранения устойчивости горной выработки. При блочном опускании пород или их прогибе поддержание может явиться чисто вспомогательным средством в управлении состоянием массива пород.

С увеличением глубины разработки все более важное значение получает проблема предотвращения пучения почвы подготовительных выработок. Анализ показывает, что в настоящее время предотвращение пучения почвы подготовительных выработок средствами поддержания практически невозможно, так как замкнутые крепи, не только имеют значительно большую стоимость, но и их установка при проведении выработок очень сложна и не технологична. Это указывает на то, что пучение почвы должно предотвращаться средствами рационального расположения выработки и ее охраны.

Устойчивость подготовительных выработок зависит от прочности пород и действующих напряжений. Естественно, что повышение устойчивости массивов может быть достигнуто либо с помощью снижения уровня напряжений, либо с помощью упрочнения пород. Снижение уровня напряжений в массивах пород называют их разгрузкой, а повышение прочности – уплотнением.

Уменьшение напряжений в массиве пород может производиться вне зоны влияния очистных работ, так и при их влиянии. Вне зоны влияния очистных работ причиной деформацией массива является концентрация напряжений, вызванная проведением выработки. Рост напряжений в массиве пород связан с влиянием забоя выработки и происходит, в основном, в зоне выполнения технологических операций по проведению выработки. При этом, чем меньше прочность массива, тем ближе от забоя напряжения достигают максимальных напряжений. Поэтому работы по разгрузке массива должны производиться непосредственно вблизи забоя и совмещаться с проведением выработки. Разгрузка массива пород достигается разрушением пород в определенных зонах с максимальной концентрацией напряжений. Разрушение пород может производиться механическим, взрывным, гидравлическим и комбинированными способами.

Классификация способов управления горным давлением в подготовительных выработках, предложена И. Л. Черняком и Ю. И. Бурчаковым [1, С.137]. Выбор рационального способа или сочетания способов управления горным давлением является исключительно сложной задачей и может быть выполнен на базе прогноза устойчивости пород в горных выработках.

В зонах влияния очистных работ основной целью разгрузки является снижение напряжений, создаваемых зависающими консолями пород в выработанном пространстве. Снижение напряжений может быть достигнуто путем уменьшения размеров зависающих размеров пород, а также снижением их прочности. Локальное разрушение пород предусматривает создание искусственной трещиноватости, облегчающей разрушение прочных пород, в заранее заданных местах. Разупрочнение пород производится для снижения прочности пород, что также должно способствовать их обрушению при меньших размерах консолей пород.

Снижение напряжений в массиве пород может быть достигнуто также с помощью горных работ. В этом случае разгрузка обеспечивается выемкой пласта угля и обрушением пород на значительной площади.

Повышение устойчивости подготовительных выработок может быть достигнуто также упрочнением пород. При этом могут иметь место два случая: в первом случае, упрочнение пород должно повышать естественную прочность пород, а во втором случае – разрушенного массива пород. Упрочнение может производиться механическим, химическим и комбинированным способами. Механические способы, в основном, дают возможность скрепить отдельные слои пород и тем самым увеличить их прочность. Химические способы упрочнения дают возможность увеличить прочность массива разбитого естественными и искусственными трещинами. Поэтому основой для их применения является возможность нагнетания растворов в окружающие породы.

Упрочнение естественно нарушенного массива пород производится вслед за проведением выработки либо до начала его разрушения в забое, либо в процессе разрушения. Упрочнение уже разрушенного массива пород производится с целью повышения устойчивости выработок в зоне влияния очистных работ. Нагнетание скрепляющих растворов производится как в естественно разрушенный массив, так и в массив, трещиноватость которого достигается искусственным путем.

В заключении, необходимо отметить, что повышение устойчивости подготовительных выработок может быть достигнуто путем рационального их расположения, выбора способа охраны и поддержания выработок, обеспечивающих минимальные затраты на их ремонт, и применение мероприятий по повышению прочности пород и снижению напряжений. Значительное разнообразие горно-геологических и горнотехнических условий обусловило многообразие средств повышения устойчивости выработок, которые, в конечном счете, сводятся к обеспечению максимальной прочности массива и снижению напряжений, что по всей вероятности обеспечит комплексный подход при выборе способа управления горным давлением в подготовительных выработках.

Использование вышеприведенных классификаций и совершенствование методов управления свойствами и состоянием массива пород, позволит решить задачу разработки технологических схем проведения, поддержания и сохранения горных выработок на крутонаклонных пластах, что в результате повысит безопасность и эффективность горных работ.

Литература:

1. И. Л. Черняк, Ю. И. Бурчаков. Управление горным давлением в подготовительных выработках глубоких шахт. М., 1984. – 304 с.
2. Бурчаков А. С., Черняк И. Л. О закономерностях деформирования массива пород вокруг одиночных выработок.- Уголь, 1969, № 6, С. 43-46.

УДК 622.831.32

ДЕФОРМАЦИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПОРОД НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ И ОСНОВНОЙ КРОВЛИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУТЫХ ПЛАСТОВ ДЛИННЫМИ СТОЛБАМИ

*Ремезов А. В., д.т.н., проф. кафедры РМПИ ПС ФБГОУ КузГТУ
Ануфриев А. В., соискатель кафедры РМПИ ПС ФБГОУ КузГТУ
Новоселов С. В., к. э. н., академик МАНЭБ
г. Кемерово*

На шахтах Кузбасса вопросы управления горным давлением остаются актуальными как при очистных, так и подготовительных работах. Особую значимость это направление приобретает при разработке крутых пластов. Следует отметить, что кровлю угольных пластов обычно делят (исключая ложную) на непосредственную и основную. Непосредственная кровля – толща пород, залегающая над пластом, основная – толща прочных пород и очень прочных пород, залегающих над непосредственной кровлей или непосредственно над пластом, обрушающаяся при выемке угля (полезного ископаемого) на значительной площади.

Как отмечает источник [1], деформация пород в очистной выработке по пологим пластам начинается с медленного прогиба кровли пласта. По мере увеличения площади выработанного пространства с отходом от разрезной выработки (монтажной камеры) в движение приходят все большие участки подработанной толщи пород кровли, и увеличивается прогиб слоев. Затем нижележащие слои отделяются от вышележащих, разрушаются на отдельные куски и глыбы и обрушаются. Этот процесс распространяется на вышележащие слои непосредственной кровли вплоть до основной кровли.

При движении очистного забоя от разрезной выработки непосредственная кровля все больше обнажается и работает аналогично плите, закрепленной на четырехстороннем контуре, т. е. по четырем сторонам выработки.

П. В. Егоров и Г. Г. Штумпф, определили, что в плите развиваются деформации изгиба, которые приводят к первому обрушению непосредственной кровли. Предельный пролет первого обрушения непосредственной кровли после отхода очистного забоя от разрезной выработки называют шагом начального ее обрушения $l_{i.н.об}$. Шаг

начального обрушения непосредственной кровли достигает 18-20м. Для условий шахт Кузбасса он обычно находится в пределах 8-15м.

При дальнейшем подвигании очистного забоя происходят периодические обрушения пород непосредственной кровли. Пролеты обрушения пород в этом режиме называют шагом установившегося обрушения непосредственной кровли $l_{\delta.i.\dot{\epsilon}\delta}$. Последние меньше начального шага обрушения непосредственной кровли.

Для угольных шахт Кузбасса:

$$l_{\delta.i.\dot{\epsilon}\delta} \approx (0,4 - 0,5)l_{i.\dot{\epsilon}\delta}$$

В процессе разрушения, породы непосредственной кровли образуют своеобразную зону, называемую зоной интенсивного дробления или интенсивного разрыхления. В последующем в этой зоне происходит уплотнение, а в ряде случаев – слеживание породы. Такой характер разрушения наблюдается в основном у тонкослоистых и трещиноватых аргиллитов, алевролитов и других пород с повышенными пластическими свойствами. Коэффициент разрыхления самых нижних слоев непосредственной кровли составляет $k_p = 1,6-1,8$, а для верхних слоев уменьшается до $k_p = 1,1-1,15$.

Высота зоны обрушения непосредственной кровли $h_{i\dot{\epsilon}}$ может быть рассчитана по формуле:

$$h_{i\dot{\epsilon}} = \delta / (k_{\delta} - 1),$$

где m - мощность пласта; k_p – коэффициент разрыхления породы [1, С. 115].

По мере подвигания очистного забоя и обрушения непосредственной кровли возрастают деформации и прогиб основной кровли. До начального обрушения она также работает подобно плите, закрепленной на четырехстороннем опорном контуре. Когда несущая способность основной кровли исчерпывается, она обрушается. Пролет первого обрушения называют шагом начального (первичного) обрушения основной кровли. Шаг начального обрушения основной кровли в зависимости от мощности, прочности, параметров выработки колеблется от 20 до 100м. Увеличение мощности и прочности основной кровли сопровождается ростом первичного шага ее обрушения. В условиях шахт Кузбасса он составляет 30-50 м. После первичного обрушения основной кровли она обрушается периодически по мере подвигания очистного забоя в установившемся режиме. Пролет обрушения основной кровли в данном режиме называется шагом установившегося обрушения основной кровли. По данным шахтных наблюдений в условиях Кузбасса:

$$l_{\delta.i.\dot{\epsilon}\delta} \approx (0,4 - 0,5)l_{i.\dot{\epsilon}\delta}$$

т. е. шаг установившегося обрушения основной кровли составляет примерно 12-25м.

Степень дробления пород и коэффициент их разрыхления в направлении вдоль забоя не постоянны: в нижней части породы более сильно раздроблены, что свидетельствует о непостоянстве значений коэффициента разрыхления вдоль забоя. Очевидно, коэффициент разрыхления будет иметь максимальное значение в нижней части выработанного пространства и минимальное – верхней части.

Метод определения коэффициентов разрыхления пород на крутом падении нуждается в разработке, ориентировочно можно считать, что в нижней части можно принимать k_p до 1,5.

Приведенные особенности разрушения кровли при крутом падении пласта показывают неприемлемость воспроизведения этих условий на плоской модели.

Особенности деформации разрушения пород кровли при работе с полным обрушением на крутом падении сводятся к следующему:

1. По мере увеличения угла падения пласта возрастает значение продольных составляющих сил веса пород, приводящее к существенным изменениям напряженного состояния.

2. Подбучивание нижней части выработанного пространства, а также уменьшение пролетов обрушившихся слоев приводят к тому, что обнажение основной и непосредственной кровли по падению резко уменьшается.

При данном способе управления кровлей и достаточно большой глубине работ процессы разрушения пород могут прекратиться, достигнув некоторого слоя, обнажения которого окажутся меньше предельно допустимых. Чаще всего таким слоем бывает основная кровля или порода-мост.

3. При отработке пласта прямым ходом (в пределах всего шахтного поля или участка) и применения полного обрушения кровли надежное поддержание вентиляционного штрека, возможно лишь при полной самозакладке выработанного пространства. Однако при этом вследствие подбучивания нижней части непосредственной кровли минимальная ее мощность, необходимая для обеспечения подбучивания основной кровли и целика под вентиляционным штреком, значительно возрастает по сравнению с пологим падением и может быть приближенно определена по формуле:

$$\Sigma h_i = 0,7b_i - \sqrt{0,5b_i \frac{1,43lh_b}{k_p}}$$

Очевидно $\sum h_i$, обеспечивающая подбучивание междуэтажного целика:

$$\sum h_i \geq lh_b / b_i (k_{cp} - 1)$$

4. При отработке пласта обратным ходом, когда необходимость поддержания вентиляционного штрека, значение $\sum_{i=1}^n h_i$ может быть весьма снижено. В этом случае выработанное пространство ниже породы-моста может оставаться незаполненными породами.

Минимально необходимая мощность пород непосредственной кровли для условия:

$$\sum h_i \geq h_b (1 - b_i) / b_i k_{cp}$$

Обычно для этих целей достаточно удовлетворить условие:

$$\sum h_i \geq (2 - 3)h_b$$

Следовательно, при работе обратным ходом область применения полного обрушения кровли весьма сильно расширяется. Это выражение применимо только при отсутствии массовых внезапных обрушений основной кровли, которые могут приводить к завалам лав. Основная кровля в этих условиях должна рассчитываться не на кратковременную, а на долговременную прочность.

5. коэффициент разрыхления в рассматриваемом случае изменяется вдоль забоя в направлении откаточного штрека к вентиляционному в весьма больших пределах, чего не наблюдается при горизонтальном залегании пластов.

6. При одинаковой структуре покрывающих пород и одинаковой длине лав условия образования зоны прогиба над породами-мостами при крутом падении более благоприятны.

При крутонаклонном залегании пластов очень опасными геомеханическими процессами в лавах камерах, других очистных выработках являются сползание и разрушение пород почвы. Наиболее сильно проявляются эти процессы при слоистых трещиноватых и других макродефектных породах почвы, плоскости ослабления которых, в основном совпадают с углом падения пласта. Сползанию пород почвы в плоскости напластования препятствует удерживающая сила (сила трения) $D_{\acute{o}\ddot{a}}$, определяемая из выражения [1, С.121]:

$$D_{\acute{o}\ddot{a}} = D_i f_{\acute{o}\delta}$$

где D_i – сила, действующая по нормали к напластованию пород почвы (нормальная сила); $f_{\acute{o}\delta}$ – коэффициент трения пород по поверхности их сползания.

Имеется ряд классификаций кровли угольных пластов по обрушаемости. К легкообрушающимся породам относят в основном кровли, у которых мощность непосредственной легкообрушающейся кровли более 7-кратной мощности пласта, т.е. $h_{i.e} / \acute{o} > 7$, к труднообрушающимся – у которых $h_{i.e} / \acute{o} \leq 7$. При $h_{i.e} / \acute{o} \geq 8-10$ породы непосредственной кровли полностью подбучивают основную кровлю. Имея сравнительно жесткую опору в выработанном пространстве, она не обрушается, а лишь прогибается.

Увеличение степени подбучивания основной кровли влечет за собой уменьшение резких осадков и обрушений основной кровли и, следовательно, приводит к уменьшению опорного давления нагрузки на крепь в очистном забое и в прилегающих выработках. Большое влияние на характер проявления горного давления оказывают состав, структура и мощность слоев кровли. Рост мощности и прочности слоев сопровождается увеличением шагов их обрушения и более интенсивным проявлением геомеханических процессов.

Резюмируя необходимо отметить, что отработка угольных пластов крутого падения, должна в первую очередь основываться на рациональном выборе технологии, техники и на эффективных технологических схемах. Особо следует учесть мероприятия по прогнозу запредельных деформаций в массиве пород (горных ударов, внезапных выбросов угля и газа), что регламентируют инструкции по предупреждению газодинамических явлений в угольных шахтах [2].

Вышеприведенное направляет горный менеджмент в каждом конкретном случае, учитывая горно-геологические условия, принимать оптимальные технологические решения при заданных ограничениях.

Литература

1. Геомеханика: Учеб. пособие / П. В. Егоров, Г. Г. Штумпф, А. А. Ренев, Ю. А. Шевелев, И. В. Махраков, В. В. Сидорчук. Гос. учреждение Кузбасс. гос. техн. ун-т.- Кемерово, 2002. – 339 с.
2. Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах (Сборник документов) / Колл. авт. - М.: Государственное предприятие НТЦ по безопасности Госготехнадзора России, 2000. – 320 с.

**ВАРИАНТЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИННОВАЦИОННЫХ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КУЗБАССА:
ПРОМЫШЛЕННЫЕ КЛАСТЕРЫ, ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ИЛИ ШАХТО-
СИСТЕМЫ**

*Новоселов С. В. – к. э. н., академик МАНЭБ, г. Кемерово
Ремезов А. В., д. т. н. – проф. ФГБОУ КузГТУ, г. Кемерово
Харитонов В. Г. – к. т. н., академик МАНЭБ, генеральный директор
УК «Шахта Заречная», г. Ленинск-Кузнецкий*

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 угольной отрасли также определяется инновационный путь развития, требующий соответствующей организационной политики.

В последнее время в российских средствах массовой информации и различных научных работах стал очень модным термин – «кластер» и словосочетания, полученные с его помощью. За рубежом кластерный подход при образовании производств упоминался М. Портером, который в основном сформулировал концепцию кластерной организации [1]. Как утверждает источник [2, С.4], важные результаты в области анализа процессов интеграции промышленных предприятий были получены еще А. Маршаллом и Ф. Перру. Исследования же собственно кластеров, как производственно-экономических образований начинаются с работ М. Портера, где впервые было дано определение кластера как объективного системного явления в экономике, сформулированы факторы конкурентных преимуществ кластерной организации производства. Важны также положения, высказанные М. Энрайтом, который особо подчеркнул региональный аспект формирования и развития кластеров и роль государства в их формировании. В нашей стране исследования в близких направлениях проводились в рамках планирования развития территориально-производственных комплексов (ТПК) в 70-80 гг. прошлого века.

Следует отметить, что нечеткость в определении понятия «кластер» и сложность с выявлением его границ в пространстве, требуют уточнения понятий «промышленный кластер», «локальный (региональный) кластер», «инновационный кластер» для выделения отдельных процессов, позволяющих повысить конкурентоспособность производства, как в отдельных регионах, так и в стране в целом, трактует С. Бюрюков [3, С.21].

Промышленный кластер - это группа родственных взаимосвязанных отраслей промышленного комплекса, наиболее успешно специализирующихся в международном разделении труда.

Региональный (локальный) кластер – это группа географически сконцентрированных компаний из одной или смежных отраслей и поддерживающих их институтов, расположенных в определенном регионе, производящих схожую или взаимодополняющую продукцию и характеризующихся наличием информационного обмена между фирмами-членами кластера и их сотрудниками.

Инновационный кластер – это целенаправленно сформированная группа предприятий, функционирующих на базе центров: генерации научных знаний и бизнес-идей, подготовки высококвалифицированных специалистов. Предложенное определение инновационного кластера, безусловно, сужает системное понятие «инновационный» как способный эффективно приспосабливаться к изменениям внешней среды, но является рабочим и позволяет поставить задачу, как точного описания подобного кластера, так и измерения степени его инновационности. При этом степень инновационности кластера считается качественная или количественная характеристика, отражающая: степень интеграции в состав кластера центров генерации научных знаний, центров генерации бизнес-идей, центров подготовки высококвалифицированных специалистов; долю выпуска инновационной и наукоемкой продукции в общем объеме производства; характеристики рынков сбыта этой продукции.

В любом случае, вышеприведенное не раскрывает до конца термина «кластер», так как это архисложное понятие и его можно рассматривать с позиций физики, химии, информатики и других наук, которые характеризуют его статику, динамику и синергетику, поэтому его применение вполне логично в различных отраслях знаний, в том числе и в экономике горной промышленности.

Неопределенность и полемика вокруг образований кластеров будет существовать, т.к. развитие вносит некоторый элемент изменений, новизны и неопределенности. Многие рассматривают кластеры как современный инструмент повышения конкурентоспособности региона, но авторы предупреждают также и о повышающихся рисках при необоснованной кластерной организации. Вопрос стратегической эффективности кластерных образований также будет оставаться открытым, и требовать доказательства эффективности в каждом конкретном случае, так как кластеры имеют определенную степень устойчивости и временные параметры, подвергаются воздействиям внешней среды. Кроме того, отсутствуют конкретные методики выявления (идентификации) кластеров и разработки механизма их поддержки на уровне региона.

В данной статье авторы, систематизировали информацию, отвечающую на ряд значимых вопросов относительно природы кластеров и их практической реализации в угольной отрасли. Важно определить, когда эффективны кластеры, а когда их образование определено модой на новые тенденции в экономике, и лоббистскими интересами определенного круга заинтересованных лиц. Более реальную дать оценку кластера можно только при системном анализе проекта кластерного образования на конкретной территории. Но начинать надо с понятий этого явления, т.е. что является кластером, а что нет? Еще великий Рене Декарт говорил: «Верно определяйте слова, и вы освободите мир от половины недоразумений». Поэтому точно определив понятие «кластер» применимый в угольной отрасли, мы встанем на верный путь решения проблемы создания эффективных кластерных образований в угольной промышленности. Рассмотрев, какую смысловую нагрузку несет термин «кластер» в различных источниках информации, и, проанализировав его трактовки рядом ученых, можно спроецировать его суть и для угольной отрасли. Сложность изучения всего массива информации по данному вопросу заключается в многообразии мнений относительно понятия «кластер», поскольку в основу берутся различные характеристики кластера, а зачастую авторы предлагают определения, отражающие лишь узкую сферу применения подобных интегрированных образований (например, инновационный кластер, нефтяной кластер, региональный кластер и др.). В целях формирования более глубокого и целостного взгляда на процесс кластерообразования в экономике необходимо рассмотреть и проанализировать теоретические подходы, определяющие основные характеристики кластера.

Если верить свободной энциклопедии (википедии), которая трактует кластеры (в экономике) как сконцентрированные на некоторой территории группы взаимосвязанных компаний: поставщиков оборудования, комплектующих и специализированных услуг; инфраструктуры; научно-исследовательских институтов; ВУЗов и других организаций, взаимодополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества отдельных компаний и кластера в целом, то по аналогии понятие «углеперерабатывающий кластер» авторы определяют, как интегрированную группу экономических образований выгодно взаимодействующих друг с другом при производстве, переработке и реализации продукции из угля.

При контент-анализе, источников информации по рассматриваемому научному направлению, можно констатировать, что в последнее время защищен ряд докторских диссертаций по теме кластерной организации экономических образований в различных отраслях экономики, что подтверждается в источниках [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16] очевидно, что незащищенным научным (теоретико-методологическим) направлением применения кластерного подхода осталась угольная отрасль, хотя следует уточнить, что генезис проектов «потенциальных» кластеров в угольной промышленности Кузбасса уже существуют.

В мировом аспекте в качестве основных характеристик кластеров согласно обзора Европейской экономической комиссии ООН 2008 г. [17] выделены:

- географическая концентрация (близко расположенные фирмы привлекают друг друга возможностью экономить на быстром экономическом взаимодействии, обмене капиталом и процессах обучения);
- специализация (кластеры концентрируются вокруг определенной сферы деятельности, к которой имеют отношение все участники);
- множественность экономических агентов (кластеры и их деятельность охватывают не только фирмы, входящие в кластер, но и общественные организации, академии, институты, способствующие кооперации и т. д.);
- конкуренция и сотрудничество (основные виды взаимодействий между фирмами – членами кластера, которые присущи им в равной мере);
- достижение необходимой «критической массы» в размере кластера для получения эффектов внутренней динамики развития;
- жизненный цикл кластеров (они рассчитаны на долгосрочную перспективу);
- вовлеченность в инновационный процесс (фирмы и предприятия, входящие в состав кластера, обычно включены в процессы технологических, продуктовых, рыночных и организационных инноваций).

Кроме того, контент-анализ репрезентативных источников по теме, определил основные характеристики для кластера, которые по логике приемлемы для оценки кластера и в угольной промышленности, но с внесением некоторых специфических характеристик: масштаб, специализация, организационные принципы, виды взаимодействия, устойчивость развития экономического образования, уровень эффективности участников, которые были систематизированы и приведены в табл. 1.

Следующим, достаточно четко представленным научному сообществу, как интеграционное экономическое образование в угольной отрасли являются углеэнергетические комплексы [18]. Интегрированные углеэнергетические предприятия сформировались при эволюции технологий угледобывающих и энергогенерирующих производств на базе угля за последние 50-60 лет, и в дальнейшем, будет продолжаться их развитие [18, С.32]. Концептуальные принципы формирования локальных углеэнергетических комплексов это: ресурсосбережение первичных энергоносителей, конверсия энергоносителей, многоуровневое интегрирование горно-эксплуатационного и электроэнергетического производства, гуманизация горно-энергетического производства, принцип экономической эффективности углегазоэнергетического производства, принцип экологической чистоты [18, С.32]. Основная идея этой концепции заключается в интегрировании горного и электроэнергетического производства в единую производственно-технологическую систему с конечным продуктом в виде электрической и/или тепловой энергии.

Рассмотрим, как практически представлено становление кластеров на практике в угольной промышленности Кузбасса – стратегического угольного бассейна России. В Кузбассе для развития и внедрения современных технологий создаются уникальные проекты, объединяющие предприятия угольной промышленности, электроэнергетики и углехимии в один комплекс (это уже кластер). Такое объединение, путем создания современной системы переработки угля, позволит расширить ассортимент угольной продукции и одновременно обеспечить потребителей тепловой и электрической энергией.

По данным Администрации Кемеровской области и ЗАО «Шахта Беловская», представлен проект, суть которого заключается в следующем: непосредственно возле места добычи угля создается производственный комплекс газификации энергетических углей, который перерабатывает добытый уголь в высокоэффективный продукт с высокой энергоотдачей. Высвобождающееся при этом тепло используется для отопления населенных пунктов, а горючий газ, смешивающийся с газом метаном, полученным от дегазации угольных пластов, поступает в газогенератор для выработки электроэнергии. В результате использования этих технологий достигается следующий эффект: выпускается продукт с более высокой добавленной стоимостью (термококк или полукокк) и генерируется электроэнергия как для собственных нужд угледобывающего комплекса, так и для нужд Кемеровского региона.

В общей сложности инвестиции в проект составят 7,5 млрд. рублей. В 2010 году компания вложила в строительство разреза и развитие производства 957 млн. рублей - на 28% больше плана. В 2011 году в рамках подписанного соглашения ЗАО «Шахта Беловская» намерена увеличить инвестиции на 446 млн. рублей по сравнению с 2010-м - до 1,4 млрд. рублей. В том числе приобрести земельные участки на 390 млн.р., автомобили и экскаваторы на 769 млн.р., вложить в объекты инфраструктуры 153 млн.р., в проектно-изыскательные работы - 91 млн.р.

Существует в Кузбассе и другой проект создания энерготехнологического угольного кластера «Серафимовский» по безотходной глубокой переработке угля 2,4 млн. т/год с производством электроэнергии на ТЭС мощностью 500 МВт, синтетических моторных топлив 1000 тыс. т/год, ценных химических продуктов и строительных материалов на базе новой шахты и обогатительной фабрики. Целью проекта является создание условий для сохранения темпа роста добычи угля в Кузбассе путем переработки его на месте в высоколиквидные продукты с использованием их в регионе. Инициатор и инвестор проекта - ЗАО МПО «Кузбасс». Срок реализации проекта - 2009-2018 годы. Общая стоимость проекта - около 60 млрд. рублей. Рентабельность: 57,2%.Срок окупаемости: 5,2 года. В настоящее время проведены предпроектные проработки.

Реализация проекта приведет:

- к созданию условий для диверсификации экономики региона (от поставщика сырья к производству высоколиквидной продукции);

- к созданию 1,5 тысячи новых рабочих мест;

- к ежегодному поступлению налогов в бюджеты всех уровней (оценочно) в объеме 15 млрд. руб.;

- к выпуску инновационных продуктов при глубокой переработке угля;

- росту добычи угля при снижении потребности в ж/д вагонах;

- к использованию экологически чистого моторного топлива;

- к созданию и развитию инновационной среды с межотраслевым промышленным потенциалом.

В масштабах России проект:

- создаст условия для повышения энергетической безопасности (за счет увеличения доли угля в энергетическом балансе страны);

- станет первым практическим шагом к обеспечению российской экономики экологически чистым производством электроэнергии и выпуска синтетических моторных топлив из угля (альтернатива нефти и газу);

- приведет к возрождению российской углехимии.

Для реализации проекта необходимо доработать и внести в Государственную Думу Российской Федерации проект закона «Об альтернативных моторных топливах» с учетом предложений о снижении ставок акцизов на моторные топлива, полученные из угля, а также введение льготного налогового периода для предприятий, производящих электроэнергию, химическую продукцию и моторные топлива из угля по новым экологически чистым технологиям.

Реализация вышеприведенных проектов кластерной организации в угольной промышленности Кузбасса возможна только при поддержке государственных органов, т.к. нужны решения по определенным законодательным инициативам и нормативным актам, ввиду того, что кластер направлен на решение задач федерального уровня и требует значительных инвестиций.

Однако, есть и третье проектное направление создания инновационных углеперерабатывающих компаний в виде шахто-систем, это менее масштабные, но наиболее гибкие интеграционные производства с единым оперативным, тактическим и стратегическим управлением в рамках одного шахтного поля, имеющие высокие показатели рентабельности, более полно описание шахто-систем приведено в источнике [19]. Сравнительная оценка классификационных характеристик регионального промышленного кластера, энерготехнологического комплекса и шахто-системы приведено в табл. 1.

Классификационные характеристики кластера, энерготехнологического комплекса и шахто-системы

Характеристика	Вид экономического образования		
	Региональный промышленный кластер	Углеэнергетический комплекс	Шахто-система
Дефиниция	Интегрированная группа экономических образований выгодно взаимодействующих друг с другом при производстве, переработке и реализации продукции из угля.	Интегрированные углеэнергетические предприятия (комплексы) действующие по схеме: «уголь – газ – электричество»	Многофункциональная углеперерабатывающая компания базовый элемент – шахта
1. Географическая концентрация / масштаб	Бассейн (Регион) / большой	Месторождение / средний	Шахтное поле/ локальный
2. Количество экономических агентов	Значительное	Ограниченное	Рациональное
3. Виды взаимодействия между членами образования	Частно-государственное партнерство (баланс интересов)	Корпоративное	Акционерное
4. Время жизненного цикла экономического образования	Сложно прогнозировать	Определено запасами ТЭР	Определено стратегией
5. Продуктивность (количество технологий) экономического образования	Специализация по базовому продукту (углю)	Специализации по энергетической продукции из угля и газа метана	Расширенный ассортимент углепродуктов
6. Адаптивность и управляемость экономического образования	Низкая	Средняя	Высокая
7. Объем инвестиций в проект экономического образования	Большой	Средний	Средний
8. Диапазон рентабельности участников экономического образования	Максимальный	Средний	Минимальный

Комментируя табл. 1, важно заметить, что инициаторами разработки стратегии формирования и развития кластерных промышленных систем являются, как правило, органы государственного управления, отвечающие за развитие планируемой социально-экономической системы в целом, а реализация осуществляется в ходе совместной

деятельности всех агентов социально-экономических процессов: государственных организаций, частного бизнеса, населения, каждый из которых действует в сфере своей компетенции и объединены единой системой ценностей вокруг ядра конкурентоспособной экономической деятельности.

Энерготехнологический комплекс (ЭТК) - экономическое образование по масштабу меньшее, чем региональный промышленный кластер, но по своей специализации способный обеспечить энергетической продукцией значительную часть потребителей региона и собственное потребление. Собственником и инициатором проекта ЭТК – могут быть как совместно государственные органы и частные компании, так и только частные инвесторы. Если в ЭТК – участвуют несколько самостоятельных компаний, то он определяется как энерготехнологический угольный кластер.

Многофункциональная шахто-система по масштабам более компактная, чем ЭТК, но ее продуктовая линия может быть более расширенной – инициатор проекта частные инвесторы (акционеры), единая технологическая цепочка, рациональная (гибкая) организационная структура, реализующая эффективную стратегию в рамках конкретного горного отвода. Основной принцип функционирования – синергетический эффект от взаимодействия технологий (в отличие от кластера, где преобладает взаимодействие самостоятельных предприятий).

Резюмируя можно утверждать, что проблема стратегического выбора при формировании инновационных экономических образований в угольной промышленности Кузбасса в пользу региональных промышленных кластеров, энерготехнологических комплексов (энерготехнологических угольных кластеров) или шахто-систем, должна решаться на основе оценок их альтернативных проектов при использовании комплекса характеристик и интегральных критериев оценки. Последнее требует разработки методологической основы, как для проектирования интеграционных экономических образований в угольной промышленности, так и алгоритма их комплексной оценки с независимой экспертизой их проектов. Решение данной сложной проблемы требует интеграции усилий ведущих отраслевых институтов, научно-исследовательских центров, с привлечением инициативных научно-творческих коллективов, имеющих научные результаты в области проектирования сложных горнотехнических систем. Очевидно, что решение задач определенных Энергетической стратегией России возможно только при консолидации усилий триады: «власть-бизнес-наука».

ЛИТЕРАТУРА

1. Портер, М. Международная конкуренция / М. Портер; пер. с англ. – М.: Международные отношения, 1993. – 896 с.
2. Агафонов В. А. Методология стратегического планирования развития кластерных промышленных систем / Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. э. н., М. - 2011. – 42 с.
3. Бирюков А. В. Формирование инновационных кластеров в высокотехнологичных отраслях промышленности (на примере ОПК России) / Автореф. дисс. на соискание ученой степени д.э. н., М. - 2009. – 43 с.
4. Яковлева–Чернышева А. Ю. Управление предпринимательством в рекреационном кластере / Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. э. н., М.- 2012. – 42 с.
5. Никулина О. В. Управление инновационным развитием промышленных предприятий в условиях кластеризации экономики / Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. э. н., М. - 2012. – 48 с.
6. Соловейчик К. А. Формирование и развитие промышленного комплекса мегаполиса на основе инновационных кластеров / Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. э. н., М. - 2011. – 34 с.
7. Мызрова О. А. Инвестирование инновационной деятельности предприятий машиностроения на основе кластерного подхода: теория, методология/ Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. э. н., М.- 2011.-38с.
8. Морозов В. Н. Методология организации функционирования международных транспортных коридоров на основе кластерного подхода с применением мультимодальных логистических центров / Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. э. н., М.- 2010. – 48 с.
9. Древинг С. Р. Кластер как организационно-экономическая форма межотраслевой народнохозяйственной системы (на материалах рыбопромышленного комплекса Камчатского края) / Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. э. н., М.- 2010. – 48 с.
10. Глотко А. В. Формирование и развитие кластера садоводства в региональном АПК (теория, методология, практика) / Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. э. н., М. - 2010. – 47 с.
11. Квятковская И. Ю. Методологические основы поддержки принятия управленческих решений в информационном пространстве регионального кластера/ Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. э. н., М.- 2009. - 32с.
12. Савин К. Н. Формирование и развитие регионального кластера качества жизнеобеспечения: теория, методология, практика / Автореф. дисс. на соискание ученой степени д.э. н., М.- 2009.-45с.
13. Лаврикова Ю. Г. Кластеры как рыночный институт пространственного развития экономики региона / Автореф. дисс. на соискание ученой степени д.э. н., М. - 2009. - 46с.
14. Миролюбова Т. В. Государственное управление развитием экономики региона: кластерный подход / Автореф. дисс. на соискание ученой степени д.э. н., М. - 2008. – 41 с.
15. Рыжаков Е. Д. Финансовое обеспечение концепции кластерной стратегии развития экономики региона: теория и методология/ Автореф. дисс. на соискание ученой степени д.э. н., М.- 2008.-31с.
16. Иваненко Л.В. Управление регионом на основе концепции мегакластерной организации/ Автореф. дисс. на соискание ученой степени д.э. н., М.- 2008. – 40 с.
17. Enhancing the Innovative Performance of Firms: Policy Options and Practical Instruments. –United Nations. – ECE/CECI. CR2008. – Geneva, 2008. – С. 85.
18. Пучков Л.А., Воробьев Б.М., Васичков Ю.Ф./Углеэнергетические комплексы будущего. - М.: МГГУ, 2007. – 245 с.
19. Харитонов В. Г., Ремезов А. В., Новоселов С. В. / Теория проектирования и методы создания многофункциональных шахто-систем. – Кемерово. - 2011. – 349 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И АГРЕГАТОВ БЕЗЛЮДНОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ВЫЕМКИ КРУТЫХ ПЛАСТОВ, ИСКЛЮЧАЮЩИХ ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ

*Б.В. Радько, канд. техн. наук, доцент
(ЗАО ФПК «ИНВЕСТТЭК», г. Москва, Россия)*

Доклад освещает основные результаты НИР, выполненной ЗАО ФПК «ИНВЕСТТЭК» в рамках государственного контракта Минобрнауки России №16.515.11.5073 от 06.10.2011 года. Разработанные технико-технологические решения обеспечивают эффективную безлюдную добычу угля, исключая пожароопасность и аварийность, гарантирующую безопасность труда шахтеров и минимизирующую потери угля.

The report shows main results of the research and development project realized by JSC FIC "InvestTEK" for The Ministry of Education and Science of Russian Federation (state contract №16.515.11.5073 from 06.10.2011). The devised technical and technological solutions provide effective unmanned coal mining, which precludes flammability and accident risks, secures miners' job safety and minimizes losses of coal.

Накопленный в различных бассейнах опыт подземной разработки крутопадающих пластов свидетельствует о том, что существующие способы выемки (механизированные, гидравлические и др.) не обеспечивают приемлемую безопасность работ, достойные условия труда и конкурентоспособную эффективность добычи угля. Обусловлено такое положение специфическими особенностями функционирования очистных забоев на крутом падении (неустойчивым равновесием оборудования, крепи и людей, вероятностью высыпаний угля и сползаний почвы, опасностью травмирования падающими предметами и т.д.) и сложностью применяемых технологических схем.

Попытки решить проблемы разработки крутых пластов средствами комплексной механизации работ в очистном забое не приносят ощутимых результатов, так как при этом сохраняется ручной труд на концевых участках забоев и сопряжениях с подготовительными выработками. Так, при выемке комбайнами и комплексами по простиранию остаются ниши и уступы с многочисленным набором немеханизированных работ. Применение автоматизированных щитов требует проведения углеспускных и открепления вентиляционных печей, для чего используется ручной труд. К тому же применение комбайнов и комплексов на пластах со сползающими почвами не выгодно из-за необходимости крепления выработанного пространства (костры, закладка). Использование автоматизированных щитов ограничивается небольшой длиной очистного забоя (40-60 м) при существенном увеличении объемов подготовительных работ. То есть механизация не решает основных проблем выемки крутых пластов в рамках существующих технологий и поэтому вряд ли имеет перспективу. Необходимо менять технологию.

Попытки изменить технологию выемки крутых пластов предпринимались в Кузбассе и Донбассе, где в течение полувека в промышленном масштабе внедрялась гидродобыча. К сожалению, достоинства этой технологии – дистанционную отбойку и доставку отбитого угля из забоя без применения транспортных средств – использовать в полной мере не удалось из-за главного недостатка – короткой длины очистных забоев с большими объемами проведения нарезных выработок, неустойчивым проветриванием очистных забоев.

Необходимо также отметить, что ни известные механизированные, ни гидромониторная технология выемки не обеспечивают эффективную и безопасную разработку крутых пластов, опасных по газодинамическим проявлениям и эндогенным пожарам. Защититься от этих (и других) проявлений горного фактора с помощью профилактических мероприятий не удастся, предотвратить их – тем более. Поэтому представляются логичными многочисленные попытки создания безлюдных технологий выемки крутых пластов (пилы, скрепероструговая выемка, взрывной способ с использованием длинных скважин, подвесные и скважинные гидромониторные агрегаты и др.). Но их общим недостатком является подготовка очистных забоев проведением выработок (скважин) по пласту, что не позволяет в полной мере использовать положительные свойства самообрушения углей в заходках и, главное, избежать негативного влияния вентиляции как причины возникновения эндогенных пожаров.

Предлагаемый способ выемки крутых пластов позволяет подготавливать очистные забои без проведения пластовых выработок, осуществлять очистную выемку дистанционно через вскрывающие полевые скважины, располагать рабочие места в защищенной зоне, ликвидировать утечки воздуха через выработанное пространство, включать в разработку законсервированные запасы и др.

На рис. 1 приведена схема полевой подготовки крутых пластов, склонных к самовозгоранию, под отработку этажей камерами по восстанию с использованием агрегатов безлюдной гидравлической выемки из полевых скважин.

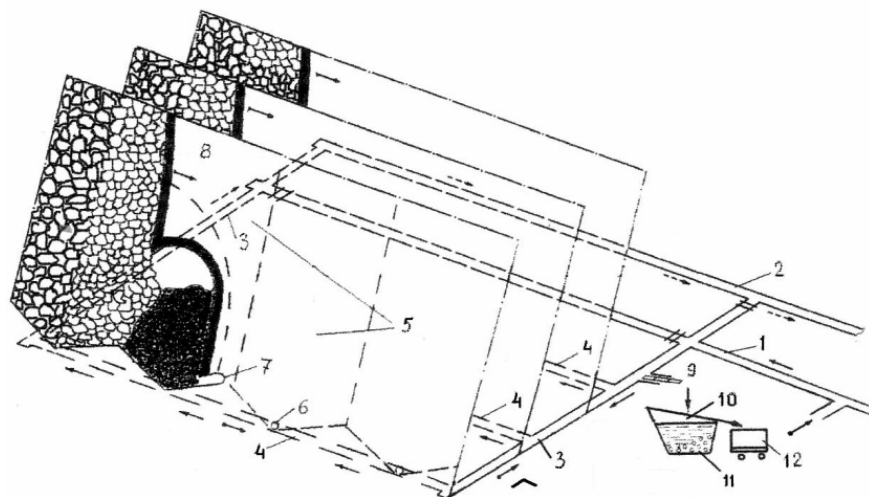


Рис. 1 – Схема подготовки и отработки свиты крутых пластов выемочными блоками из полевых выработок: 1,2 – этажные полевые штреки (откаточный и вентиляционный) 3 – блоковые квершлагги; 4 – полевые аккумулярующие штреки; 5 – выемочные камеры; 6 – вскрывающие скважины; 7 – врубовые полости; 8 – очистные забои; 9 – желоба; 10 – камера первичного обезвоживания угля; 11 – сборник шламовых вод; 12 – погрузка угля в вагон или на конвейер

Подготовка шахтного поля осуществляется проведением на одинаковых отметках этажных полевых штреков (откаточного и вентиляционного) и блоковых квершлаггов. Этажные полевые штреки проводят с уклоном 0,005 и располагают на отметке откаточного горизонта. Вентиляционный горизонт как таковой отсутствует. Блоковые квершлагги соединяют полевыми выемочными (аккумулятивными) штреками, проводимыми по породам почвы каждого рабочего пласта. Для обеспечения самотечного гидротранспорта угольной пульпы из очистных забоев блоковые квершлагги и выемочные полевые штреки проводят с уклоном 0,07 - 0,08 и оснащают ставами желобов. Вспомогательный транспорт по ним осуществляется напочвенными или монорельсовыми дорогами.

Свежая вентиляционная струя поступает по этажному полевому откаточному штреку на передний блоковый квершлагг и далее в полевые выемочные штреки. Исходящая струя возвращается через задний блоковый квершлагг на этажный полевой вентиляционный штрек и уходит к стволу. Направление движения вентиляционных струй не имеет принципиального значения. Оно может иметь и обратное направление.

Вскрытие пластов производится скважинами, пробуренными из полевых аккумулярующих (выемочных) штреков. Расстояние между скважинами принимается кратным ширине выемочных камер. Выемка угля осуществляется обрушением обнаженного нависающего массива при воздействии на него высоконапорной струи гидромониторного агрегата. Обрушенный уголь накапливается у скважины, негабариты дробятся высоконапорными струями и вся масса вымывается через нее в полевой аккумулярующий штрек и поступает самотечным гидротранспортом в камеру первичного обезвоживания. Обезвоженный уголь грузится в вагон или на конвейер и далее транспортируется по этажному откаточному штреку к стволу.

Движение свежих и исходящих вентиляционных струй по выработкам, пройденным на одинаковых или близких отметках, осуществляется за счет горизонтальной депрессии, исключает утечки воздуха через выработанное пространство, устраняя опасность возникновения эндогенных пожаров.

Простая схема очистной гидровыемки намного дешевле по сравнению с использованием металлоемкого, обремененного массой вспомогательных работ (монтажно-демонтажных и др.) оборудования механизированных комплексов. Избавление машиниста выемочного гидроагрегата от непосредственного контакта с угольным забоем делает труд шахтера безопасным. Звено, обслуживающее один гидроагрегат, – три человека, два агрегата на одном выемочном участке – пять человек, три – соответственно, семь человек в смену.

Динамическое воздействие гидромониторной струи на нависающий угольный массив неизбежно будет усиливать как интенсивность, так и частоту обрушений и высыпаний угля, что без дополнительных затрат приведет к увеличению производительности очистной выемки, нагрузки на забой. При этом процессы разрушения угольного массива локализуются в замкнутом пространстве очистного забоя и не распространяются за его пределы. Разумеется, что такое ведение работ требует контроля и управления процессами в очистном забое и соблюдения технологической дисциплины.

Вымытый из нижней части заходки уголь поступает по полевой скважине в аккумулярующий штрек, освобождая полость для обрушения очередной порции нависающего массива. Процесс выемки продолжается до завершения формирования свода обрушения в угольном массиве или появления в скважине признаков обрушения боковых пород.

Обработка выемочных полей может производиться одиночными, спаренными и строенными камерами в зависимости от устойчивости боковых пород. При спаренных и строенных камерах в одновременной работе должно находиться соответствующее число гидромониторных агрегатов. Одиночные камеры целесообразно

применять при неустойчивых боковых породах, где существует опасность их преждевременного обрушения. Для повышения устойчивости выемочных камер в таких условиях между ними оставляются ограждающие целики шириной 1-3 м.

Предлагаемая технология обеспечивает достижение следующих минимальных показателей очистных работ на выемке крутопадающего пласта мощностью 1,0 м при высоте этажа 100 м и давлении воды 15 МПа:

- при неустойчивых боковых породах (одна камера) – нагрузка на участок 500 т/сут., потери угля 17-19%;
- при средней устойчивости боковых пород (две камеры) – нагрузка на участок 1000 т/сут., потери угля 8-10%;
- при устойчивых боковых породах (три камеры) – нагрузка на участок 1500 т/сут., потери угля 6-7%.

УДК 622.673.2

СПОСОБ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОСТОЯННОГО УКОСНОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОПРА ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА МНОГОКАНАТНЫЙ ПОДЪЕМ

Кассихина Е.Г., канд. техн. наук, доцент кафедры СПСиШ, Горный институт, Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово

Mining Institute, Kuzbass State Technical University, 650026 Kemerovo, Russia

Аннотация: Предлагается способ реконструкции существующего укосного металлического копра для перехода на многоканатный подъем путем усиления укосины за счет центральной трубчатой стойки, обеспечивающей изменение расчетной схемы копра. Тем самым снижается часть экстренной нагрузки, приходящейся на станок, что позволит избежать усиления его элементов, а значит и остановки ствола при реконструкции. Техническое решение с использованием разгрузки станка обеспечит возможность снижения трудозатрат, стоимости и сроков в перспективном шахтном строительстве.

Abstract: Provides a method of reconstruction of the existing metallic headgear to go to multiple-lift by strengthening struts through the central tube rack, providing a design scheme change headgear. This reduces the proportion of emergency burden on the machine, thus avoiding amplification of its elements, and thus stop the barrel for the reconstruction. Technical solution with unloading the machine will provide an opportunity to reduce labor costs, the cost and timing in the planning of mine construction.

Ключевые слова: Оснащение вертикальных стволов, сокращение сроков переходных периодов, реконструкция подъема

По данным, предоставленным ЗАО «НИИЦ КузНИУИ» [1], выполняющего экспертизу промышленной безопасности металлических копровых сооружений на действующих угольных предприятиях Кузбасса, более 50% копров требуют выполнения ремонтно-восстановительных работ, а около 30% - дорогостоящей замены. В большинстве случаев речь идет либо реконструкции существующих укосных металлических четырехстоечных копров в связи с износом (рис. 1), либо о замене таких копров на башенные в связи с переходом на многоканатный подъем.

Переход на многоканатный подъем продиктован, прежде всего, необходимостью углубки стволов и, в связи с этим, заменой существующих устаревших одноканатных подъемных машин на более производительные, многоканатные.

При проектировании многоканатных подъемных установок традиционно принимается высотная схема расположения подъемной машины на башенном копре (рис. 2, а).

Однако применение башенного копра означает полную ликвидацию существующего укосного металлического копра, что потребует затрат времени и средств на демонтаж.

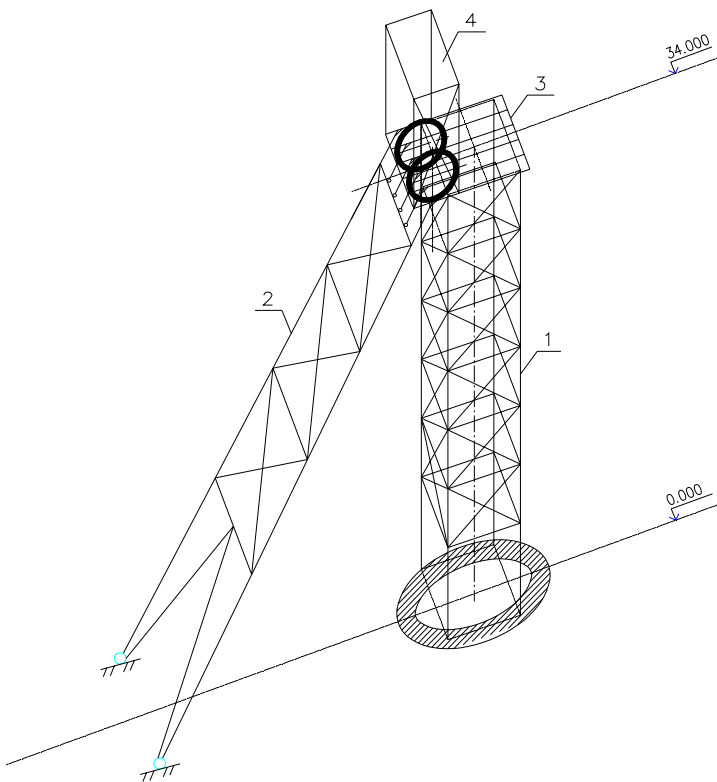


Рис. 1 – Схема металлического одноукосного четырехстоечного копра

Более того, башенные копры наряду со всеми своими бесспорными достоинствами имеют серьезные недостатки: большой собственный вес (вместе с фундаментом 2-6 тыс. т и более), сложность строительства, особенно монтажа подъемных машин и оборудования на высоте.

В связи с этим актуальным является вопрос о возможности сохранения существующих укосных копров и применения их для многоканатного подъема, но с расположением подъемных машин на поверхности земли, (рис. 2,б). Направляющие шкивы одноканатного подъема при этом заменяются направляющими барабанами с желобами по числу подъемных канатов. [2].

Однако переход на многоканатные машины наземного расположения ведет к существенному увеличению расчетной нагрузки [3] в сравнении с принятой до реконструкции (для одноканатного подъема), следовательно, требуется значительное усиление элементов существующего копра.

Практика проектирования показывает, что усиление элементов станка *1* более трудоемко, чем усиление элементов укосины *2*, так как требует остановки ствола и может вообще сделать нецелесообразным саму реконструкцию копра.

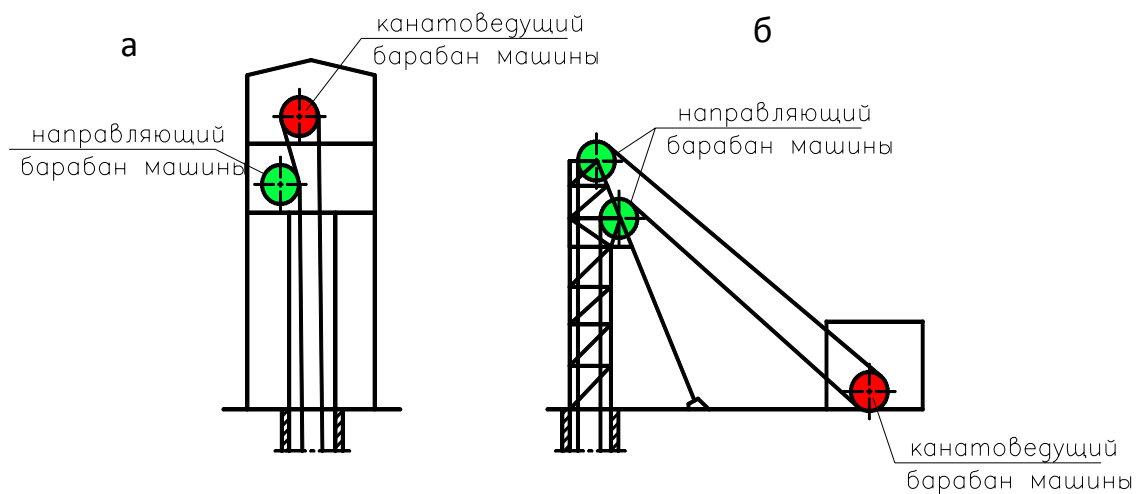


Рис. 2 – Схемы многоканатного подъема
а - башенная; б - наземная

Почти во всех копрах, которые предстоит реконструировать, станки загружены, причем крайне невыгодно, значительной частью экстренной нагрузки. Если учесть, что по данным вышеупомянутого ЗАО «НИИЦ КузНИУИ», элементы станков 4-х стоечных копров в большей степени подвержены коррозии и повреждениям, нежели элементы укосин и подшивных площадок, то поиск путей снижения нагрузки на станок имеет большое практическое значение.

На кафедре СПСиШ разработано предложение по реконструкции одноукосного четырехстоечного копра при помощи центральной трубчатой стойки 5, которая воспринимает усилие от его существующей укосины 2 (рис. 3).

Передача усилия осуществляется через существующие подшивные конструкции 3, часть из которых удлиняется, а часть, мешающая барабану подъемной машины, демонтируется. Таким образом, та часть экстренной нагрузки, которая ранее передавалась с укосины 2 на станок 1, воспринимается новой конструкцией (трубчатой стойкой 5). Для большей разгрузки станка целесообразно изменить шарнирное неподвижное соединение укосины со станком на более податливое.

Наличие нижнего дополнительного направляющего барабана усложняет предложенное проектное решение, т. к. появляется дополнительная подшивная площадка 6, однако ее наличие повышает жесткость сооружения, уменьшает его деформативность.

Неизбежное увеличение расчетной нагрузки при переходе на многоканатный подъем, может повлечь за собой необходимость установки дополнительной кольцевой распорки 7, которая пригодится для сооружения проходческой площадки при углубке ствола, а устройство для замены шкивов 4 может быть заменено на новое, более мощное 8 и, таким образом, усилит укосину.

Свободное пространство внутри центральной трубчатой стойки можно использовать для устройства подъемника, что улучшает безопасность эксплуатации рассматриваемого копра.

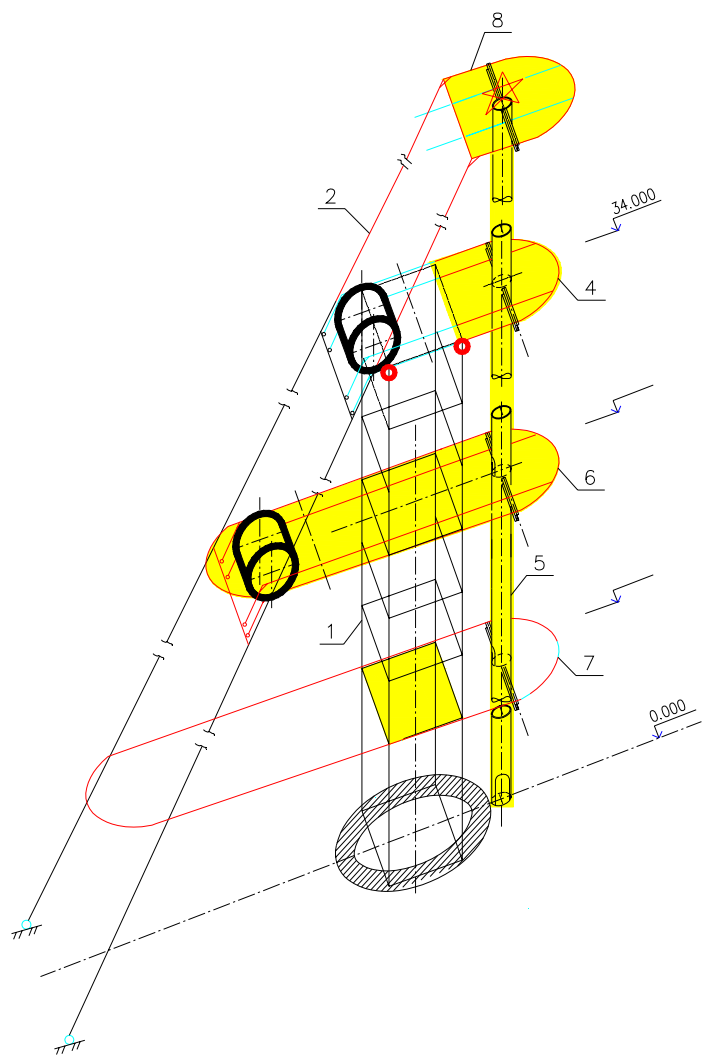


Рис. 3 – Проектное решение по реконструкции одноукосного четырехстоечного копра

Заключение:

Представленное техническое решение позволяет перейти на многоканатный подъем, сохранив существующие копры, а также разгрузить изношенные станки копров одноканатного подъема, обеспечив возможность снижения трудозатрат и сроков при реконструкции шахтного подъема.

Литература

1. Лобков С. В. Дефекты и повреждения шахтных копров станкового типа по истечении нормативного срока эксплуатации /С. В. Лобков, А. С. Запольский // Безопасность труда в промышленности, 2012. – №4. – С. 14–15
2. Розенблит Г. Л. О целесообразности применения башенных копров для многоканатного подъема /Г. Л. Розенблит // Шахтное строительство, 1959. -№8. – С. 6-8
3. Ткач А. А. Прогрессивные методы реконструкции укосных копров / А. А. Ткач // Повышение технического уровня проектов, строительного производства и эффективности научных разработок. Материалы научно-практической конференции, Москва, 1990. – 140 с.

УДК 622.281.74.001.2

РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ТРУБЧАТОГО АНКЕРА ФРИКЦИОННОГО ТИПА

М.Д. Войтов, профессор, Т.Е. Трипус, аспирант кафедры строительства подземных сооружений и шахт КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева

Анализ современного отечественного и зарубежного опыта крепления горных выработок с увеличением глубины разработки месторождений свидетельствует о том, что при выборе конструкций крепи предпочтение следует отдавать крепям, которые надежно взаимодействуют с приконтурным массивом.

Наиболее реальными ресурсосберегающими технологиями сооружения горных выработок следует считать применение анкерной, набрызгбетонной и комбинированной крепей.

Существует множество различных конструкций трубчатых анкеров. Примером могут служить: ТФА (трубчатый фрикционный анкер) компании «Минова» и самозакрепляющаяся анкерная крепь ООО «УралЭнергоРесурс», которая разработана на основе конструкции анкера фирмы «Атлас Копко».

На основе анализа патентных исследований разработанных трубчатых анкеров, учитывая все достоинства и недостатки рассмотренных конструкций, разработана новая конструкция трубчатого анкера фрикционного типа (получено положительное решение о выдаче патента на полезную модель).

Техническим результатом использования трубчатого анкера фрикционного типа является повышение несущей способности и надежности анкера.

Трубчатый анкер фрикционного типа (рис. 1) состоит из наружного трубчатого тонкостенного трубчатого стержня 1 с продольной щелью 2 по всей длине, с кольцевым упором 3 для опорной плиты 4, неизвлекаемый распорный стержень, выполненный в виде сплошного стержня 5 (не показан на рис.), полый стержень 6 (не показан на рис.), полый стержень 7 с сомкнутой щелью 8 размещен внутри наружного трубчатого тонкостенного стержня 1 внутри шпура 9.

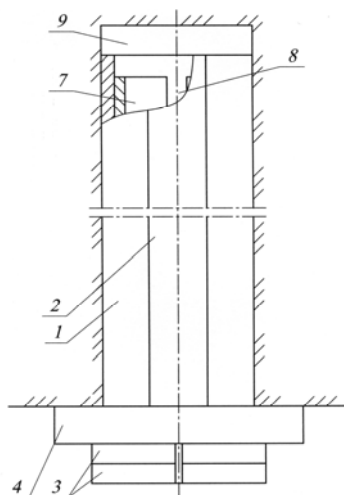


Рисунок 1 – Конструкция трубчатого анкера фрикционного типа

Наружный трубчатый тонкостенный стержень, диаметр которого несколько больше диаметра шпура с небольшим усилием вдавливается в шпур без разрушения его стенок до поджатия кольцевым упором опорной плиты к поверхности выработки. Продольная щель трубчатого стержня незначительно смыкается. Действующие при этом распорные усилия достаточны для удержания в шпуре анкера и элементов крепления выработки.

Затем внутрь трубчатого стержня вбивается неизвлекаемый распорный стержень, диаметр которого больше внутреннего диаметра трубчатого стержня.

После установки анкера создается плотный контакт трубчатого стержня со стенками шпура по всей длине анкера, что является гарантией повышения несущей способности и надежности работы анкера.

При нормальной работе анкера, усилия растяжения передаются не только на стенки трубчатого стержня, но и на неизвлекаемый распорный стержень анкера за счет сил трения, которые постоянно повышаются со временем в силу окисления металлических контактных поверхностей.

При использовании в качестве неизвлекаемого распорного стержня наружного трубчатого стержня значительно упрощается конструкция анкера, снижается его металлоемкость и цена.

Несущая способность трубчатого анкера определяется свойствами материала трубы, ее геометрическими параметрами и физико-механическими свойствами закрепляемой среды [1].

Разработан расчет анкера на несущую способность [2].

Расчитана несущая способность анкера для условий шахты «Шерегешская» ОАО «Евразруда».

Внешняя труба

Диаметр трубы $d=45$ мм, толщина стенки трубы $t=1,2$ мм, длина анкера $l=1,95$ м, величина зазора $\Delta=9$ мм, $E=210 \cdot 10^9$ Н/м².

Несущая способность $F=10-13,4$ т (в зависимости от коэффициента крепости пород)

Внутренняя труба

Диаметр трубы $d=40$ мм, толщина стенки трубы $t=1,5$ мм, длина анкера $l=1,95$ м, величина зазора $\Delta=5$ мм, $E=210 \cdot 10^9$ Н/м².

Несущая способность $F = 5,8$ т.

Определены некоторые зависимости несущей способности от изменяющихся параметров анкера (табл. 1-3, рис. 2-4).

Таблица 1 - Зависимость несущей способности от длины внешней трубы Анкера

Длина, м	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	1,95	2	2,2	2,4
Усилие, т	7,56	8,82	10,08	11,34	11,97	12,29	12,6	13,86	15,12

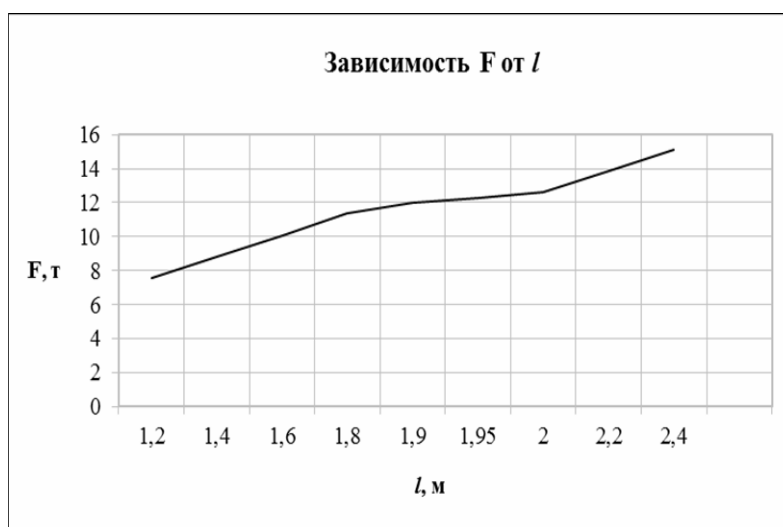


Рисунок 2 – Зависимость несущей способности от длины внешней трубы анкера

С увеличением длины анкера на 0,2 м несущая способность увеличивается на 1,3 т.

Таблица 2 - Зависимость несущей способности от длины внутренней трубы анкера

Длина, м	1,2	1,4	1,6	1,8	1,95	2	2,2	2,4	2,6
Усилие, т	3,57	4,16	4,76	5,35	5,8	5,95	6,54	7,14	7,73

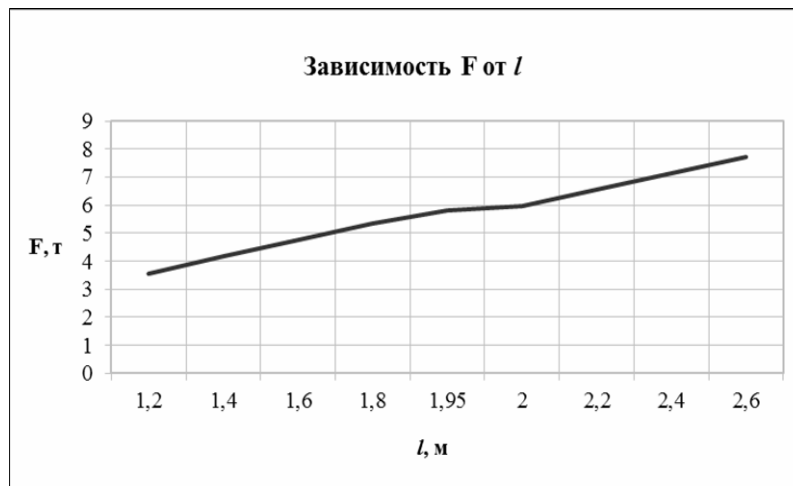


Рисунок 3 – Зависимость несущей способности от длины внутренней трубы анкера

С увеличением длины анкера на 0,2 м несущая способность увеличивается на 0,6 т.

Таблица 3 - Зависимость несущей способности от коэффициента крепости пород внешней трубы анкера

значение коэффициента крепости пород	0,36	0,44	0,46	0,48
усилие, т	10,52	12,29	12,84	13,4

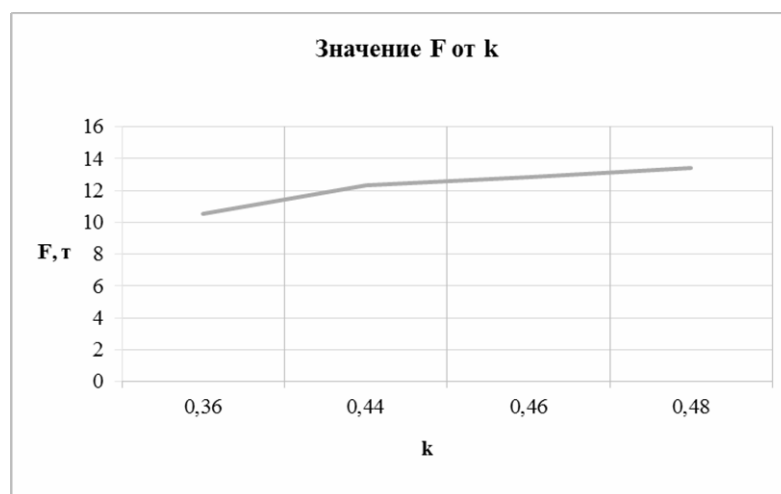


Рисунок 4 – Зависимость несущей способности от коэффициента крепости пород внешней трубы анкера

С увеличением значения коэффициента крепости пород на 0,2 несущая способность увеличивается в среднем на 0,6 т.

В настоящее время планируется изготовить небольшую партию анкеров и провести их промышленные испытания.

Список литературы:

- 1 Еременко, А.А. Проведение и крепление горных выработок в удароопасных зонах железорудных месторождений / А.А. Еременко, А.И. Федоренко, А.И. Копытов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 236 с.
- 2 Вестник Кузбасского государственного технического университета №4 (92), 2012. – 188 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА И ДОСТОВЕРНОЕ ВЫЯВЛЕНИЕ НАРУШЕННОСТИ ПЛАСТОВ УГЛЯ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ПРИ ОТРАБОТКЕ ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ.

Ермаков А.Ю., исполнительный директор, канд. техн. наук; горн. инж. Зименс П.А., Самохин А.В., ООО «Сибниуглеобогащение», г.Прокопьевск

На сегодняшний день задача обеспечения безопасности при отработке месторождений полезных ископаемых подземным способом, а так же для повышения рентабельности и уровня технологичности при ведении очистных и подготовительных работ при отработке угольных пластов за счет совершенствования технологии крепления горных выработок, а также способов и средств возведения крепи остается актуальной.

Успешное применение сталеполлимерной анкерной крепи на угольных шахтах России, помимо оснащения необходимым высокотехнологичным проходческим и бурильным оборудованием, анкерами и средствами закрепления и ограждения, потребовало создания абсолютно новых методов и технологий для контроля состояния выработок с момента начала их проведения до момента их погашения. Уровень современной техники позволил заглянуть вглубь массива посредством использования оптических приборов.

С увеличением темпов проведения выработок возникла необходимость в контроле за правильностью выбора параметров анкерной крепи и способах контроля соответствия параметров предусмотренной к установке анкеров необходимым параметрам анкерной крепи.

В качестве средств визуально-инструментального контроля состояния анкерной крепи для определения несущей способности установленных анкеров существуют приборы ПКА-1, ПКА-3, ВШГ, контроль качества затяжки гаек анкерной крепи осуществляется при помощи динамометрического ключа КДМ 6, но для проектирования параметров существующей контролируемой анкерной крепи кровли выработок шахт используются только горно-геологические характеристики углепородного массива и данные о залегании пластов, полученные при помощи скважин, отбуренных с поверхности по сетке 100x100 м и более, а фактические горно-геологические условия проведения выработок не всегда соответствуют исходным данным, полученным в результате бурения разведочных скважин с поверхности. Необходимость в дополнительном изучении структуры и состава углевмещающих пород путем оптического изучения шпуров (скважин), отбуренных в кровле горных выработок существует и является актуальной.

На сегодняшний день существует возможность получить визуальную информацию о структуре, трещиноватости пород, позволяющий проводить обследование стенок шпуров (скважин), отбуренных в кровлю горных выработок, и тем самым проводить анализ структуры углепородного массива в окрестностях горных выработок в различных шахтных условиях с использованием видеоэндоскопа.

Видеоэндоскоп представляет собой систему устройств, включающую портативную видеокамеру, диаметром до 26-38 мм, которая при помощи гибкого кабеля вводится в шпур (скважину) и позволяет получать видеоизображение внутренних стенок шпура, выводимое на видеомонитор, находящийся в переносном контейнере, размещаемый вблизи шпура. Фактическая максимальная глубина обследованных шпуров составляет 20 м; даже на таком удалении от выработки видеоэндоскоп позволяет получить четкое изображение стенок шпура, при этом угол обзора составляет 180 градусов.

Видеоэндоскоп создает оптический образ стенок скважины, что обеспечивает получение объективной информации, которую можно в дальнейшем использовать для анализа. Полученная информация хранится в цифровом формате, позволяющем получить покадровую съемку шпура. В зависимости от расположения скважин в поперечном и продольном сечении выработки возможно составить трехмерную модель геологической структуры пород в окрестности горной выработки с нанесением плоскостей выявленной трещиноватости углепородного массива. Что в свою очередь можно использовать для прогноза геологической структуры, слоистости, трещиноватости и кливажа, обводненности, распространения геологических нарушений.

Преимущества применения видеоэндоскопа при ведении мониторинга за состоянием горных выработок:

определение размещения неоднородностей и плоскостей ослабления для вычисления возможных зон обрушения;

оптимальное размещения анкеров в кровле в соответствии с определенным геологическим строением пород и угля;

мониторинг состояния приконтурного массива в процессе проходки и эксплуатации выработок, благодаря чему возможна оптимальная коррекция схемы размещения анкеров в кровле в соответствии с появившимися изменениями;

определение величины раскрытия трещин; контроль состояния кровли выработки и мониторинг расслоения пород кровли для определения зоны возможных расслоений и анализа динамического их развития;

документирование временных изменений в окрестности подготовительных выработок при сравнении с результатами повторных исследований;

хранение цифровых данных в базе данных, что позволяет их использовать снова в любое время для осуществления анализа и получения реальных результатов динамического развития зон ослабления в окрестности горных выработок;

объективная геологическая информация с места обследования для принятия верных технологических и технических решений.

Такого рода информация необходима при расчете параметров анкерной крепи и подготовке рекомендаций по ее применению как на этапе проектирования выработок так и в процессе их поддержания и при выборе средств и способов усиления. От полученных в процессе исследования достоверных результатов, зависит выбор длины анкеров в кровле, плотность установки крепи, необходимость использования дополнительной усиливающей анкерной крепи, определение средств закрепления анкеров и др., что в значительной степени оказывает влияние на обеспечение безремонтного и безопасного поддержания горных выработок. Ведение работ по контролю за состоянием крепи позволяет повысить качество возводимой крепи и повысить безопасность ведения работ.

Проведенные неоднократные исследования позволили обеспечить безопасное проведение и поддержание выработок и определить безопасные параметры анкерной крепи на некоторых шахтах Кузбасса.

По результатам визуальных исследований формируется база данных, которая позволит в перспективе (на этапе проектирования) принимать грамотное инженерно-техническое решение.

ОБЪЕДИНЕННЫЕ СЕКЦИИ: «ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ», «ПРОБЛЕМЫ УГОЛЬНОГО МЕТАНА»

УДК 622.807.614.894.3

КРИСТАЛЛОГИДРАТЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ КАК ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ В ЦАХТОВЫХ САМОСПАСАТЕЛЯХ

С. Н. Вершинин, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово

Разработаны новые материалы для создания комфортных условий дыхания при использовании шахтовых самоспасателей на химически связанном кислороде. Использование кристаллогидратов неорганических солей снижает температуру вдыхаемой газовой смеси и повышает ее влажность.

New materials are applied for cooling breath gas in mining self-rescuers, contained chemical fixed oxygen. Crystalline hydrates of inorganic salts reduced breath gas temperature and increased its humidity.

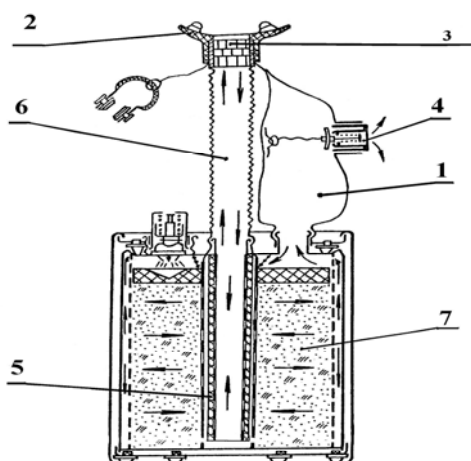
При авариях шахтеры для выхода на поверхность вынуждены пользоваться самоспасателями. В настоящее время практически во всех самоспасателях используется химически связанный кислород. При прохождении через патрон с супероксидом калия дыхательная смесь обогащается кислородом и очищается от диоксида углерода. В основе выделения кислорода в процессе дыхания лежат две реакции – с диоксидом углерода и парами воды.



При взаимодействии углекислого газа с KO_2 выделяется 194 кДж на один моль CO_2 . При взаимодействии одного моля воды с KO_2 также выделяется тепло в количестве 41,4 кДж. Вследствие выделения тепла температура дыхательной смеси непосредственно в патроне превышает сто градусов Цельсия. Она частично охлаждается при прохождении через дыхательную систему, но ее температура непосредственно перед лёгкими человека достаточно высока. В действующих конструкциях для охлаждения дыхательной смеси используют охлаждающие устройства из металлических сеток, лент или нитей [1]. Использование таких теплообменников даёт возможность понизить температуру вдыхаемой смеси до 55-60 °С, что явно недостаточно для нормального дыхания. Кроме высокой температуры дыхательная смесь имеет практически нулевую относительную влажность, что делает дыхание ещё менее комфортным.

В самоспасателях маятникового типа дыхательная смесь поступает к человеку и уходит от него по одной линии. Схема самоспасателя ШСС-Т приведена на рисунке 1.

Рисунок 1. принципиальная схема самоспасателя ШСС-Т.



Дыхательный мешок условно повернут на 90°

- 1 – дыхательный мешок; 2 – загубник; 3 – теплообменник;
4 – клапан избыточного давления; 5 – фильтр;
6 – гофрированная трубка; 7 – регенеративный продукт;

С момента выпуска самоспасателей такого типа разрабатываются различные охлаждающие устройства. Авторы [2, 3] предложили использовать теплоотдачу через стенки футляра самоспасателя, в работе [4] используется эффект излучения тепла. Всё же проблема улучшения комфортности дыхания остается нерешенной.

Основным недостатком металлических теплообменников является их низкая эффективность. Ограничения, накладываемые на размеры и массу самоспасателей сказываются и на размерах теплообменников. В стандартно оснащённом самоспасателе ШСС-Т имеется теплообменник в виде ленты из алюминиевого сплава, помещенный в угловой патрубков. Масса теплообменника 6,1-6,2 г. Горячая дыхательная смесь, поступающая из регенеративного патрона нагревает ленту, при этом сама охлаждается и поступает в легкие. При выдохе лента охлаждается за счет относительно низкой температуры выдыхаемой дыхательной смеси (37 °С). Эффективность работы такой системы зависит от теплоемкости ленты. По ГОСТ Р 12.4.220-2001 испытания проводятся при вентиляции 35 л/мин с частотой 20 циклов вдох – выдох в минуту. За один вдох в легкие поступает 1,75 л дыхательной смеси. Можно считать, что в легкие поступает чистый кислород. Его теплоемкость равна 29,4 Дж/моль*К. Для расчетов также принимается, что стандартный вкладыш сделан из алюминия. Теплоемкость алюминия равна 24,3 Дж/моль*К, что соответствует 0,90 Дж/г*°С. При полном обмене теплом с дыхательной смесью вкладыш массой 6,2 г охлаждает ее теоретически на 20,5 °С. В реальном эксперименте на «искусственных лёгких» в ОАО «Росхимзащита» температура дыхательной смеси уменьшилась на 18 °С.

Улучшение работы такого теплообменника возможно только при увеличении удельной теплоемкости вкладыша или увеличении его массы. Увеличение массы приводит к увеличению объема патрубка с теплообменником, следовательно, и к возможному изменению конструкции всего самоспасателя. Увеличение физической теплоемкости практически невозможно, т.к. разработчики выбрали пожалуй лучший вариант для материала вкладышей. Возникает вопрос о разработке других охлаждающих элементов для снижения температуры дыхательной смеси. Для выбора охлаждающего устройства необходимо уточнить его характеристики.

Выдыхаемая газовая смесь имеет температуру 37 °С. Она имеет 100% относительную влажность и содержит 4 об.% CO₂, т.е. 0,0692 г/л или 1,57 ммоль/л. При 37 °С парциальное давление водяного пара равно 47,12 мм .рт. ст., что соответствует концентрации 0,0453 г/л или 2,51667 ммоль/л. Термохимический расчет показывает, что при взаимодействии всех компонентов с KO₂ выделяется 408,77 Дж тепловой энергии на 1 литр выдыхаемой газовой смеси. Это тепло необходимо отвести от человека. Часть тепловой энергии рассеивается в окружающую среду за счет существующих в респираторе теплообменных устройств, но все равно температура дыхательной смеси перед теплообменником достигает 75 -80°С.

Очень эффективным способом снижения температуры является испарительное охлаждение дыхательной смеси. Количество воды, требующееся для охлаждения газа, поддается достаточно простому расчету. Для расчета приняты следующие исходные данные:

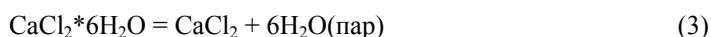
- объем легочной вентиляции дыхательной газовой смеси (ДГС) равен 35 л/мин (2100 л/час), что соответствует выполнению работы средней тяжести;
- охлаждение вдыхаемого газа происходит за счет испарения воды, находящейся в адсорбенте.
- вдыхаемым газом является кислород;
- начальная относительная влажность вдыхаемого кислорода равна 0%;
- теплоемкость кислорода равна 29,33 Дж/моль*К = 1,31 Дж/л*К (при н.у.);
- теплота испарения воды равна 44,63 кДж/моль [41]

Результаты расчета показывают, что для охлаждения дыхательной смеси на 25 °С достаточно испарения 28 г воды в час. При полном насыщении дыхательной смеси водяным паром её можно охладить более чем на 45 °С. Охлаждение дыхательной смеси с одновременным повышением влажности вдыхаемого воздуха делает дыхание значительно более комфортным

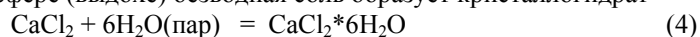
Испарительное охлаждение более эффективно, чем существующее в настоящее время, но его использование связано с рядом проблем. Самая главная – изоляция насыщенного водой сорбента от патрона с супероксидом калия. В течение длительного времени хранения и постоянной переноски самоспасателя очень трудно добиться гарантированного отсутствия диффузии водяного пара и его взаимодействия с супероксидом калия по реакции (2). Согласно этой реакции 1 грамм воды может дезактивировать 7,9 граммов KO₂. Кроме того, возникает необходимость в дополнительном устройстве мгновенно разрушающем разграничивающее устройство при использовании самоспасателя.

Для решения возникшей задачи были проведены исследования теплообменника, использующего теплоту адсорбции и последующей десорбции водяного пара, содержащегося в выдыхаемом газе.

Выдыхаемая дыхательная смесь имеет относительную влажность близкую к 100%. При выдохе водяной пар может адсорбироваться на сухом сорбенте. Частично осушенная дыхательная смесь проходит как обычно через патрон, где поглощается диоксид углерода и оставшиеся водяные пары. При вдохе сухая дыхательная смесь проходит через сорбент, где охлаждается и частично увлажняется за счет десорбции воды, затем поступает в легкие человека. В качестве сорбента выбраны кристаллогидраты неорганических солей. При нахождении в атмосфере с пониженной влажностью (вдохе) кристаллогидраты разлагаются с испарением воды по реакции, например:



Во влажной атмосфере (выдохе) безводная соль образует кристаллогидрат



Энергия разложения кристаллогидратов в пересчете на единицу массы воды значительно выше, чем теплота испарения воды. Например, у $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ она равна 58,6 кДж/моль воды, у $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ – 59,8 кДж/моль. Для воды теплота испарения равна 40,65 кДж/моль. Для теплоты разложения 59 кДж/моль (средней для рассмотренных реагентов) расчетное понижение температуры дыхательной смеси за счет разложения кристаллогидрата по реакции (4) будет равно 38 °С, что значительно выше, чем у стандартного металлического теплообменника.

Лабораторные исследования, проведенные в ОАО «Росхимзащита», показали, что реальное снижение температуры дыхательной смеси достигает 7 °С.

Выводы

Предложен новый тип охлаждающих элементов для самоспасателей, работающих на химически связанном кислороде. Исследованные элементы используют эффект периодического разложения и образования кристаллогидратов неорганических солей в процессе дыхания.

Список литературы

1. АС СССР № 234870. Изолирующий самоспасатель Кл. 61ф, 29/02
2. АС СССР № 368886 Изолирующий самоспасатель Кл. А 62b 7/02
3. Патент Великобритании № 1559743 Portable respiratory apparatus Кл. Ф62В7/00.
10. Aboul Enein S., Ramadan M. R. I. Storage of low temperature heat in salt-hydrate melts for heating applications. //Sol. and Wind Technol. - 1988.- 5, No 4. - С 441- 444.

УДК622.831.32

УСТАНОВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ УДАРООПАСНОСТИ МАССИВА ДЛЯ ТАШТАГОЛЬСКОГО РУДНИКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОДЗЕМНОГО ЭЛЕКТРОПРОФИЛИРОВАНИЯ»

*К.Л.Дудко, ассистент кафедры теоретической и геотехнической механики,
Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева*

Железорудные месторождения Горной Шории и Хакасии разрабатываются на больших глубинах в условиях действия высоких тектонических напряжений и нарушенности массива горных пород. Руды и породы прочные, хрупко разрушаются под нагрузкой, способны накапливать значительную упругую энергию деформаций; около 90 % пород удароопасны. Развитие горных работ связано с ростом объемов проведения капитальных, подготовительных и очистных выработок, которые расположены как в шахтном поле, так и в лежащем боку месторождения, имеют большой удельный вес и их длина на руднике изменяется от сотен до тысяч метров [1].

Динамические проявления горного давления в форме стрельаний горных пород на Таштагольском месторождении отмечены с глубины 300 м, а на глубине 600 м и более имеют место проявления горных и горно-тектонических ударов большой разрушительной силы. С 1959 года и по 2011 год на месторождении зарегистрировано 18000 динамических явлений в виде толчков, в том числе 20 горных ударов из них 7 горно-тектонического типа, 65 микроударов.

Контроль степени удароопасности на руднике в выработках, пройденных вне зоны влияния очистных работ (руддворы, квершлагаи, полевые штреки), проводится на основе электропрофилеирования [2].

В последнее время точность этого прогноза на руднике оставляла желать лучшего. Одной из причин этого является то, что критерии удароопасности электросопротивления определялись в конце 80-х годов и естественно, были получены без учета многих обстоятельств, связанных с последующим изменением горно-геологической и горнотехнической обстановки.

В настоящее время всеобщее мировое признание получила кинетическая концепция прочности материалов академика С.Н. Журкова [3]. Преимущество данной теории состоит в том, что в ней связаны между собой время до полного разрушения материала, его температура, действующая нагрузка (напряжения) и кинетические параметры разрушения – активационный объем и энергия активации разрушения. Благодаря этому подходу к прогнозу разрушения мы можем непосредственно прогнозировать время до разрушения, т.е. дату сейсмического события определенной энергии.

Этот подход может оказаться весьма плодотворным и при использовании электрометрического метода прогноза горных ударов на шахтах и рудниках, т.к. позволяет предсказать вероятность горного удара на каждой стадии процесса подготовки горного удара.

Суть кинетического подхода к прогнозу горных ударов состоит в следующем.

Процесс подготовки горных ударов и землетрясений протекает подобным образом на разных масштабных уровнях разрушения. Накопление трещин i -го ранга подготавливает новое – более редкое событие $i+1$ ранга, причем более крупное событие, согласно экспериментальным данным, по выделяющейся сейсмической энергии отличается примерно на четыре порядка от энергии события предыдущего ранга. Если считать, согласно С.Н. Журкову, что первый уровень разрушения соответствует трещинам размерами примерно 10^{-7} м (размер

взрывообразно распадающихся дилатонов), то иерархию структур в массиве горных пород можно представить так, как это показано в табл. 1.

Из данной таблицы видно, что для прогноза горного удара с энергией 10^5 Дж необходимо наблюдать за накоплением событий с энергией примерно 10 Дж.

Таблица 1

Иерархия структур в массиве горных пород

Сейсмическая энергия, выделяющаяся при образовании трещин, W (Дж)	Размер образующейся трещины или разрыва, d (м)
10^{-3}	0,04
10	0,86
10^5	18,5
10^9	398,0

Непосредственный переход разрушения на следующий масштабный уровень разрушения (т.е. собственно горный удар) лимитируется так называемый концентрационным критерием разрушения:

$$C^* - 1/3 / d = 2.72, \quad (1)$$

где C^* - предельная концентрация трещин i – го уровня разрушения; d – линейный размер трещин i – го ранга.

Этот критерий разрушения был проверен на разных иерархических уровнях, начиная с микротрещин и заканчивая крупными землетрясениями. Ему может быть придан другой вид:

$$h^* = 2.72 d, \quad (2)$$

где h^* - критическое расстояние между трещинами, d – линейный размер трещин.

Связь энергии горного удара W (в джоулях) с размерами образующегося разрыва d (в метрах) может быть определен из эмпирической формулы К. Касахары:

$$d = 0.39 W^{1/3}. \quad (3)$$

Для удобства выбора базы электрометрических измерений далее в табл. 2 приведены энергия горного удара и соответствующий размер образующегося очага разрушения.

Таблица 2

Размер очага горного удара, d (м)	Выделяющаяся сейсмическая энергия, W (Дж)
18,4	10^5
39,8	10^6
85,3	10^7
183,6	10^8
397,8	10^9

Удельное электрическое сопротивление горной породы с дискообразными трещинами может быть вычислено по формуле:

$$\rho = 2 \rho_2 (3 + \alpha \times 10^4) / (6 + \alpha \times 10^4), \quad (4)$$

где $\alpha = \delta / h$; δ – раскрытие трещин; h – расстояние между трещинами.

Как показывают статистические исследования размеров трещин и их раскрытия, это отношение не является произвольным, а имеет среднестатистическое значение $3,6 \times 10^{-4}$, поэтому критическое значение h^* , которое равно $2,72 d$ позволяет найти критическое число α^* непосредственно перед горным ударом, оно равно $1,32 \times 10^{-4}$.

Таким образом, предельное (критическое) значение удельного электросопротивления участка массива, где готовится горный удар независимо от энергии будущего горного удара, примерно равно:

$$\rho^* = 1,18 \rho_2, \quad (5)$$

где ρ_2 – удельное электросопротивление исходного ненарушенного массива.

Следовательно, вероятность горного удара на каждом этапе подготовки удара может быть определена следующим образом:

$$P = [(\rho / \rho_{исх}) - 1] \times 100 / 18, \quad (6)$$

где ρ – удельное электросопротивление участка массива на промежуточном этапе подготовки горного удара; $\rho_{исх}$ – исходное удельное электросопротивление участка массива в ненарушенном состоянии.

При приближении вероятности P к единице горный удар прогнозируемой силы произойдет в очень короткий промежуток времени (в пределах нескольких минут).

Обобщая вышесказанное, можно утверждать, что электрометрический прогноз горного удара заданной сейсмической энергии состоит в выборе базы четырехэлектродной измерительной установки AB таким образом, чтобы она превышала размер зоны будущего разрушения в соответствии с таблицей 2. Например, для прогноза горного удара с энергией 10^5 Дж база AB электрометрической установки должна превышать 36 метров. Установленные при первичных измерениях электроды должны при последующих измерениях устанавливаться в тех же точках, что и при первичных измерениях. В дальнейшем необходимо вести мониторинг процесса накопления трещин на этом участке и оценка вероятности горного удара данной силы.

Список литературы:

1. Еременко А. А. Проведение и крепление горных выработок в удароопасных зонах железорудных месторождений. / А. А. Еременко, А. И. Федоренко, А. И. Копытов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 236 с.
2. Указания по безопасному ведению горных работ на месторождениях Горной Шории, склонных и опасных по горным ударам // Изд - во ВостНИГРИ. – Новокузнецк: 2001. – 55 с.
3. Журков С. Н. Дилатонный механизм прочности твердых тел // ФТТ. – 1983. – Т. 25. – Вып. 10. – С. 3119 – 3123.

Аннотация

В докладе, представлены предложения по новому подходу получения критериев удароопасности массива по электросопротивлению для рудников на основе кинетической теории прочности С.Н. Журкова.

Abstract

The report presents a proposal for a new approach obtain criteria for the hazard level of the array on electrical resistivity for mines on the basis of the kinetic theory of strength S.N. Zhurkova.

УДК 622.822.2: 550.37

МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ОЧАГА САМОНАГРЕВАНИЯ УГЛЯ НА РАЗРЕЗАХ

Иванов В.В., профессор, д.т.н., Россия; Трушников Н.В., ст. преп., Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

В 2015 – 2020 годах в Кузбассе планируется ввести в эксплуатацию угледобывающих предприятий общей производственной мощностью 100 млн. тонн угля в год, из них открытым способом будет добываться 38 млн. тонн, т.е. больше трети объемов добываемого угля.

Несмотря на применяемые в настоящее время меры борьбы с эндогенными пожарами на бортах разрезов и в угольных скоплениях, количество пожаров на разрезах не уменьшается, а в случае роста открытой добычи, по – видимому, будет увеличиваться. Это связано прежде всего с тем, что на разрезах не применяются сравнительно недорогие и эффективные методы прогноза самонагревания угля на ранних стадиях.

В начале восьмидесятых годов прошлого столетия в Кузбасском государственном техническом университете был разработан и апробирован на разрезах Кузбасса новый метод обнаружения очагов самонагревания углей, основанный на измерениях потенциала естественного электрического поля, создаваемого очагом, причем повышенные значения потенциала наблюдаются над очагом уже на ранних стадиях процесса. Уровень возникающего потенциала здесь существенно выше фонового значения и позволяет при измерениях на поверхности уступов и угольных скоплений надежно выделять зону очага самонагревания угля. Теоретическое обоснование этого явления и количественные оценки возникающего при этом потенциала даны в работах [1,2,3].

В работах [4,6] приводится современный метод измерений и обработки результатов, основанный на решении обратных задач электроразведки, аналогичных задачам, решаемым с помощью современной томографии. Суть этого метода состоит в том, что на основе обработки результатов измерений потенциала над очагом самонагрева, методом регуляризации акад. А.Н. Тихонова удается восстановить форму и размеры очага, установить глубину его гипоцентра и оценить среднюю величину температуры угля в этом гипоцентре. На основе таких измерений можно рассчитать количество антипирогена, необходимого для остановки процесса самонагрева, а затем через некоторое время на основе повторных измерений – оценить эффективность профилактических мер борьбы с самовозгоранием угля.

На рисунках 1 – 5 приведен пример решения данных задач, на основе обработки результатов измерений, проведенных в свое время к.т.н., доц. Кролем Г.В. на пласте Мощном Прокопьевско – Киселевского района.

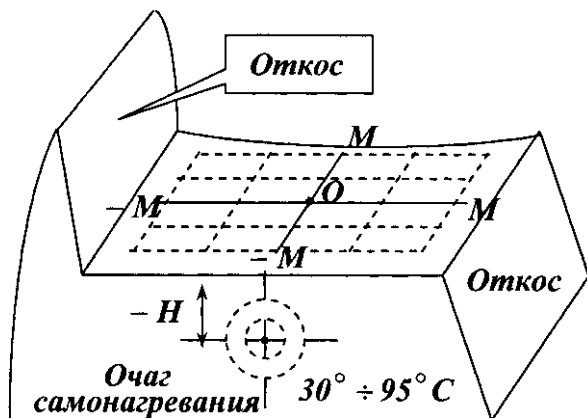


Рис. 1 Схема разметки уступа для детальных электрических измерений: Н – глубина очага самонагрева; М – точки, где измеряется потенциал.

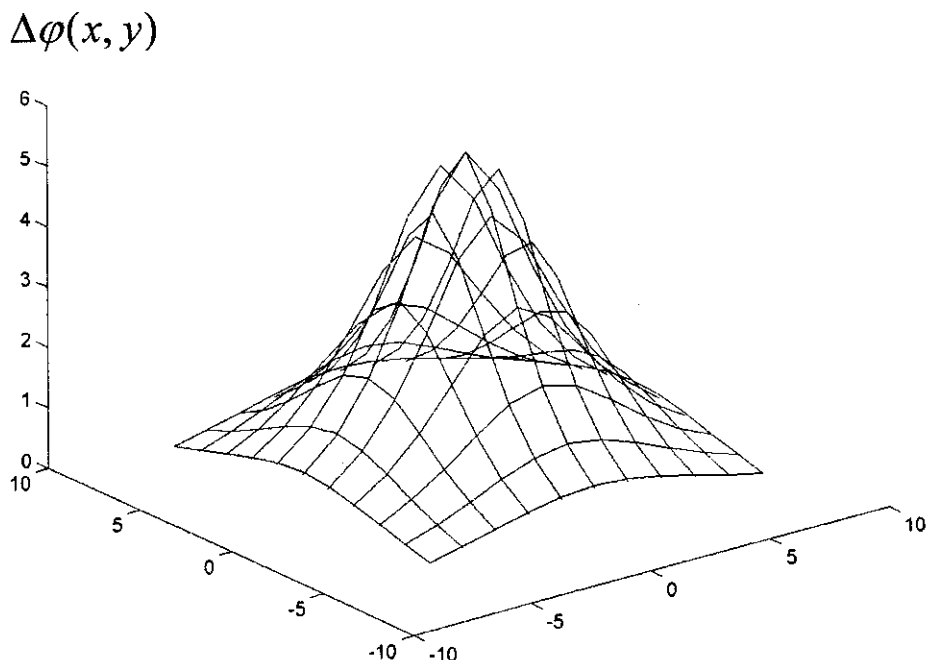


Рис.2 Распределение потенциала на поверхности уступа при измерениях по точкам прямоугольной сетки

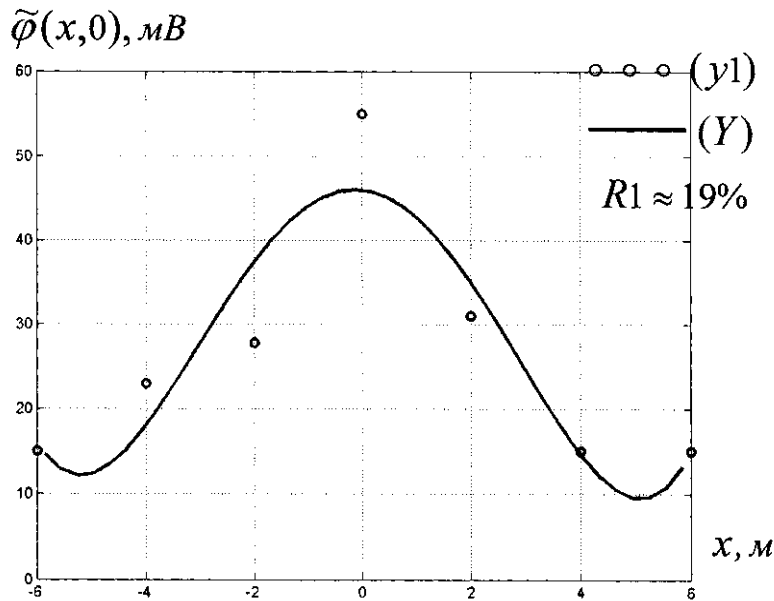


Рис. 3 Результаты измерений по линии профиля на пласте Мощном (по данным Г.В. Кроля) и результаты аппроксимации кривой потенциала полиномом

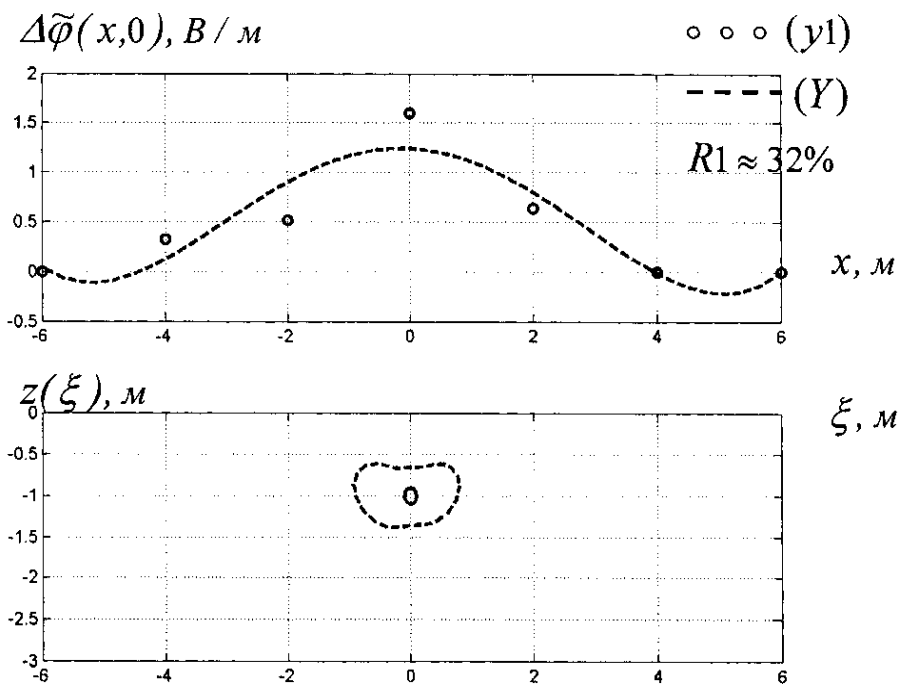


Рис.4 Распределение потенциала и результаты восстановления границы очага самонагрева для пласта Мощный (профиль измерения 35)

Ниже на рисунке 5 приведено восстановление границы очага самонагрева на пласте Мощном на основе температурных измерений в пробуренных в очаг скважинах. Как видно из сравнения этих данных с результатами решения обратной задачи (рис.4), эти результаты хорошо коррелируют между собой.

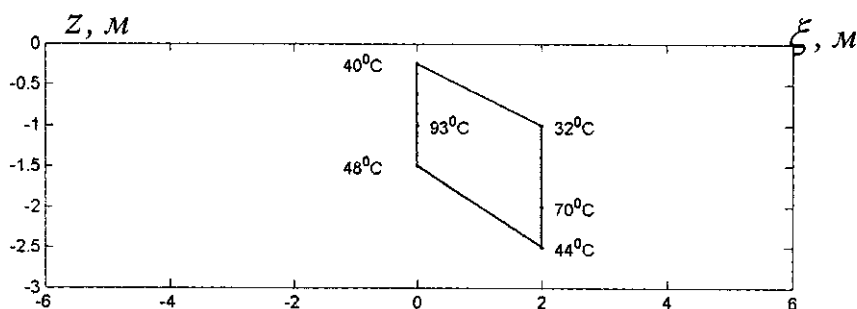


Рис. 5 Граница очага по пласту Мощный, восстановленная на основе термофизических измерений в скважинах № 1 – 7 (данные Г.В. Кроля)

Аннотация

Проанализированы зависимости аномалий потенциала естественного электрического поля от температуры очагов самонагрева углей. Предложен способ идентификации очага самонагрева угля на разрезах, основанный на решении обратной задачи и данных термоэлектрических измерений.

Ключевые слова: очаг самонагрева, потенциал, температура, обратная задача.

Abstract

The work analyses dependencies between anomalies of the potential of a natural electric field and temperature of coal self-heating centers. A method of identifying a coal self heating center at open-pit mines, which is based on solution of an inverse problem and data from thermoelectric measurements, is suggested.

Keywords: the self-heating centre, potential, temperature, an inverse problem.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасов, Б.Г. Геотектонические процессы и аномалии квазистационарного электрического поля в земной коре / Б.Г. Тарасов, В.В. Дырдин, В.В. Иванов // Доклады АН СССР, 1990, т. 312, № 5, с. 1092 - 1095.
2. Электромагнитные предвестники землетрясений. - М.: Наука. 1982. - 87 с.
3. Физический контроль массивов горных пород / Б.Г. Тарасов, В.В. Иванов, В.В. Дырдин, А.Н. Фокин. - М.: Недра, 1994. - 240 с.
4. Алексеев, Д.В. Механизм формирования квазистационарного электрического поля в массиве горных пород при наличии естественных и техногенных тепловых источников / Д.В. Алексеев, П.В. Егоров // ФТПРПИ. - 1994. - № 5. - С. 3 - 7.
5. Кроль, Г.В. Разработка электрометрического способа контроля самонагрева и самовозгорания каменного угля на разрезах: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01: защищена 16.12.83: утв. 16.05.84 / Кроль Георгий Васильевич; ВостНИИ. - Кемерово, 1983. - 195 с. - Библиогр. 102 назв.
6. Трушников, Н.В. Обратная задача локации очага самовозгорания угля по измерениям потенциала термоэлектрического поля на поверхности угольного разреза // Вестник . КузГТУ, 2010, № 3. - С. 3 – 6.

УДК 622.232

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИННОГО ЗАРЯДА

*Катанов И.Б., проф. кафедры открытых горных работ КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
Федотенко С.М., аспирант МГГУ*

Анализ результатов промышленных взрывов с низкоплотными материалами, к которым условно можно отнести не только пеногели, но и запирающие устройства из дерева, плотность которых меньше единицы, показывает их эффективность. Каждое из технических решений имеет свои положительные стороны. Объединить их в одно целое для получения большего эффекта, наверное, имеет смысл.

Результат такого технического решения следует ожидать в дальнейшем повышении качества взрывных работ и снижении отрицательного влияния пылегазового облака на окружающую среду.

При зарядании взрывных скважин таким способом выполняется ряд оригинальных технологических операций.

После зарядания скважины взрывчатым веществом и монтажа взрывной сети пространство над столбом заряда заполняют низкоплотным составом – пеногелем, затем в скважину устанавливают запирающий элемент, в

качестве которого может быть использованы скважинные забойки из дерева, а оставшееся пространство между запирающим элементом и устьем скважины частично заполняют буровой мелочью.

ООО «КузбассПромРесурс» предложено применять универсальные запирающие устройства (УЗУ). Они предназначены для запираения газообразных продуктов взрыва в зарядной полости во взрывных скважинах диаметром 140-270 мм. Конструкция УЗУ защищена патентом № 2371671 Российской Федерации на изобретение

Длина участка скважины, заполняемого низкоплотным составом выбирается таким образом, чтобы запирающий элемент (УЗУ) был установлен ниже границы слоя интенсивной трещиноватости породы.

Такая конструкция забойки позволяет качественно улучшить эффективность запираения продуктов взрыва в зарядной камере скважины и тем самым увеличить КПД взрыва. Заполнение воздушного промежутка между запирающим элементом и столбом ВВ низкоплотным пеногелеобразующим составом позволяет при инициировании заряда ВВ максимизировать разность скоростей распространения волн напряжений в массиве горных пород и в части скважины, заполненной низкоплотным составом – пеногелем, тем самым обеспечивая предварительное нагружение стенок скважины в месте контакта с запирающим элементом и отстоящее во времени нагружение запирающего элемента с верхнего торца зарядной камеры, что приводит к более надежному срабатыванию запирающего элемента.

Ранее было доказано, что скорости распространения волн напряжения имеют конечные значения и в зависимости от блочности массива составляют 0,8–3 тыс. м/с, в воздухе –330 м/с, в низкоплотном составе типа пеногель в зависимости от содержания в нем воздуха соответственно 30–50 м/с. Таким образом, заполнение части скважины между зарядом ВВ и запирающим элементом низкоплотным составом позволяет достичь значительного опережения нагружения части массива горных пород и буровой мелочи, размещенной между запирающим элементом и дневной поверхностью, вступающих в контакт с запирающим элементом (рис.1.) Описанное явление позволяет добиться сжатия канала скважины и смещение стенок скважины в направлении запирающего элемента и буровой мелочи, что создает гораздо большую величину силы трения, возникающей между запирающим элементом, буровой мелочью и стенкой скважины, что в свою очередь обуславливает качественное улучшение запираения продуктов взрыва в зарядной камере. По результатам анализа результатов промышленных взрывов с твердой забойкой, гидрозабойкой, пенообразующими веществами и взрывами без забойки в породах средней крепости, установлена зависимость среднего диаметра куса на поверхности развала от объемного содержания воздуха α_1 в материале, заполняющим неактивную часть скважины.

Аппроксимация зависимости (полиномиальная зависимость с достоверностью 0,87) свидетельствует о наличии минимума размера среднего куса d_{cp} при содержании воздуха $\alpha_1 = 0,6-0,7$ дол.ед. в материале низкоплотной забойки (рис. 2).

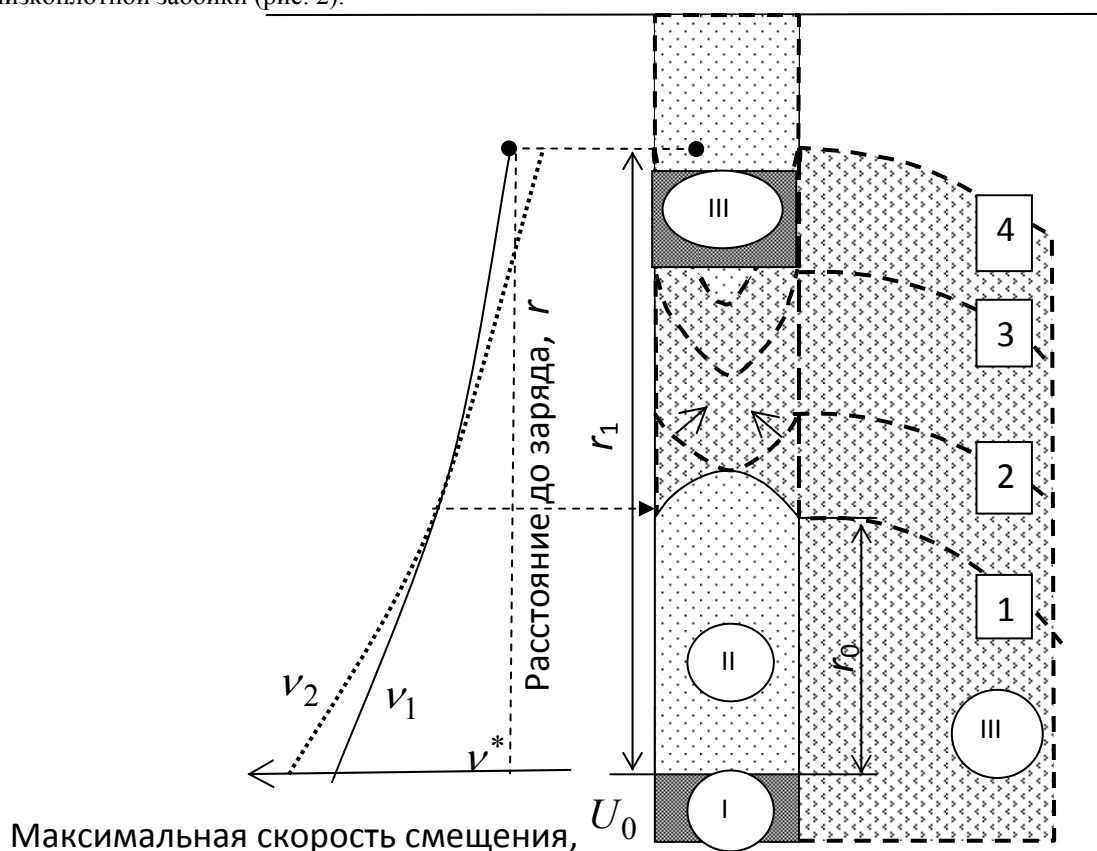


Рис. 1. Схема к обоснованию механизма запираения скважины: I – заряд ВВ; II – часть пеногелевой забойки, сжимаемая детонационной волной; III – УЗУ, сжимаемое разрушающимся массивом; 1, 2, 3, 4 – положение фронта волн скоростей смещений в различные моменты времени

$d_{\text{ср}}, \text{ м}$

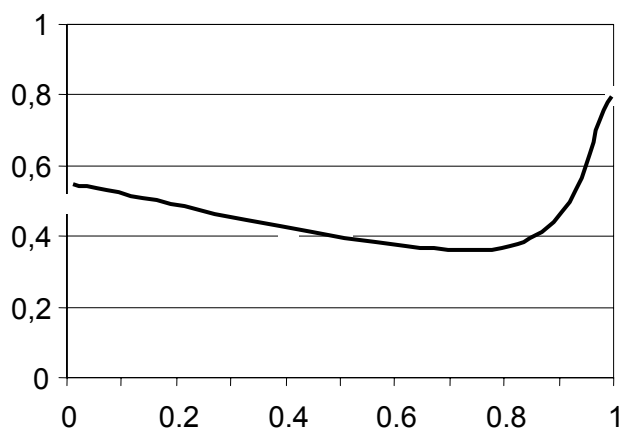


Рис.2. Влияние объемного содержания воздуха в материале забойки на изменение среднего

α_1 , дол.ед.

Кроме того, наряду с повышением качества взрывного дробления горных пород использование такого способа забойки взрывных скважин позволяет снизить отрицательное влияние продуктов взрыва. Это происходит в силу того, что компонент забойки, а именно низкоплотный состав типа пеногель содержит воду.

Распыляясь, мельчайшие капельки воды и пузырьки пены являются центрами коагуляции мелкодисперсной пыли и нейтрализаторами для газов.

Таким образом, при использовании этого способа забойки скважин происходит мультиплицирование запирающего эффекта за счет использования запирающего элемента в комплексе с замещением воздуха низкоплотным составом в пространстве между запирающим элементом и столбом зарядом ВВ, а также снижается запыленность воздушного бассейна карьера благодаря использованию водосодержащего низкоплотного состава.

УДК 622:51.001.57

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ ГАЗОГИДРАТОВ НА СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ГРАНИЦЫ ДИССОЦИАЦИИ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА

*Дырдин В. В., зав. каф. физики; Ким Т. Л., ассистент каф. физики, Мальшин А. А., к.т.н.,
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва,*

Прогнозирование и предупреждение внезапных выбросов угля и газа, до сих пор является актуальной проблемой для горной промышленности. В краевой зоне массива образуются зоны, отличные друг от друга по степени разрушения и развитию сети трещин, ориентированных в направлениях, близких к параллельным плоскости обнажения. В призабойной зоне уголь, имеющий меньшую прочность, чем вмещающие породы, под давлением, превышающим его несущую способность, переходит в предельно-напряженное состояние.

При подземной разработке угольных пластов в определенных термодинамических условиях, может происходить диссоциация твердых растворов природного газа по типу газогидратов, что может вызвать формирование выбросоопасной ситуации. Диссоциация твердого раствора природного газа может происходить при падении газового давления до значений ниже давления равновесного состояния системы «уголь – поровая влага – гидраты природного газа». При этом параллельно идут два процесса: десорбция газа с поверхности макропор и трещин, а также диссоциация газовых гидратов [1]. В области, где гидрат еще не разложен, газ будет

находиться в твердом состоянии. Таким образом, можно выделить в пласте две зоны с разными коллекторскими свойствами.

В зоне, прилегающей к выработке, массив значительно разгружен от газового и горного давлений, здесь развиты системы трещин различных направлений. Чем меньше прочность угля, тем больше он разрушен в данной зоне, соответственно его фильтрационная способность выше, чем в других зонах, но все же остается значительно низкой вследствие нарушенной структуры и остаточных напряжений.

За зоной максимума опорного давления находятся существенные объемы свободного газа под давлением. Проницаемость в направлении к плоскости забоя, очень низкая. Для опасного по внезапным выбросам участка пласта характерно, что активная сила, в качестве которой выступает давление газа, превышает пассивную силу. В призабойной части массива постоянно происходит фильтрация газа в выработку.

Определение скорости движения границы диссоциации кристаллогидратов позволит сопоставить ее со скоростью распространения волны дробления по работам академика А. С. Христиановича [2] вглубь массива (равна 5,95 м/с) и тем самым оценить роль диссоциации кристаллов природного газа в развязывании и поддержании внезапного выброса угля и газа.

Найдем зависимость скорости движения границы диссоциации кристаллогидратов от их размеров, используя формулы из работы [3], для пласта «Владимировский» ш. «Северная» при заданных термодинамических условиях: $T=269\text{K}$; $P_p = 7,3 \cdot 10^6 \text{ Па}$; $P_r = 4,0 \cdot 10^6 \text{ Па}$; $P_k = 9,3 \cdot 10^6 \text{ Па}$; $k_1 = 0,1 \text{ дарси}$; $k_2 = 0,001 \text{ дарси}$; $P_0 = 10^5 \text{ Па}$; $m = 0,13$;

$$a = \frac{k \cdot p_0}{m \cdot \mu_{\Gamma}}; \mu_{\Gamma} = 0,01 \text{ Па}\cdot\text{с}; k = 0,1; n_0 = 10^{23}.$$

После решения системы дифференциальных уравнений получаем следующую формулу:

$$v_{\zeta} = \frac{[k_1 \cdot (p_1^2 - p_2^2) - k \cdot (p_k^2 - p_1^2)]}{2 \cdot x \cdot m_1 \cdot p_0 \cdot n_0 \cdot s \cdot \sqrt{\frac{s}{4\pi} \cdot \frac{(1 - e^{-k \cdot x})}{3 \cdot v_0}}}$$

где P_p - давление разложения гидрата; k_1, k_2 - коэффициенты проницаемости в области 1 и 2; p_1, p_2 - текущие давления; p_0 - атмосферное давление; μ - динамическая вязкость газа; ζ - координата границы разложения

гидрата $W = n(x) = n_0(1 - e^{-bx}) \cdot V_0^1$, где $n(x)$ - функция количества частиц от расстояния, W - содержание газа в гидратном состоянии в единице объема пористой среды; V_0^1 - объем одной частицы

кристаллогидрата, $n_0 \cdot V_0^1 = n_0 \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$, зная, что площадь поверхности $S_{нов} = 4\pi r^2$, отсюда находим

$$r = \sqrt{\frac{S_{нов}}{4\pi}}, \text{ следовательно, } W \text{ найдем как: } W = \frac{n_0 S}{3V} \sqrt{\frac{S}{4\pi} (1 - e^{-bx})}, \text{ где } n_0 = \frac{N}{V} - \text{концентрация.}$$

Исследуя полученную формулу на экстремум мы получили «эффективный» размер частицы кристаллогидрата при котором скорость движения границы диссоциации кристаллогидратов максимальна. Искомая зависимость представлена в виде (рис.1):

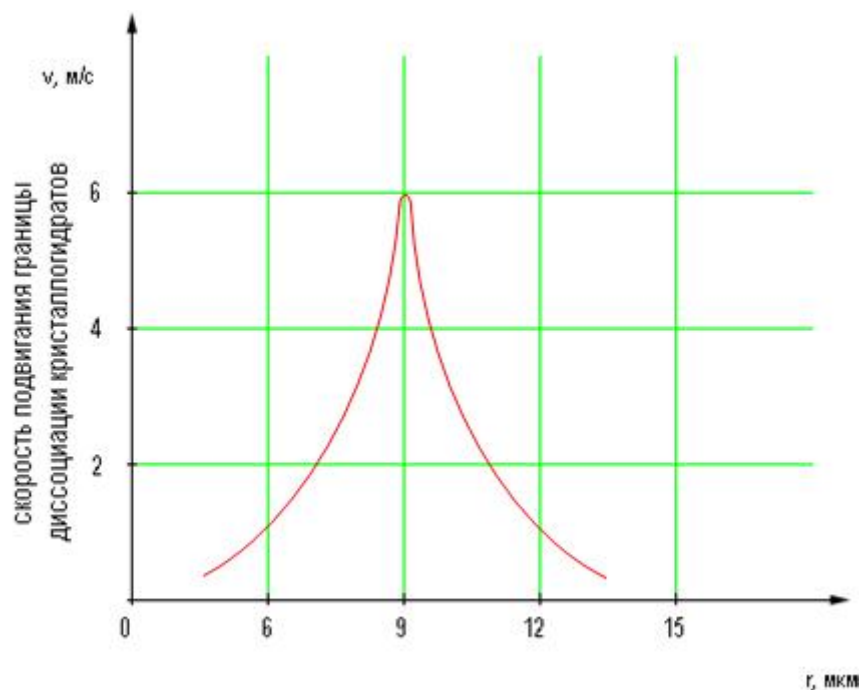


Рис.1. Зависимость скорости движения границы диссоциации твердых растворов природного газа от размера частиц кристаллогидратов

Из данного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Скорость движения границы диссоциации кристаллогидратов зависит от размера частиц кристаллогидратов нелинейно.
2. Совпадение максимальной скорости движения границы диссоциации кристаллогидратов 6,00 со скоростью распространения волны дробления по Христиановичу 5,95 м/с вглубь массива позволяет сделать предположение о одной и той причине приводящей к этим явлениям.
3. Скорость движения границы диссоциации кристаллогидратов позволяет судить о возможности участия в формировании выбросоопасной ситуации твердых растворов природного газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дырдин В.В., Ким Т.Л., Шепелева С.А. Влияние твердых растворов природного газа на газодинамические процессы впереди забоя подготовительной выработки/ В.В. Дырдин, Т.Л. Ким, С.А. Шепелева// Вестник КузГТУ, - №3, 2012, С.12-15.
2. Христианович С. А. О волне дробления // Известия АН СССР, ОТН. – 1953. - №12. – С. 1689-1699.
3. Ким Т.Л., Дырдин В.В. Математическое моделирование загазирования выработок при диссоциации кристаллогидратов в угольных пластах/ Т.Л. Ким, В.В. Дырдин//Горный журнал «Известия высших учебных заведений», 2011.-С.131-135.

Аннотация

Изучение влияния размеров частиц газогидратов на скорость движения границы диссоциации твердых растворов природного газа /Дырдин В. В., Ким Т. Л. Мальшин А. А.//КузГТУ имени Т.Ф. Горбачёва, г. Кемерово, Россия.

В статье рассмотрено влияние наличия газогидратов на возможность внезапных выбросов угля и газа. Установлено что скорость движения границы диссоциации кристаллогидратов зависит от размера частиц кристаллогидратов и совпадает со скоростью распространения волны дробления.

Summary

Studying of influence of the sizes of particles gas hydrate for speed of movement of border of a dissotsiatsiya of firm solutions natural Gas/Dyrdin V. V., Kim T. L. Malshin A. A.//KUZGTU of a name T.F. Gorbachev, Kemerovo, Russia.

In article existence influence gas hydrate on possibility of sudden emissions of coal and gas is considered. It is established that speed of movement of border of a dissotsiatsiya gas hydrate depends on the size of particles gas hydrate and coincides with speed of distribution of a wave of crushing.

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ШАХТНОЙ ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

*Пастухов Александр Анатольевич, канд. техн. наук, инженер-схемотехник,
ОАО Пермский телефонный завод «Телта», г. Пермь, Россия*

По некоторым оценкам, в России ежегодная общая потребность до 12 млн. проводных телефонных аппаратов. Это не смотря на то, что телефонная база мобильной связи растет огромными темпами. Однако, это не касается систем связи в подземных условиях.

Аппараты телефонной связи относятся к электрооборудованию и поэтому на них распространяются все требования к взрывобезопасному электрооборудованию.

Для аппаратуры телефонной связи, применяемой в подземных выработках, существуют две основные проблемы (кроме рудничного исполнения) – это взрывобезопасность их применения и работы в условиях повышенного уровня шума от работающего оборудования.

Известно, что взрывобезопасность электрооборудования достигается путем ограничения энергии, выделяемой при искрении, до уровня, исключающего инициализацию взрыва газо-воздушной смеси.

Ограничить энергию, выделяемую при искрении, можно несколькими способами:

– снижением энергии, запасенной в цепи (искробезопасная цепь);

– снижением температуры в точке искрения;

– снижением времени действия искры (опережающее отключение).

В настоящее время для обеспечения взрывобезопасности систем связи используется только один способ ограничения энергии искрения – искробезопасная электрическая цепь.

Решения, принятые много лет назад, для организации связи в опасных условиях шахт вполне оправданы, так как взрывобезопасность обеспечивается относительно малыми усилиями.

К сожалению, наш опыт общения с людьми, длительное время эксплуатирующими искробезопасные телефонные сети свидетельствует о том, что качество телефонной связи оставляет желать лучшего, особенно при большом уровне шума.

В результате исследований мы пришли к выводу о необходимости смены метода обеспечения взрывобезопасности. Современный уровень развития электроники позволяет применить метод «опережающего отключения».

Действительно, сегодня производится датчик тока – микросхема, позволяющая измерять токи, как постоянные, ток и переменные, величиной в единицы миллиампер. Микропроцессоры, обладающие встроенными, быстродействующими и точными АЦП, позволяют в течение микросекунд преобразовать измеренное значение в цифровую форму, вычислить разность с предыдущим измерением и сравнить полученное значение в уставкой. Это принцип защиты по скорости нарастания тока, позаимствованный нами из систем электроснабжения постоянного тока подземного локомотивного транспорта контактными электровозами.

Применение предлагаемого способа обеспечения взрывобезопасности в шахтных системах проводной связи позволит применять любые телефонные аппараты, имеющие необходимое исполнение, но не имеющие ограничений по уровню передаваемого сигнала, а значит и по качеству передачи.

Для принятия решения о возможности применения этого метода обеспечения взрывобезопасности необходимо собрать большой объем измерений, а на это требуется самый дорогой ресурс – время.

Вторая проблема – это повышенный уровень шума в окружающей среде.

Проблема решается достаточно просто. Ставится усилитель звукового сигнала. Однако, пользователями шахтного телефона являются шахтеры с разным уровнем слуха, что требует регулирования уровня звука на трубке. При введении регулирования нарушается уровень взрывозащиты. Поэтому, регулирование уровня громкости телефонной трубки без нарушения взрывобезопасности возможно сенсорным регулятором на базе электронного потенциометра.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СПОСОБОВ И УСТРОЙСТВ ПРОГНОЗА И ТУШЕНИЯ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ

*С. М. ПРОСТОВ, профессор кафедры, ТиГМ КузГТУ, К. В. ПРОШКИНА, Н. Г. ХАФИЗОВА, студенты
КузГТУ имени Т.Ф.Горбачева, г. Кемерово*

Приведены статистические данные выявленных по результатам патентно-технического поиска 140 технических решений по профилактике, контролю, предупреждению и тушению эндогенных пожаров.

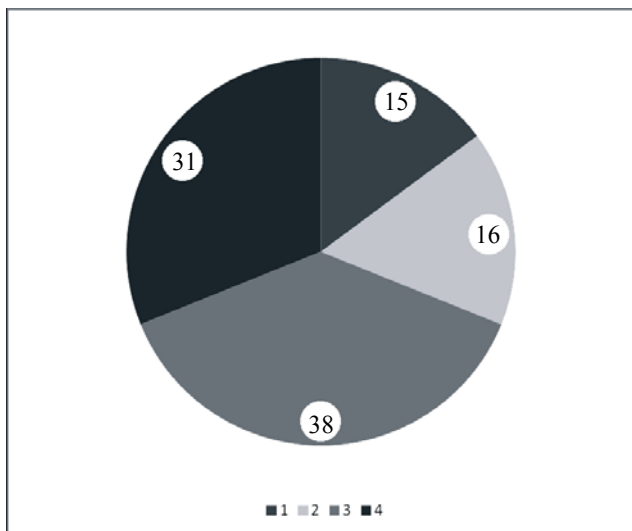
Presents statistical data disclosed as a result of patent and technical search 140 technical solutions for the prevention, control, prevention and suppression of endogenous fires.

Был проведен патентно-технический поиск за период с 1974 по 2011 г. по материалам Кемеровской областной научной библиотеки им. В. Д. Федорова, ЦНТИ и официального интернет-сайта Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, в результате которого было выявлено 140 технических решений по профилактике, контролю, предупреждению и тушению эндогенных пожаров.

В соответствии с ранее проведенными аналитическими исследованиями, результаты которых изложены в работах [1–3], при проведении патентного поиска было выделено 4 основных направления исследований в данной области (рис. 1).

Рис. 1. Распределение изобретений по направлениям:

- 1 – способы, устройства и составы профилактики эндогенных пожаров; 2 – способы контроля пожароопасности; 3 – способы, устройства и составы для предупреждения эндогенных пожаров; 4 – способы и устройства тушения эндогенных пожаров



Наибольшее количество изобретений было выявлено в направлении «Способы, устройства и составы предупреждения эндогенных пожаров» (38 %), что свидетельствует о наибольшей изученности этого направления. Его исследование ведется с 1974 г. (рис. 2, а).

С 1979 г. развивается направление «Способы и устройства тушения эндогенных пожаров» (рис. 2, б). Количество изобретений в этом направлении составило 31 %.

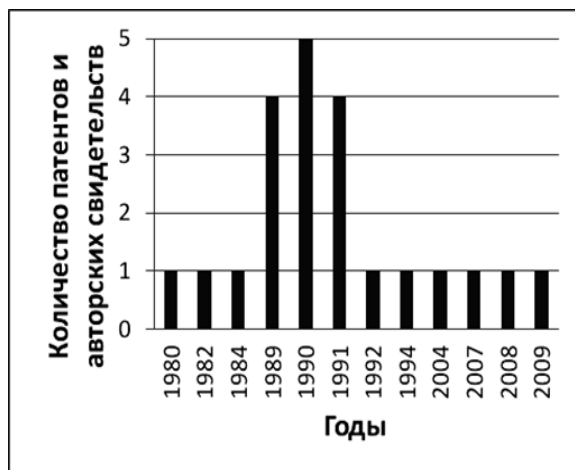
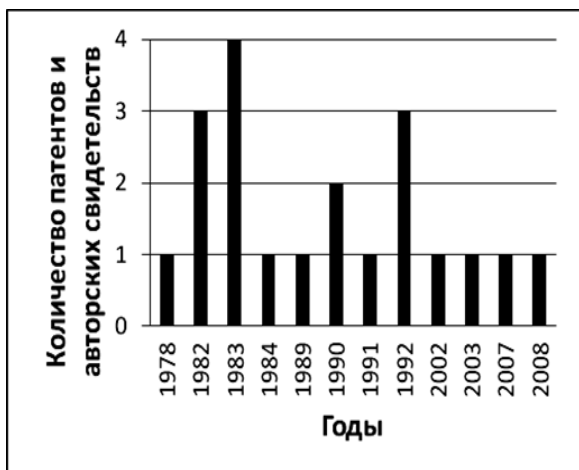
Начиная с 1980 г., ведется разработка технических решений в направлении «Способы контроля пожаротушения» (рис. 2, в), что составляет 16 % от общего числа всех выявленных технических решений.

Разработка технических решений в области «Способы, устройства и составы профилактики эндогенных пожаров» ведется с 1978 г. (15 %)

«Способы, устройства и составы профилактики эндогенных пожаров» (рис. 2, з).

а

б



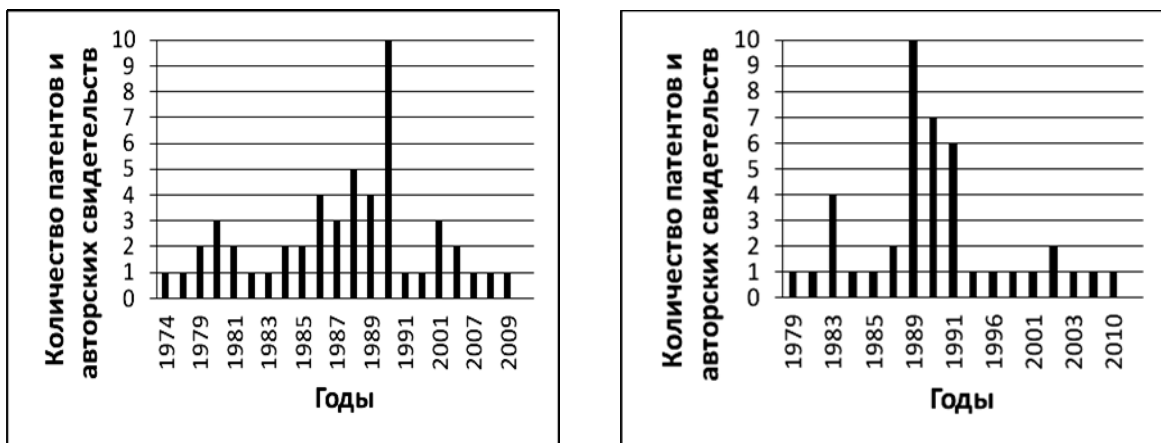
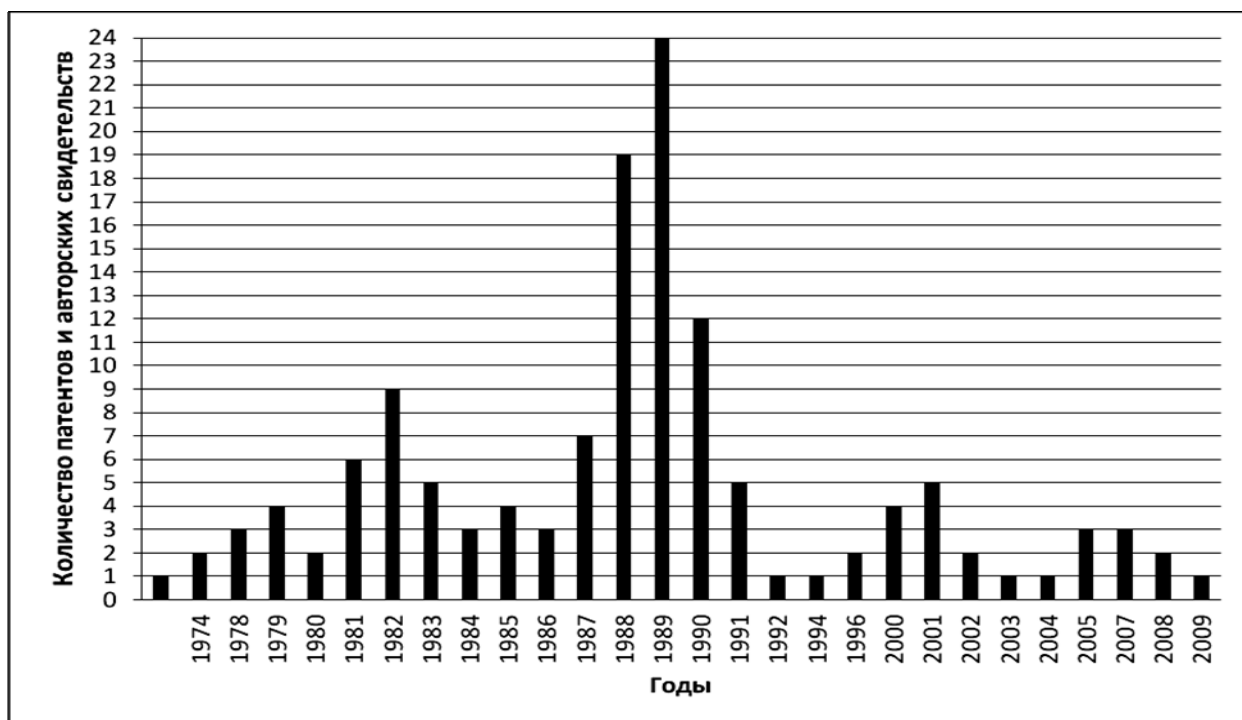


Рис. 2. Динамика регистрации изобретений по основным направлениям борьбы с эндогенными пожарами: способы, устройства и составы для профилактики эндогенных пожаров (а); способы контроля пожароопасности (б); способы, устройства и составы для предупреждения эндогенных пожаров (в); способы и устройства тушения эндогенных пожаров (г)

Динамика регистрации изобретений по годам, представленная на рис. 3, свидетельствует о том, что наиболее активная разработка технических решений в области эндогенных пожаров соответствует периоду с 1987 по 1991 гг. Наибольшее количество изобретений было зарегистрировано в 1988 (19), 1989 (24) и 1990 (12).

Анализ организаций-разработчиков технических решений по направлениям показал, что наиболее активно изобретательская работа велась в следующих организациях: Восточное отделение Всесоюзного научно-исследовательского института горноспасательного дела, Восточный научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности, Кузбасский политехнический институт, ФГУП Прокопьевский отдельный военизированный горноспасательный отряд, ФГУП Новокузнецкий отдельный военизированный горноспасательный отряд, Московский химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева.

Рис. 3. Динамика регистрации изобретений по годам



Наиболее результативно научные исследования на уровне изобретений проводились под руководством следующих ученых: Лагутин В. А., Чуприков А. Е., Игишев В. Г., Портола В. А., Гуттер А. А., Попов В. Б., Голик А. С., Чуприков А. Е., Белавенцев Л. П., Чубаров Б. В., Мячин В. В., Чуприков А. Е., Игишева А. А., Пашковский

П. С.

По материалам проведенного патентно-технического поиска подготовлен к изданию аналитический обзор, результаты научного обобщения которого представлены в форме выявленных направлений и тенденций развития технических решений в рассмотренных выше областях.

Список источников

1. Портола, В. А. Обнаружение ранней стадии процесса самовозгорания угля на шахтах / В. А. Портола, С. И. Лабукин. – Томск : Изд-во ТПИ, 2011. – 133 с.

2. Такранов, В. А. Геологические и природные факторы эндогенных пожаров на угольных карьерах / Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья // ЗАО «Геоинформация». – М., 2000. – 68 с.

3. Клещев, П. Е. Предупреждение и ликвидация пожаров на зарубежных шахтах : Обзор / ЦНИИЭИуголь. – М., 1986. – 69 с.

УДК 622.235(088.8): 519.21

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ВОЗРАСТАЮЩЕМ НАГРУЖЕНИИ

Сирота Д.Ю., доцент, к.т.н., Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия

Исследованию процессов разрушения и трещинообразования посвящено большое количество работ, результатом которых послужило появление следующих базовых теоретических моделей: модель упругой отдачи Н. Ф. Reid'a [1], энергетическая модель сейсмического режима Ю. В. Ризниченко [2]; модель лавинно-неустойчивого трещинообразования Б. В. Кострова, В. И. Мячкина, Г. А. Соболева, О. Г. Шаминой [3]; кинетическая концепция прочности С. Н. Журкова, В. С. Куксенко, В. А. Петрова [4]; дилатантно-диффузионная модель D. L. Anderson'a, С. Н. Scholz'a [5]; модель с неоднородностью или консолидированным включением И. П. Добровольского [6]; P. Vak, С. Tang, K. Wiesenfeld предложили модель, основанную на концепции самоорганизующейся критичности [7].

Наиболее широкое применение и развитие получила кинетическая концепция прочности С. Н. Журкова, которая подразделяет процесс разрушения на две стадии: хаотического некоррелированного образования микротрещин и образование магистральной трещины разрыва.

Переход от первой стадии ко второй осуществляется при выполнении «концентрационного критерия разрушения (укрупнения трещин)» [4]

$$(1) \quad K = l^{-1} \cdot n^{-1/3},$$

где n – средняя концентрация микротрещин, м^{-3} ; l – средний линейный размер микротрещин, м ; $K \approx 3$ – среднее расстояние между трещинами в образце единичного объема в долях их среднего размера l .

Продолжительность второй стадии определяется из соотношения

$$(2) \quad \tau = \tau_0 \exp\left(\frac{U_0 - \gamma\sigma_p}{kT}\right),$$

где $\tau_0 \approx 10^{-13}$ – период тепловых атомных колебаний около положения равновесия, с; γ – активационный объем, м^3 ; U_0 – энергия активации разрушения, Дж; k – постоянная Больцмана, Дж/ $^\circ\text{К}$; T – абсолютная температура пород, $^\circ\text{К}$; σ_p – среднее внешнее напряжение на образец, Па.

В работе [8] авторы сформулировали кинетическую модель накопления микротрещин, которая учитывает уравнения (1), скорость трещинообразования (3) и условие необратимости разрушения Бейли (4)

$$(3) \quad N'(t) = N^* / \tau,$$

$$(4) \quad \int_0^{\tau} N' dt = N^*$$

где N^* – критическое количество трещин, которое накапливается в образце к моменту его разрушения и позволяет описать накопление повреждений структуры при произвольной зависимости действующих напряжений и температуры от времени.

Из уравнений (3) и (4) при условии линейного роста напряжений можно получить следующее уравнения для количества микротрещин

$$(5) \quad N(t) = \frac{N^*}{\tau_0} \cdot \exp(-\beta) \cdot \frac{\exp(\alpha \cdot t) - 1}{\alpha},$$

где $\alpha = \gamma \sigma' / kT$, $\beta = U_0 / kT$.

Применяя метод наименьших квадратов, получим следующие уравнения для определения коэффициентов α и β :

$$(6) \quad \sum_i \left\{ \left[\ln N_i - \ln \left(\frac{\exp(\alpha \cdot t_i) - 1}{\alpha} \right) \right] \cdot \left[\frac{\exp(\alpha \cdot t_i)(\alpha \cdot t_i - 1) + 1}{\alpha \cdot (1 - \exp(\alpha \cdot t_i))} \right] \right\} - \frac{1}{n} \sum_i \left[\ln N_i - \ln \left(\frac{\exp(\alpha \cdot t_i) - 1}{\alpha} \right) \right] \times \sum_i \left[\frac{\exp(\alpha \cdot t_i)(\alpha \cdot t_i - 1) + 1}{\alpha \cdot (1 - \exp(\alpha \cdot t_i))} \right] = 0$$

и

$$(7) \quad \beta = \ln \left(\frac{N^*}{\tau_0} \right) - \frac{1}{n} \sum \left[\ln N_i - \ln \left(\frac{\exp(\alpha \cdot t_i) - 1}{\alpha} \right) \right].$$

В работе [9] проведено на основе пуассоновской статистики имитационное моделирование разрушения образцов гранита (рис. 1) и кварцевого диорита (рис. 2), в результате которого получены следующие данные.

Рис. 1.

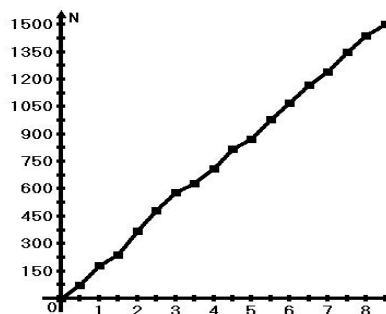
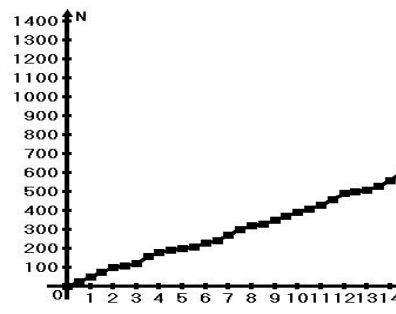


Рис. 2.



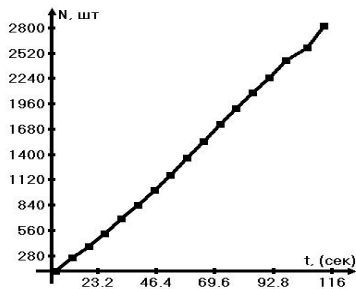
$$\sigma' = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ МПа} \cdot \text{с}^{-1} \quad U_0 = 1,5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж};$$

$$U_0 = 1,5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}; \quad \gamma = 3,88 \cdot 10^{-27} \text{ м}^3.$$

$$\gamma = 8,5 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3.$$

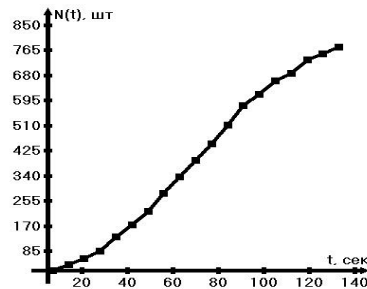
Для первого образца расчётные значения коэффициентов α и β будут равны $\alpha = 2,8767 \cdot 10^{-4}$, $\beta = 3,6804 \cdot 10^{-2}$ с индексом детерминации $R^2 = 0,99$, откуда получим, что $\sigma' = 1,3704 \cdot 10^{-2}$ МПа \cdot с $^{-1}$ и $U_0 = 1,490 \cdot 10^{-22}$ Дж; для второго образца – $\alpha = 7,3857 \cdot 10^{-5}$, $\beta = 0,6584$ с индексом детерминации $R^2 = 0,79$, откуда $\sigma' = 7,7079 \cdot 10^{-5}$ МПа \cdot с $^{-1}$ и $U_0 = 2,666 \cdot 10^{-21}$. Можно отметить полное несовпадение исходных и расчётных кинетических констант. Это может объясняться как неадекватностью имитационного моделирования, так и неточностью теоретической закономерности (5). Для проверки произведём вычисление кинетических констант для серии опытов, произведённых над образцами композитных материалов: новолачной формальдегидной смолой (рис. 3, 4) и резольной фенолоформальдегидной смолой (рис. 5) [10].

Рис. 3



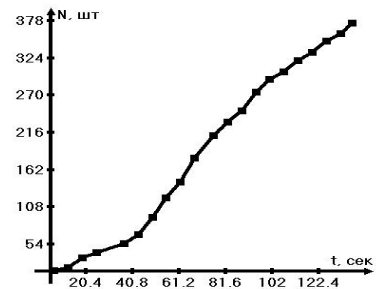
$$\gamma = 7,79 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3.$$

Рис. 4



$$\gamma = 0,88 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3.$$

Рис. 5



$$\gamma = 8,14 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3.$$

Расчёты по формулам (6, 7) показали, что для первого случая значения коэффициентов α и β будут равны $\alpha = 5,587 \cdot 10^{-3}$, $\beta = 0,280266$ с индексом детерминации $R^2 = 0,93$, откуда $\sigma' = 29,041$ Па \cdot с $^{-1}$ и $U_0 = 1,134 \cdot 10^{-21}$ Дж; для второго случая значения коэффициентов α и β будут равны $\alpha = 1,1649 \cdot 10^{-2}$, $\beta = 0,6322$ с индексом детерминации $R^2 = 0,99$, откуда $\sigma' = 0,536$ МПа \cdot с $^{-1}$ и $U_0 = 2,56 \cdot 10^{-21}$ Дж; для третьего случая значения коэффициентов α и β будут равны $\alpha = 7,757 \cdot 10^{-3}$, $\beta = 0,45454$ с индексом детерминации $R^2 = 0,97$, откуда $\sigma' = 0,386$ МПа \cdot с $^{-1}$ и $U_0 = 1,84 \cdot 10^{-21}$ Дж.

Аннотация

Произведён расчёт кинетических констант разрушения (энергии активации разрушения, активационного объема) некоторых композитных материалов на основе кинетической концепции прочности С. Н. Журкова.

Ключевые слова. Кинетические константы разрушения, концепция С. Н. Журкова.

Abstract

The calculation of the kinetic constants of destruction (the activation energy of failure process, the activation volume) of some composite materials based on the kinetic concept of strength Zhurkov.

Keywords. Kinetic constants for the destruction, concept of S.N. Zhurkov.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Reid, H. F. The California earthquake of April 18 1906, v. 2. The mechanics of the earthquake [Text] / H.F. Reid, –The CIW, 1910.
2. Ризниченко, Ю. В. Проблемы сейсмологии. Избранные труды [Текст]/ Ю. В. Ризниченко. – М.: Наука, 1985, – 408 с. // – с. 9 –27.
3. Мячкин, В. И. Основы физики очага и предвестники землетрясения [Текст] / В. И. Мячкин, Б. В. Костров, Г. А. Соболев, О. Г. Шамина // Физика очага землетрясений – М.: Наука. – 1975. – с. 104 – 117.
4. Куксенко, В. С. Модель перехода от микро- к макроразрушению твердых тел [Текст] / В. С. Куксенко // Сб. «Физика прочности и пластичности». – Л.: Наука. – 1986. – с. 36 – 41.
5. Scholz, C. H. The Mechanics of Earthquakes and Faulting [Text] / C. H. Scholz. – Cambridge University Press, 2002. – 471 p.
6. Добровольский, И. П. Теория подготовки тектонического землетрясения [Текст] / И. П. Добровольский. – М.: ИФЗ АН СССР, 1991. – 217 с.
7. Bak, P. Self-organized criticality: An explanation of 1/f noise [Text] / P. Bak, C. Tang, K. Wiesenfeld.// Phys. Rev. Lett. 1987 № 59, – pp. 381 – 384.
8. Иванов В.В. Статистическая теория эмиссионных процессов в нагруженных структурно-неоднородных горных породах и задача прогнозирования динамических явлений/ В. В. Иванов, П. В. Егоров А. Г. Пимонов// ФТПРПИ – 1990. – Вып. 187/34. – с. 32 –35.
9. Иванов, В.В. Физические основы электромагнитных процессов при формировании очага разрушения в массиве горных пород.[Текст]: дис... докт. техн. наук: 05.15.11: защищена 02.07.04: утв. 15.09.04 / В. В. Иванов. – Кемерово, 1994. –366 с.
10. Иванов, В. В. Кинетика разрушения и усталостная прочность полимерных соединений/ В. В. Иванов, В. И. Климов, Т. М. Черникова. – Кемерово, КузГТУ, 2003, – 235 с.

УДК 553.9:552.57

ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОЙ ДЕГАЗАЦИИ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ СКВАЖИНАМИ, ПРОБУРЕННЫМИ С ПОВЕРХНОСТИ

В.Т. Хрюкин - руководитель проектов, главный научный сотрудник, Е.В. Швачко - заместитель директора НТЦ, Д.А. Сизиков - заведующий лабораторией, Т.С. Попова -советник генерального директора, М.Г. Коряга - заведующий сектором ОАО «Газпром промгаз», г.Москва

Аннотация

Применение пластовой дегазации и дегазации выработанного пространства не обеспечивает газобезопасность добычи угля и возможность в полной мере использовать извлекаемый метан. Заблаговременная дегазация шахтных полей скважинами, пробуренными с поверхности существенно снижает масштабы выделения метана в горные выработки и обеспечивает практически полную утилизацию метано-воздушных смесей извлекаемых средствами шахтной дегазации.

Все шахты Кузбасса являются опасными по газу и взрывчатости угольной пыли, 48 шахт и шахто-участков имеют 3-ю и более высокую категорию по метану. При этом относительная метанообильность 21 шахты превышает 20м³ на тонну добычи. Абсолютная метанообильность 16 шахт превышает 50, а 8 шахт –100м³/мин. На 15 шахтах горные работы ведутся на пластах, опасных или угрожаемых по внезапным выбросам угля и газа.

За последние годы Кузбасс наращивает добычу угля ускоренными темпами. В 2004 году впервые за последние 15 лет преодолен 150-миллионный рубеж добычи. В 2010 году объем добычи уже составил 185 млн. тонн, из них около 40% подземным способом. Сегодня в Кузбассе добывается около 60% всего российского угля.

Вместе с тем повышение темпов угледобычи подземным способом сопряжено с необходимостью эффективного управления газовыделениями, так как возрастает газообильность очистных забоев, уровень которой неразрывно связан с увеличением глубины горных работ и с постоянно растущей производительностью

выемочной техники. Взрывы метана являются основной причиной аварий, приводящих к гибели людей. За последние 20 лет в Кузбассе в результате взрывов метана погибло почти 500 шахтеров.

Подземная дегазация как метод борьбы с газовыделениями применяется в Кузбассе более 60 лет. В августе 1951 г. была введена в действие первая в бассейне дегазационная установка на шахте «Северной». К 1975 г. дегазация велась на 26 шахтах бассейна, а в 1987 году дегазацию применяли 45 шахт. В это время наибольшее число шахт, работающих с дегазацией (т.е. добывающих уголь и извлекающих каптированный газ) было в Прокопьевско-Киселевском районе. Здесь с дегазацией работало девять шахт. В Ленинском районе дегазация применялась на восьми шахтах, в Байдаевском районе -на семи, в Томь-Усинском районе -на четырех, а в Беловском районе на шести шахтах. Глубины, с которых в Кузбассе начинают производить дегазационные работы, изменяются по бассейну от 50 до 450 м, в среднем составляя 230м.

В настоящее время дегазационные работы ведутся на 23 шахтах. Пластовая дегазация производится на 23 выемочных участках, в том числе на 6 участках ведётся совместно с пластовой и дегазация выработанного пространства. Если в 2005 году пластовая дегазация производилась на 12 выемочных участках и лавах, то в настоящее время она производится на 24, т.е. за период менее чем 3 года объёмы работ по предварительной дегазации разрабатываемых пластов выросли в 2 раза, а количество шахт проводящих предварительную дегазацию разрабатываемых пластов увеличилось в 3 раза.

С помощью дегазации извлекается порядка 300 млн. м³ метана в год, который выбрасывается в атмосферу. Угледобывающие предприятия несут убытки за счет оплаты этих выбросов. Выбросы этого метана могут быть сокращены путем его использования для выработки тепла и электроэнергии. Для сравнения в 90 годах прошлого столетия, когда дегазация на шахтах Кузбасса применялась эпизодически, максимально извлекалось 216 млн.м³/год.

Утилизация метана, извлекаемого шахтными дегазационными системами, затруднена из-за резких колебаний дебитов и концентраций метана в метано-воздушной смеси.

Существенное снижение газовыделений в горные выработки, а также практически полную утилизацию метана, извлекаемого средствами шахтной дегазации, может быть обеспечено при заблаговременной дегазации шахтных полей скважинами, пробуренными с поверхности.

При организации работ по заблаговременной дегазации шахтных полей следует рассмотреть следующие возможные варианты.

Вариант 1. Добыча метана как самостоятельного полезного ископаемого вне горных отводов угледобывающих предприятий

Основными документами, которые определяют технико-технологические решения по размещению разведочных и эксплуатационных скважин, методам и параметрам стимуляции газоотдачи пластов, по размещению оборудования, зданий и сооружений являются проекты на геологоразведочные работы и проекты на разработку метанугольных месторождений.

Проектные документы должны предусматривать такие технико-технологические решения по разведке и разработке метанугольных месторождений, которые позволяли бы в дальнейшем эффективно вести подземную добычу угля. Одним из основных факторов, который может осложнить последующую добычу угля является схема размещения скважин и их конструкции. Скважины, обсаженные стальными трубами, попадая в зону очистных работ, могут препятствовать нормальной работе высокопроизводительной угледобывающей техники. Один из вариантов, позволяющих обойти эту проблему – это применение пластиковых обсадных труб. Если горно-геологические условия не позволяют использование пластиковых труб, то схема размещения эксплуатационных скважин должна проектироваться таким образом, чтобы при последующей раскройке шахтного поля скважины попадали в целики. Необходимо отметить также, что расстояние между эксплуатационными скважинами варьирует в пределах от 300-400 до 700-800 м (по сетке от 0,1 до 0,6 км² на скважину), что позволяет при проектировании схемы вскрытия и отработки шахтного поля ориентировать очистные выработки таким образом, чтобы разведочные и эксплуатационные скважины попадали в целики. То есть, целесообразно проекты разработки метанугольных месторождений согласовывать с бассейновыми проектными институтами. Помимо этого, при необходимости, современные технические средства позволяют после окончания добычи метана, при ликвидации скважин разфрезеровать участки стальных колонн, пересекающих угольные пласты.

Влияние гидроразрывов на устойчивость кровли пластов минимальна. Мировой опыт разработки угольных месторождений после извлечения метана показывает, что зоны гидроразрывов практически не влияют на горно-геологические условия разработки.

Вариант 2. Добыча метана и его использование как самостоятельного полезного ископаемого на полях строящихся или проектируемых шахт.

Если в пределах горного отвода угледобывающего предприятия масштабы запасов метана и горно-геологические условия его нахождения таковы, что может вестись его добыча как самостоятельного полезного ископаемого, то Недропользователь (собственник) угледобывающего предприятия может на договорной основе поручить проектирование и добычу метана специализированным предприятиям.

Проектирование работ по добыче метана скважинами, пробуренными с поверхности, производится с учетом тех же ограничений, предусматривающих возможность последующей эффективной добычи угля рассмотренных в

варианте 1. В этом случае, когда имеется проект строительства шахты, схему размещения скважин для добычи метана и их конструкции необходимо увязать с планом развития горных работ.

Если проектирование и строительство скважин, системы сбора подготовки и утилизации метана производится за счет угледобывающего предприятия, то вся прибыль от утилизации метана принадлежит этому предприятию.

Поскольку строительство скважин, добыча метана и его использование являются непрофильными видами деятельности для угледобывающего предприятия недропользователь (собственник) может на договорной основе поручить эти работы специализированным предприятиям. При такой организации работ недропользователь оплачивает только затраты на проектирование и строительство дегазационных скважин, при условии, что угледобывающее предприятие гарантирует снижение метаноносности пластов до требуемого уровня в течение установленного срока. Затраты на строительство систем сбора газа, его промысловой подготовки и доставки потребителям берет на себя газодобывающее предприятие. В этом случае прибыль от продажи газа принадлежит газодобывающему предприятию.

Вариант 3. Заблаговременная дегазация шахтного поля

В соответствии с пунктом 9.1 статьи 12 (п. 9.1 введен Федеральным законом от 26.07.2010 N 186-ФЗ) Закона Российской Федерации "О недрах" лицензия и ее неотъемлемые составные части должны содержать условия снижения содержания взрывоопасных газов в шахте, угольных пластах и выработанном пространстве до установленных допустимых норм при добыче (переработке) угля (горючих сланцев).

Кроме этого, в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2011 г. № 315: «О допустимых нормах содержания взрывоопасных газов (метана) в шахте, угольных пластах и выработанном пространстве, при превышении которых дегазация является обязательной» недропользователь может принять решение о заблаговременной дегазационной подготовке шахтного поля, с использованием извлекаемого метана. Дегазационная подготовка шахтного поля путем извлечения метана через скважины, пробуренные с поверхности, производится по специальному проекту, предусматривающему минимизацию негативного воздействия скважин на последующую добычу угля.

При комбинировании текущей (шахтной) и заблаговременной дегазации извлечение высококонцентрированного (85-98%) метана из угольных пластов, не разгруженных от горного давления скважинами, пробуренными с поверхности, расширяет возможности использования метановоздушных смесей, извлекаемых системами шахтной дегазации, поскольку метановоздушные смеси характеризуются значительными колебаниями концентраций метана, вплоть до взрывоопасных (5-16%), что затрудняет или делает невозможной их утилизацию. Добавление в эти смеси высококонцентрированного метана из скважин, пробуренных с поверхности, позволит использовать их в полном объеме, и тем самым снизить выбросы метановоздушных смесей в атмосферу. Для утилизации извлекаемого метана разрабатывается самостоятельный проект, в котором система подготовки и использования метана рассматривается как элемент энергетической установки шахты с сохранением всех требований по безопасной эксплуатации.

Работы по проектированию добычи метана (заблаговременной дегазационной подготовке шахтного поля) и строительству скважин, предусмотренных проектом, выполняется специализированными организациями (предприятиями) на договорной основе. Затраты угледобывающего предприятия на заблаговременную дегазацию относятся на себестоимость добычи угля.

УДК 622.01

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

*Безматный С.В., Жуков М.О., Иванов А.Е., Меркулов И.В., Нарымский Б.В.
КТИ ВТ СО РАН, Новосибирск, Россия*

В КТИ ВТ СО РАН на базе аппаратно-программных средств автоматизированной системы контроля и управления технологическими объектами (АСКУ ТО 2) [1] разработаны и запущены в промышленную эксплуатацию автоматизированные системы контроля и управления шахтными технологическими объектами:

- конвейерной линией АСКУ КЛ;
- канатно-кресельной дорогой АСКУ ККД;
- шахтной стволовой сигнализацией АСКУ ШСС;
- водоотливной установкой АСКУ ВУ.

Системы предназначены для работы в шахтах, в том числе опасных по газу или пыли и внезапным выбросам угля или газа, а также в рудниках, где возможно образование взрывоопасных смесей категории I. Аппаратные средства имеют маркировку PO ExiaI согласно ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011 и ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010 и применяются в соответствии с ПБ 05-618-03.

Каждая из систем представляет собой распределенную двухуровневую систему контроля и управления, состоящую из устройства преобразователя интерфейсов (УПИ), пультов местного или группового управления (ПМУ или ПГУ) и устройств удаленного ввода-вывода данных от датчиков и исполнительных механизмов. Набор устройств определяется составом и числом контролируемых и управляющих параметров технологического объекта. Устройства имеют в своем составе два коммуникационных порта RS-485 для подключения к компьютеру диспетчера и организации связи по локальной сети с оборудованием нижнего уровня. УПИ обеспечивает сопряжение USB – порта компьютера с последовательным каналом связи RS-485 и выполняет функции искробезопасного барьера.

Автоматизированная система контроля и управления конвейерной линии

Система может управлять работой разветвленными и неразветвленными конвейерными линиями, состоящими из ленточных и скребковых конвейеров.

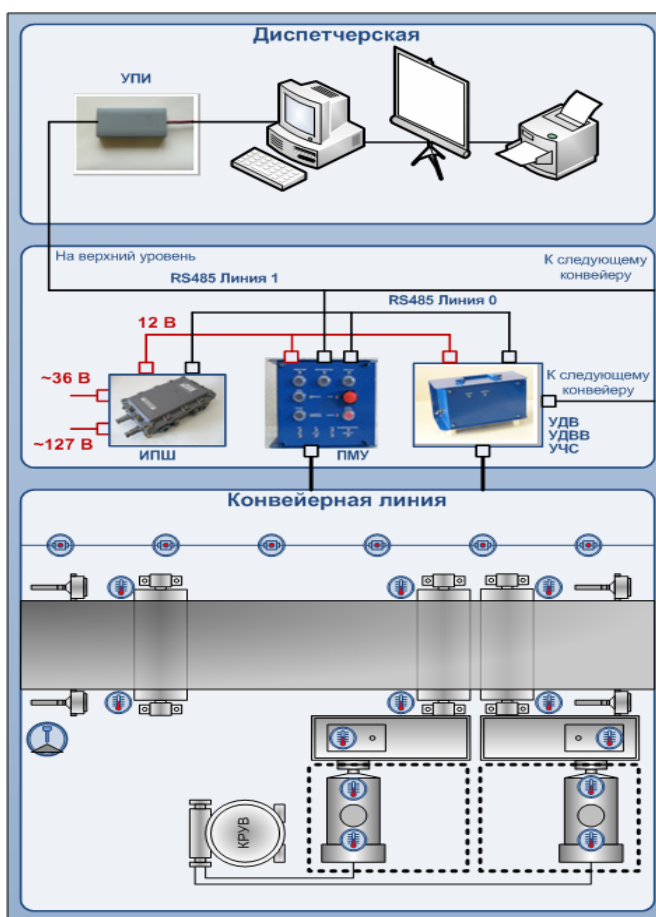
Основные задачи, решаемые системой:

- автоматическое управление пуском и остановом конвейерной линии по сигналам автоблокировки;
- дистанционное или местное управление запуском/остановом отдельного конвейера или конвейерной линией;
- предупредительный и оперативный контроль параметров конвейеров;
- автоматическое формирование команд аварийного или экстренного останова конвейеров;
- формирование на мониторе диспетчера оперативной информации о работе конвейеров;
- архивирование файлов, отображающих работу конвейеров;
- обеспечение громкоговорящей связи вдоль конвейерной линии;
- выдача предупредительной и аварийной сигнализации.

Состав системы

	Пульт группового управления – ПГУ.
	Пульт местного управления - ПМУ
	Устройства ввода-вывода: УДВ, УДВВ, УЧС
	Устройство оповещения и сигнализации
	Устройство преобразователя интерфейса - УПИ

Структура системы



Режимы работы системы

Система имеет следующие режимы работы: “ДИСТАНЦИОННЫЙ”, “РЕМОНТНЫЙ”, “МЕСТНЫЙ”

В режиме ПМУ “ДИСТАНЦИОННЫЙ” не принимает команды от кнопок “ПУСК”, “СИГНАЛ”, “СБРОС АВАРИЙ”. Управление осуществляется удаленно с диспетчерского пульта управления.

Режим “РЕМОНТНЫЙ” включается нажатием кнопки “РЕМОНТНЫЙ” на ПМУ. Включение режима подтверждается соответствующим индикатором. В этом режиме можно запустить (остановить) отдельный

технологический объект, выполнить сброс аварий, подать звуковую сигнализацию. В этом режиме не действует входная блокировка.

Режим “МЕСТНЫЙ” включается нажатием кнопки “МЕСТНЫЙ” на ПМУ. Включение режима подтверждается соответствующим индикатором. В этом режиме можно запустить (остановить) отдельный объект, выполнить сброс аварий, подать звуковую сигнализацию. Команды запуска и останова в этом режиме распространяются на всю линию. Кнопка “СТОП” работает во всех режимах управления.

Программное обеспечение системы

Программное обеспечение (ПО) нижнего уровня, исполняющееся в ПМУ, реализует технологические алгоритмы предпускового и рабочих режимов управления конвейерной линией. Конфигурационные данные и исполнительная программа загружается по линии связи с АРМ диспетчера. Если ПМУ сконфигурировано как головное устройство конвейерной линии, оно может подавать команды запуска и останова для всей конвейерной линии. Конфигурирование ПМУ может быть выполнено без изменения прошивки внутреннего микроконтроллера путем загрузки конфигурационных данных с верхнего уровня (АСДУ). С системой поставляется программное обеспечение верхнего уровня - АСДУ (автоматизированная система диспетчерского управления).

Автоматизированная система контроля и управления шахтной стволовой сигнализацией (АСКУ ШСС)

Система предназначена для согласования действий машиниста, рукоятчика и стволовых при управлении установкой подъема-спуска людей, грузов, при осмотрах и ремонтах ствола.



Интерфейс пользователя рукоятчика и стволовых представляет собой графическое изображение на экране жидкокристаллического индикатора мнемосхемы технологического оборудования. Технологические объекты на мнемосхеме представлены в виде системы графических изображений. Сигналы состояния технологических объектов отображаются на мнемосхемах методом буквенного и цветового кодирования соответствующих графических изображений.

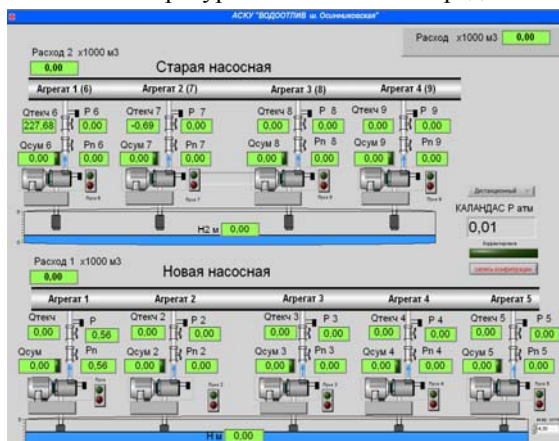
Кнопки управления операцией спуска-подъема находятся на передней панели пультов управления рукоятчика и стволовых.

Программное обеспечение пульта индикации машиниста отображает состояние опрашиваемых объектов системы в виде рисунков (мнемосхем), выводимых на экран монитора компьютера.

На мнемосхеме “Индикаторы” отображаются состояния стволовых механизмов, системы стволовой сигнализации, индикаторы команд выполнения машинисту, а так же команды управления и диагностики.

Автоматизированная система контроля и управления водоотливной установкой

Аппаратура КТС АСКУ ВУ предназначена для автоматизированного управления водоотливными



установками шахт и рудников в зависимости от сигналов, поступающих от датчиков уровня и давления воды, датчиков включения КРУВ-1, состояния задвижек.

Фрагмент экранной формы АСКУ водоотливных установок.

ПГУ обеспечивает стандартные функции аппаратуры автоматизации водоотливных установок и передачу информации на верхний уровень управления. Программное обеспечение комплекса позволяет одному контроллеру ПГУ одновременно управлять от одного до пяти насосных агрегатов. Средством реализации ПО верхнего уровня АСКУ ВУ является персональный компьютер диспетчера.

Функции, выполняемые АСКУ ВУ: управление в ручном, дистанционном и автоматическом режимах насосами, а также автоматическое управление работой насосных агрегатов в зависимости от уровня воды; измерение и контроль технологических параметров работы водоотливных установок:

1. уровень воды в приемных коллекторах;
2. давление воды в напорных трубопроводах после насосов (Мпа);
3. расход воды в напорных магистральных трубопроводах (коллекторе) (м^3).
4. производительность насосов ($\text{м}^3/\text{ч}$);
5. состояние рабочего и резервного насосов (включен/выключен);
6. состояние переключателей на пульте местного управления;
7. контроль состояния средств измерения и линий связи.
8. оповещение средствами звуковой и световой сигнализации об авариях
9. визуализацию технологического процесса на АРМ горного диспетчера;
10. ведение протоколов аварийных событий
11. хранение в базе данных компьютера протоколов работы системы, их просмотр и документирование.

Перечень используемой литературы:

1. А.Е.Иванов, И.В.Меркулов, Б.В.Нарымский, Д.С.Тихоненко. Аппаратно-программные средства для построения систем шахтной автоматики. Сб.статей международной научно-практической конференции “Научное развитие технологий разработки и использования минеральных ресурсов”, Новокузнецк, 2008 стр.160-162

Аннотация

В докладе освещается опыт реализации автоматизированных систем контроля и управления технологическими объектами шахт на базе аппаратно-программных средств, разработанных и изготавливаемых в КТИ ВТ СО РАН, г.Новосибирск. Автоматизации разнородных технологических объектов (собственно добыча, газовый контроль, вентиляция и т.д.) осуществляется с применением единых программно-технических средств, основанных на применении универсальных контроллеров на базе современных высоконадежных микропроцессоров, стандартных средств передачи информации.

УДК 622.01

МОНИТОРИНГ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМИ ДАТЧИКАМИ

*Голушко С.К., Харенко Д.С., Чейдо Г.П., Чуринов А.Е., Шакиров С.Р., Шелемба И.С.
КТИ ВТ СО РАН, Новосибирск, Россия*

Введение. Автоматизация управления производственными процессами в угольных шахтах является актуальной общемировой проблемой. Причем все большая часть технологий вовлекается в этот процесс. Комплексная автоматизация обеспечивает повышение экономической эффективности предприятия, а также является основой повышения безопасности, так как обеспечивает не только автоматизированное управление, но и всесторонний мониторинг оборудования и производственной среды. Например, современные системы диспетчерского управления, работающие под управлением программного обеспечения повышенной надежности [1] в обязательном порядке содержат подсистему аэрогазового контроля, отключающую электроснабжение оборудования при повышении концентрации метана в производственной атмосфере. Разработка датчиков нового типа, основанных на применении волоконно-оптических кабелей, открывает возможности расширения контролируемого поля параметров, что обеспечивает дальнейшее повышение безопасности.

В частности, перспективным представляется использование волоконно-оптических датчиков температуры и деформаций. Конструктивно эти датчики состоят из расположенного на поверхности (обычно в диспетчерской) блока управления и длинного волоконно-оптического кабеля (или нескольких кабелей), уходящего в подземные выработки.

Датчик температуры. Физический принцип датчика основан на использовании эффекта Рамана [2]. В блоке управления генерируется лазерный импульс определенной частоты и излучается в волокно. Этот импульс при распространении по кабелю претерпевает комбинационное рассеяние на молекулах волокна, частоты которого сдвинуты как вниз (Стоксово рассеяние), так и вверх (Антистоксово рассеяние) по отношению к Релеевскому. Так как заселенность энергетических уровней молекул волокна зависит от температуры, то соотношение интенсивностей максимумов спектра рассеянного света несет информацию о температуре в различных точках кабеля. Запаздывание естественным образом определяется расстоянием до точки рассеяния. После обработки фактически получается график зависимости температуры определенных участков кабеля от их расстояния до блока управления. Таким образом, оптоволоконный кабель по всей своей длине является чувствительным элементом датчика, на базе которого легко организуется непрерывный круглосуточный мониторинг температуры в горных

выработках. При этом к самому кабелю никаких дополнительных требований не предъявляется – это обычный кабель, используемый в шахтных коммуникационных сетях: необходимое количество оптических волокон используется для передачи данных, а одно из волокон – для мониторинга температуры. Так как коммуникациями охватываются фактически все выработки, автоматически получается датчик необходимой конфигурации. Полученная информация может использоваться различным способом. Наиболее целесообразно по согласованному интерфейсу передавать данные в диспетчерскую систему и обрабатывать их стандартными средствами системы – отображать на мониторах рабочих станций специалистов в виде таблиц и графиков, сохранять в базах данных для последующего анализа, использовать для формирования предупредительной и аварийной сигнализации и т.д.

На рис. 1 приведен график температуры, полученный на действующем макете системы, установленном на одной из угольных шахт Кузбасса. Коммуникационный кабель, одно из волокон которого использовано для контроля температуры, выходит из диспетчерской и проложен по открытой эстакаде до входа в вентиляционный ствол и далее уходит в шахту. Так как измерения проводились в зимний период, первая контрольная точка имеет отрицательную температуру. Результаты измерений температуры в шахте стабильны.

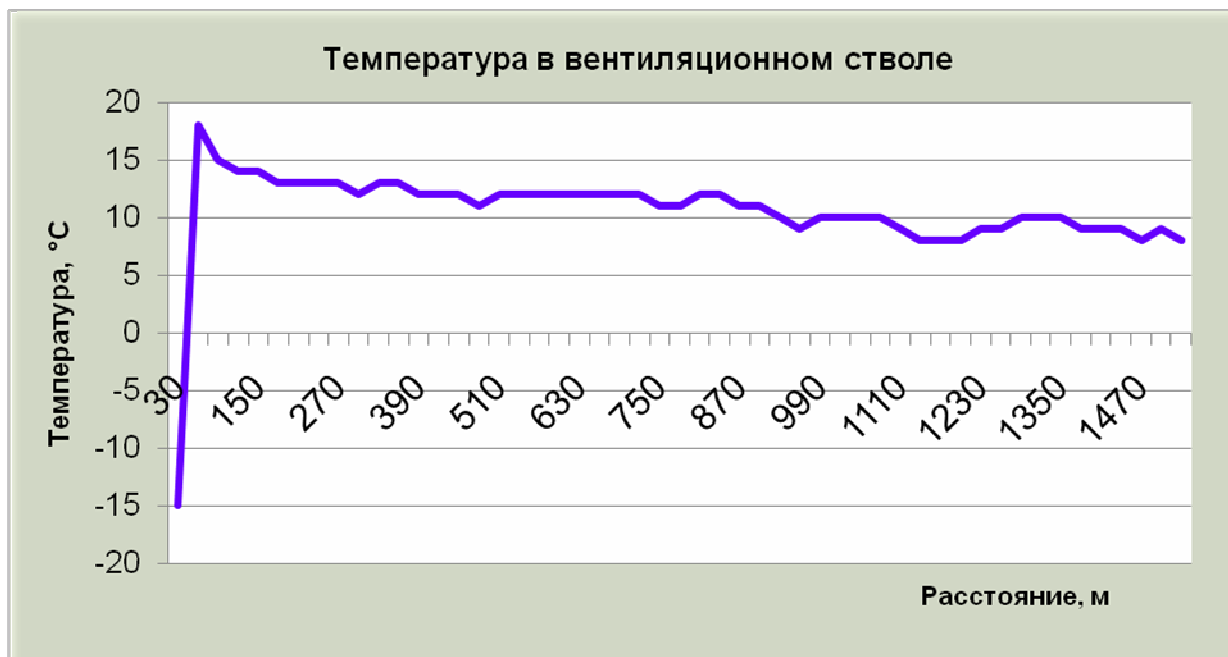


Рис. 1. Экспериментальные значения температуры в вентиляционном стволе шахты в зависимости от расстояния

Технические характеристики датчика температуры. Основные технические параметры, характеризующие возможности датчика:

- длина датчика – до 10 км;
- чувствительность - 1°C;
- пространственное разрешение – 2 м;
- скорость отклика на изменение температуры – 2 мин;
- температурный диапазон -40...+150°C.

Датчик деформаций. У этого датчика в качестве сенсоров используются дискретные элементы – волоконно-оптические решетки Брегга. Решетка Брегга представляет собой небольшой отрезок оптического волокна, на котором с помощью ультрафиолетового излучения предварительно нанесена периодическая структура из зон с измененным показателем преломления. Период решетки Λ – около 500 нм. Такая решетка пропускает световое излучение любой длины волны, кроме $\lambda=2n\Lambda$, определяемой периодом решетки, которое будет отражено в сторону излучателя.

Блок управления посредством перестраиваемого эрбиевого лазера излучает в волокно световые импульсы переменной частоты. Под действием механической нагрузки период решетки Брегга изменяется, соответственно изменяется длина волны отражаемого излучения. По изменению частоты вычисляется изменение периода решетки, позволяющее определить деформацию объекта, на котором закреплен датчик. С помощью сварки в волоконно-оптический кабель можно включить несколько десятков таких сенсоров и измерять деформации в различных точках. Каждый сенсор имеет свой период решетки, важно только, чтобы при сдвигах частот полосы соседних сенсоров не перекрывались. Все эти параметры рассчитываются при проектировании измерительной системы.

Так как период решетки изменяется также и при изменениях температуры, датчик деформации снабжается датчиком температуры и калибровочными полиномами для коррекции измерения деформаций. Датчик работает в температурном диапазоне от -40 до +60 °C. Разрешающая способность при измерении относительных деформаций

не хуже 10^{-6} . Конструктивно датчики могут размещаться на несущей базе длиной от 0,5 до 1 метра. На этом принципе легко строится датчик перемещений (шеллемер), имеющий разрешающую способность не хуже 10 мкм.

Прецеденты. Известны успешные применения датчиков деформации для решения задач мониторинга строительных конструкций. Например, при контроле состояния тоннелей используется метод, основанный на мониторинге геометрии арки, оборудованной датчиками деформации [3] и опробованный как в лабораторных условиях, так и на реально существующем объекте [4].

Задача решается следующим образом. К стенкам тоннеля жестко прикрепляется арка, изготовленная из металлических направляющих. На внутренней стороне арки закреплены 7 датчиков деформации на основе волоконных Брегговских решеток. Зная геометрию арки и показания датчиков деформации, можно описать поведение этих точек, рассчитав их смещения относительно начального положения. В дополнение к 7 датчикам деформации система включает и датчик температуры на основе волоконной Брегговской решетки, который также крепится на внутренней стороне арки. Это позволяет исключить влияние температурной составляющей на оценку деформации. Теория изменения радиусов изгиба, применяемая в данной технологии, позволяет смоделировать и количественно оценить радиальные перемещения как функцию аксиальных деформаций, измеренных в нескольких точках.

Перспективы. Обе описанные выше технологии могут быть эффективно использованы в угольных шахтах. Мониторинг температуры обеспечивает постоянный тотальный контроль всех выработок, обнаруживая отклонения теплового режима от норматива по произвольной причине (перегрев оборудования, экзогенный пожар и т.п.).

Мониторинг деформаций также может повысить безопасность угольных шахт. Одни из первых применений могут быть связаны с контролем напряженного состояния шахтных копров и несущих конструкций в капитальных выработках.

Литература

1. Благодарный А.И., Каратышева Л.С., Чейдо Г.П. Программное обеспечение высоконадежной АСУ реального времени для предприятий горнодобывающей промышленности. Горная промышленность. № 2, 2009, с. 58-64.
2. S.A.Babin, A.E.Ismagulow, A.G.Kuznetsov, A.A.Vlasov, I.S.Shelemba. Fiber-optic sensor systems and their applications. The 9th International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments. Saint-Petersburg, 2009. Vol. 3, p. 3-011, ..., 3-015.
3. Gama, C.D., «A continuous tunnel monitoring system for both construction and service stages», The 41st U.S. Symposium on Rock Mechanics (USRMS), Golden, Colorado, June 17-21, 2006.
4. Gama, C. D., «A Method for Continuous Monitoring of Tunnel Deformations during Construction and Service Phases». Proceedings of EUROCK 2004, Salzburg, Editor W. Schubert, pp. 251-254.

Аннотация

Предлагается новая технология мониторинга шахтной производственной среды, основанная на применении волоконно-оптических сенсоров. Предусматривается контроль температуры и напряженно-деформированного состояния инженерных сооружений для повышения промышленной безопасности.

New monitoring technologies of mine operational environment by using optical fiber sensor are proposed. Temperature and deflected mode of engineering structures are controlled for industrial safety enhancement.

УДК 622.831:620.171.5

ЧАСТОТНО-КОНТРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОПТИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

*А.С.Гуменный аспирант кафедры физики, Т.И. Янина доцент кафедры физики,
В.В. Дырдин зав. кафедрой физики, А.А. Мальшин доцент кафедры физики
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово*

Для повышения безопасности ведения горных работ при подземной разработке месторождений полезных ископаемых необходимо непрерывно контролировать целый ряд технологических параметров, в том числе непрерывно оценивать изменение напряженного состояния краевых зон массива горных пород. С этой целью разработана система непрерывного контроля изменения напряжений в массиве на основе волоконно-оптических элементов [1].

В системе используется сплошной фотоупругий датчик, который устанавливается по методике, изложенной в работе [2], в местах наиболее вероятного и опасного изменения напряженного состояния. Оптический сигнал с датчика в виде интерференционной картины передается на дневную поверхность с помощью оптического волновода, после чего обрабатывается с помощью современных цифровых технологий непрерывно в автоматическом режиме.

Изменение напряженного состояния массива горных пород определяется по изменению параметров интерференционной картины, полученной с фотоупругого датчика. В качестве датчиков используются цилиндры из натрий-силикатного стекла марки К8 со строго параллельными торцами без центральной скважины. Оптико-механические параметры, стекла марки К8 определены с большой степенью точности: модуль упругости $E=8,23 \cdot 10^5$ МПа, коэффициент Пуассона - 0,21, модуль сдвига можно определить по однозначной зависимости между модулем упругости и коэффициентом Пуассона.

Отсутствие центральной скважины упрощает конфигурацию интерференционной картины, что позволяет автоматизировать систему контроля.

Радиус интерференционных колец в полосах равного наклона рассчитывается по формуле:

$$r_m^2 = \frac{8n^2 L^2 - m \cdot 4n\lambda L^2}{d}, \quad (1)$$

где n - показатель преломления, L -расстояние от источника до датчика, m -номер интерференционного кольца, d -толщина датчика, λ -длина волны.

В случае плоского напряженного состояния и равномерно распределенной нагрузки p и q , формулы для расчета напряжений принимают вид [3]:

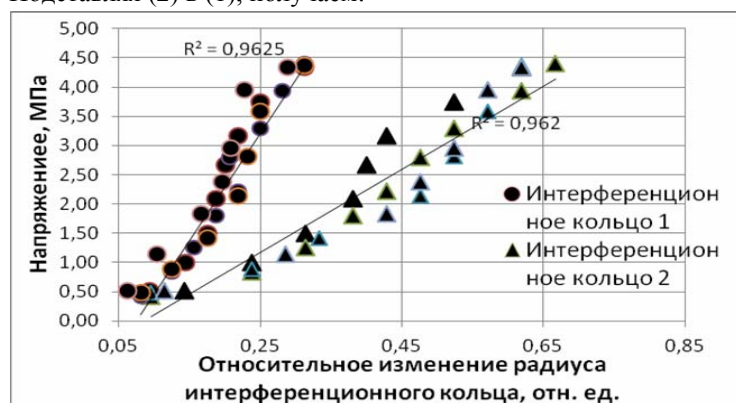
$$\sigma_{r1} = \frac{(p+q)a_1}{2},$$

$$\sigma_{\theta 1} = \frac{(p+q)a_1}{2} - \frac{(p-q)b_1 \cos(2\theta)}{2},$$

$$\tau_{r\theta 1} = \frac{(p-q)b_1 \sin(2\theta)}{2},$$

где a_1, b_1 - постоянные коэффициенты, зависящие от упругих постоянных и относительных размеров датчика, p и q - равномерно распределенная нагрузка во взаимно перпендикулярных плоскостях [3].

Подставляя (2) в (1), получаем:



$$r_m = \sqrt{8}L \left(n_0 + \frac{C \cdot b_1}{2} (p - q) \right) - \frac{m\lambda L}{\sqrt{2}d} \quad (3)$$

При регистрации изменения радиуса определенного интерференционного кольца, используя выражение (3), можно оценить нагрузку, действующую на датчик.

Для проверки достоверности формулы (3) были проведены лабораторные эксперименты, целью которых было установление

экспериментальной зависимости между изменением радиуса определенного интерференционного кольца и напряжением в датчике. В ходе эксперимента изменялось напряжение в датчике и фиксировалось изменение радиуса первого и второго интерференционных колец. На рис. 1 приведены экспериментальные зависимости между механическим напряжением в датчике и относительным изменением радиуса интерференционного кольца

$$\frac{r_1 - r_i}{r_1}$$

Рис.1. Зависимости между напряжением и относительным изменением радиуса интерференционного кольца

Из полученной формулы очевидна, зависимость радиуса определенного интерференционного кольца от разности нагрузки во взаимно перпендикулярных плоскостях, от ряда коэффициентов, постоянных для данного датчика, а также значения показателя преломления материала датчика на частоте опорного оптического сигнала. Определена частотно-контрастная характеристика системы контроля в видимой области спектра.

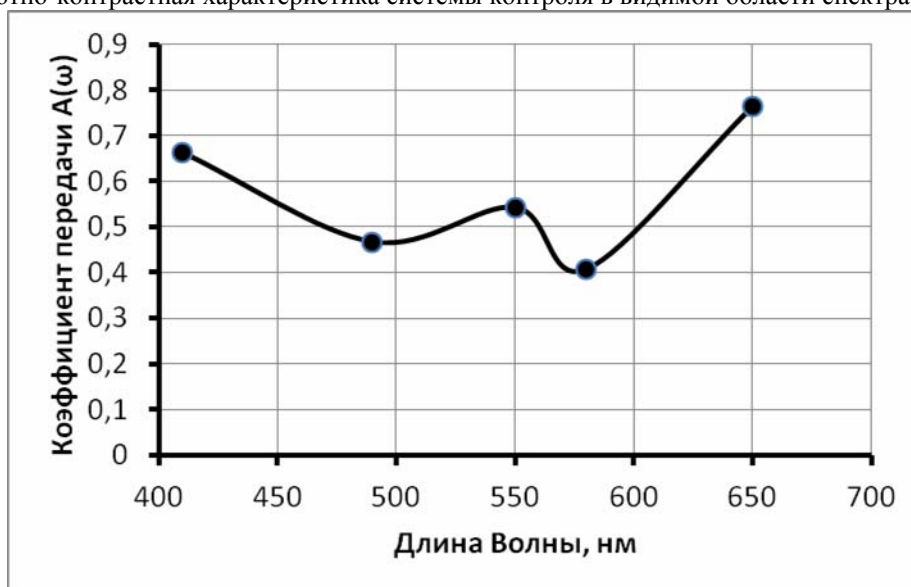


Рис. 2. Частотно-контрастная характеристика оптического волновода

В результате проведенного эксперимента, очевидно, что в видимом диапазоне, коэффициент передачи изображения максимален в длинноволновой части спектра. Это объясняется тем что, поглощение в стеклянных волноводах в этой части видимого спектра наименьшее, поэтому, в системе [1] в качестве источника оптического излучения используется гелий-неоновый лазер с длиной волны 632 нм.

Но при незначительных изменениях напряженно-деформированного состояния массива горных пород целесообразнее использовать источники с меньшей длиной волны, так как в области нормальной дисперсии, а для стекла К8 – это видимая часть спектра, значение показателя преломления больше.

Кроме этого при выборе частотного диапазона светового сигнала необходимо учитывать дисперсию не только показателя преломления, но и фотоупругих постоянных.

Список литературы

1. А.с. RU 2 421615 С1, МПК E21C 23/00. Устройство непрерывного контроля массива горных пород/ ГОУ Кузбасский Государственный технический университет; А.С. Гуменный [и др.]. – Опул в Б.И. 2011. - №17
2. Справочное пособие для служб прогноза и предотвращения горных ударов на шахтах и рудниках / П.В. Егоров, В.В. Иванов, В.В. Дырдин и др. – М.:Недра 1995. – 240 с.
3. Грицко Г.И. Измерение напряжений в горных породах фотоупругими датчиками / Г.И. Грицко, Г.И. Кулаков. – Новосибирск : Наука, 1978. – 144 с.

УДК 622.83

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ УГОЛЬНОГО МАССИВА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТВОРОВ ПАВ

Ёлкин Иван Сергеевич, к.т.н., доцент КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева

Применение поверхностно-активных веществ (ПАВ) при подземной разработке угольных месторождений имеет множество направлений направленных на повышение безопасности горных работ: борьба с запыленностью атмосферы в зоне ведения горных работ, интенсификация увлажнения угольных пластов с целью борьбы с газодинамическими явлениями и др. [1], [2].

При взаимодействии ПАВ с твердым телом наблюдается протекание эффекта Ребиндера, который заключается в адсорбционном понижении поверхностной энергии на границе раздела «жидкость - твердое тело». Происходит изменение механических свойств угля. При значительных концентрациях ПАВ и длительном времени воздействия их на уголь модуль упругости может изменяться в несколько раз, а процесс деформирования

приобретает пластический характер, что может существенно изменять механические свойства угольного массива в целом [3].

Одной из важной проблемой при применении данного способа является выбор ПАВ и его концентрации. Выбор ПАВ в целях управления состоянием массива зависит от многих факторов. К основным из них относятся: 1) физико-химическая активность угля, его физико-технологические свойства: степень метаморфизма, зольность, выход летучих; 2) физико-химические свойства жидкости: поверхностное натяжение, краевой угол смачивания; 3) экономические и технологические факторы применения ПАВ и др. [4].

В КузГТУ было проведено ряд исследований направленных на изучение влияния растворов различных ПАВ на изменение механических свойств углей (модуль упругости), установление зависимости упругих свойств углей от времени смачивания образца, его влажности и концентрации активной среды.

Исследования проводились на испытательной машине марки МИ-40У, подключенной к компьютеру. С помощью программы все перемещения автоматически записывались, строились графики зависимости усилия при сжатии от перемещения. На основании результатов определялись упругие характеристики образцов и их изменение.

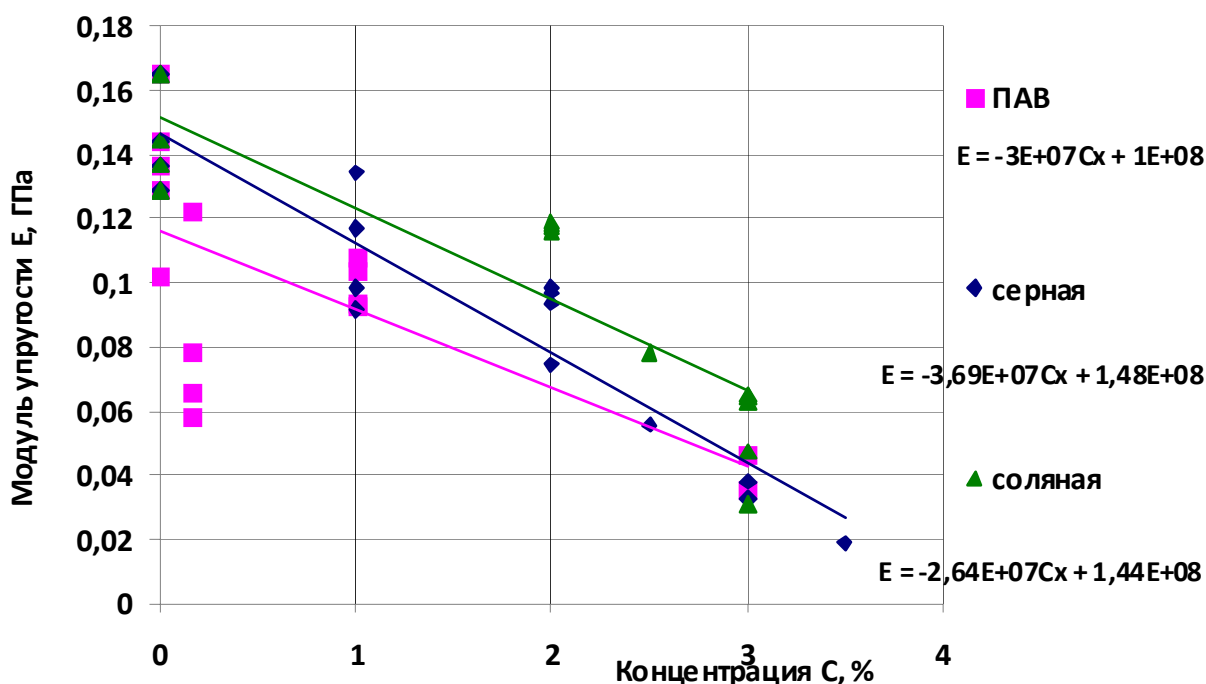


Рис. 1. Зависимость модуля упругости от концентрации

Были проведены исследования для различных растворов ПАВ (жидкое мыло («Неолас», Лауретсульфат натрия), HCl, H₂SO₄) различных концентраций (0,01%, 0,5%, 1%, 3%) и различного содержания влажности в интервале от 0% до максимальной влажности 6% для углей марок К, КО, Д.

В результате проведенных исследований была разработана методика, позволяющая определять оптимальное ПАВ и его концентрацию для изменения свойств угля. По разработанной методике были получены зависимости

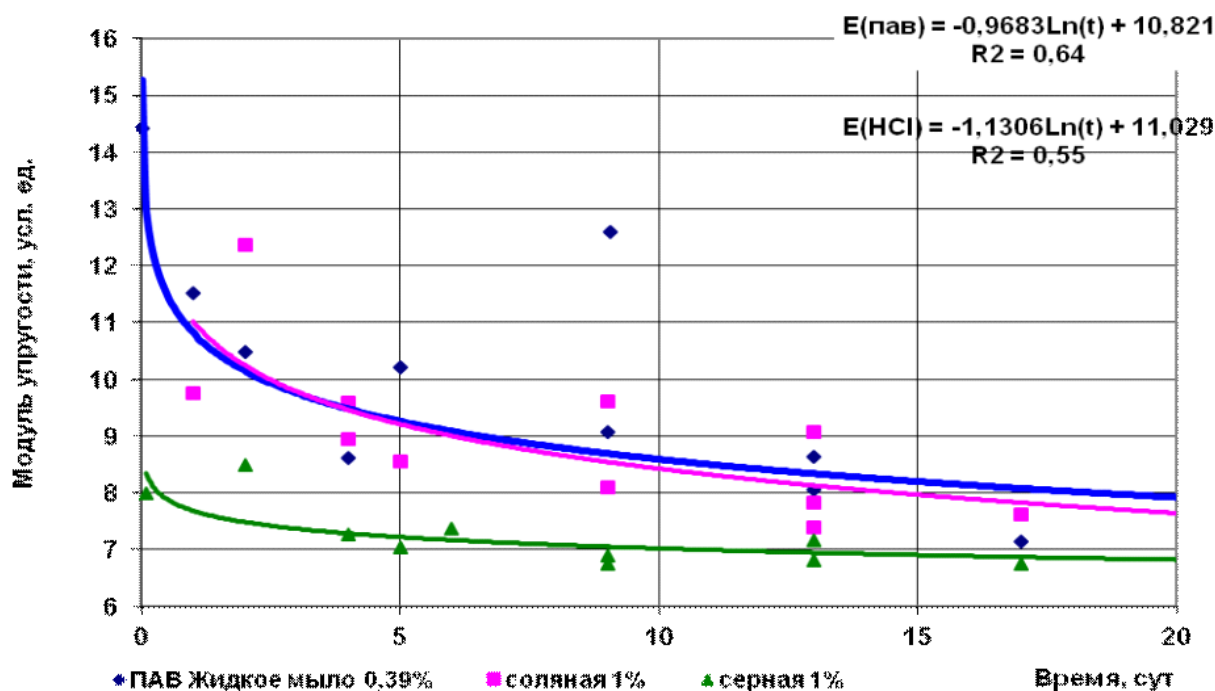


Рис. 2. Зависимость модуля упругости от времени

модуля упругости от: концентрации ПАВ (рис. 1), времени взаимодействия ПАВ с углем (рис. 2), влажности (рис. 3). По графикам видно, что особенно существенно уменьшается модуль упругости углей при использовании ПАВ (жидкое мыло «Неолас»), что говорит о большей эффективности при его использовании при увлажнении угольного массива.

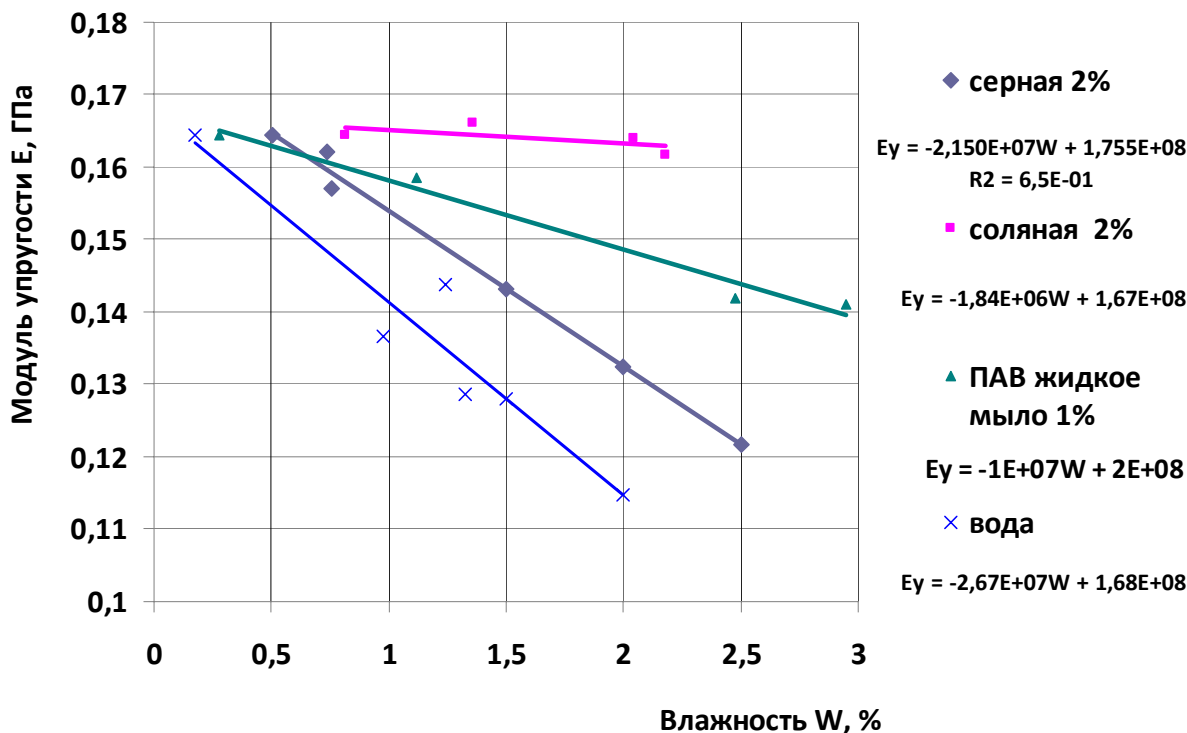


Рис. 3. Зависимость модуля упругости от влажности

Выводы

1. При увеличении влажности угля от 0 до 3% модуль упругости уменьшается на 25 – 30%.
2. При увеличении концентрации ПАВ от 0,01%, до 3% модуль упругости уменьшался 60 – 80%
3. При увлажнении угля раствором ПАВ с течением времени модуль упругости уменьшается на 22 % за первые сутки и достигает минимального значения через 10 – 15 сут.

Список литературы

1. Иванов Б. М., Фейт Г. Н., Яновская М. Ф. Механические и физико-химические свойства углей выбросоопасных пластов. – М.: Наука, 1979. – 194 с.
2. Елкин И. С., Дырдин В. В., Михайлов В. И. Повышение эффективности низконапорного увлажнения угольных пластов. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2001. – 100 с.
3. Васючков Ю. Ф. Физико-химические способы дегазации угольных пластов. – М.: Недра, 1986. – 254 с.
4. Сумм Б. Д., Горюнов Ю. В. Физико-химические основы смачивания и растекания. – М.: Химия, 1976. – 232 с.

Аннотация

Управление состоянием угольного массива путем применения растворов ПАВ / Елкин И.С.// КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, Кемерово, Россия.

Приведены результаты исследований по влиянию поверхностно-активных веществ на изменение механических свойств углей, разработана методика выбора ПАВ для управления свойствами угля.

Summary

Management of a condition of the coal massif by application Solutions/ Elkin I.S. A.//KUZGTU of a name T.F. Gorbachev, Kemerovo, Russia.

Results of researches on influence of surface-active substances on change of mechanical properties of coals are given, the technique of a choice of PEAHENS is developed for management of properties of coal.

УДК 658.51

СОЗДАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ШАХТЫ: ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРЕДЛАГАЕМЫЕ СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

О.В. Михайлова, к.т.н., доцент В.Е. Шехтман, доцент, И.А. Жибинова, к.т.н., заведующая кафедрой систем автоматизации управления Новокузнецкий институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КемГУ», г. Новокузнецк

В работе рассматриваются направления научно-исследовательских, опытно-конструкторских и проектных работ, необходимых при создании многофункциональных систем безопасности шахты на территории Кемеровской области, а также предлагаются некоторые возможные варианты решения возникающих при этом проблем.

In work are considered directions research, research and development and design work necessary when making the multifunctional systems to safety of the mine on territory of the Kemerovo area, as well as are offered some possible variants of the decision appearing at problems.

Создание многофункциональных систем безопасности шахты, соответствующих современным требованиям пункта 41 Правил безопасности [1],

является чрезвычайно трудоемкой задачей, требующей проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и проектных работ по следующим направлениям:

1. Разработка информационной модели многофункциональной системы безопасности угольной шахты (МСБШ).
2. Разработка организационного и информационного обеспечения интегрированной автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления технологическими процессами (АСОДУ ТПШ) как части многофункциональной системы безопасности угольной шахты.
3. Разработка технологии формирования рациональной технической структуры многофункциональной системы безопасности шахты.
4. Разработка технологии организации автоматического обмена информацией между верхними уровнями многофункциональной системы безопасности и отдельными АСУ ТП и АИС шахты.
5. Создание экспертной системы для анализа, прогнозирования и управления производственной безопасностью на шахте как части МСБШ.
6. Разработка тренажерно-обучающих программных комплексов по работе с многофункциональной системой безопасности шахты
7. Разработка подсистемы передачи данных из многофункциональной системы безопасности шахты в организации, связанные с обеспечением безопасности предприятия.

В настоящее время большинство угледобывающих предприятий Кемеровской области имеет систему оперативно-диспетчерского управления шахтой, состоящую из отдельных АСУ ТП разных производителей,

каждая из которых имеет собственный сервер с установленной на нем SCADA-системой и самостоятельной базой данных (рисунок 1). Практически все АРМы располагаются в помещении диспетчерской шахты на нескольких мониторах и контролируются одним диспетчером. АРМы имеют разнородные интерфейсы. Далеко не вся информация от этих систем необходима диспетчеру для выполнения функций, предусмотренных его должностной инструкцией. Обеспечение безопасности производственного процесса шахты зависит от скорости реакции диспетчера и его способности оценить общую картину по отдельным частям информации. Таким образом, немаловажную роль в оперативности устранения аварийных ситуаций на шахтах в настоящее время играет **человеческий фактор**.

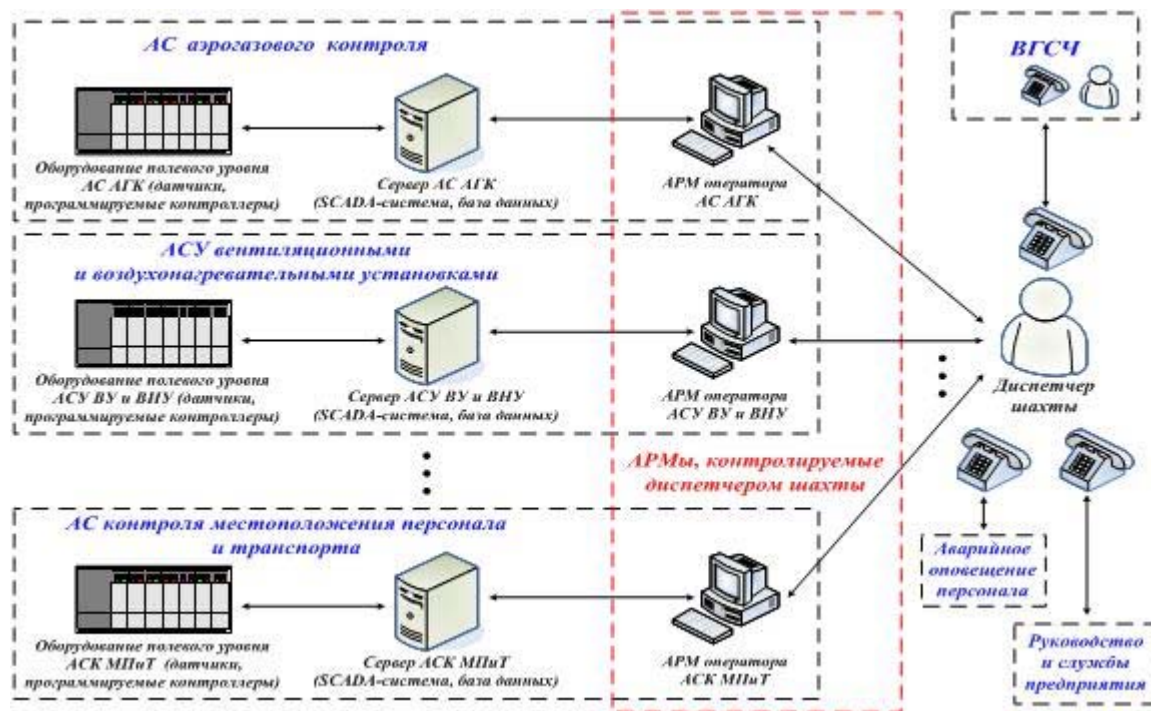


Рисунок 1 - Существующая структура АСОДУ ТПШ

Как показал проведенный анализ [2], в силу специфики программного обеспечения, разрабатываемого специально для работы с оборудованием конкретного производителя, хотя и потенциально открытого для приема-передачи данных извне, ни одна из существующих на шахтах области АСУ ТП не может являться основой для создания многофункциональной системы безопасности. МСБШ должны разрабатываться **по единой технологии индивидуально для каждой шахты** как интегрированные АИС, осуществляющие обмен данными с уже существующими и вновь создаваемыми подсистемами АСУТП и АСУП в автоматическом или автоматизированном режиме и иметь структуру, показанную на рисунке 2. При разработке **информационной модели** в структуре МСБШ нужно выделить 3 подсистемы: автоматизированную систему оперативно-диспетчерского управления технологическими процессами шахты (АСОДУ ТПШ); экспертную систему (ЭС) для анализа, прогнозирования и управления производственной безопасностью на шахте; автоматизированную систему передачи информации в ВГСЧ. Для каждой из указанных подсистем должны быть определены минимально необходимые наборы входных данных, а также разработаны алгоритмы и технологии взаимодействия между ними. При разработке **организационного и информационного обеспечения** интегрированной АСОДУ ТПШ как части МСБШ следует учесть необходимость перераспределения функций текущего контроля и оперативно-диспетчерского управления технологическими процессами шахты между диспетчером шахты и руководителями соответствующих служб. Например: АРМы АСУ ТП предоставляют диагностическую информацию о состоянии контролируемых процессов и оборудования подсистем специалистам службы ВТБ, отделов главного механика и главного энергетика; управление технологическими агрегатами осуществляется операторами подсистем также при помощи соответствующих АРМов; в случае необходимости диспетчер шахты может получить через локальную сеть предприятия доступ к любому из АРМов подсистем АСУ ТП и взять на себя управление процессом.

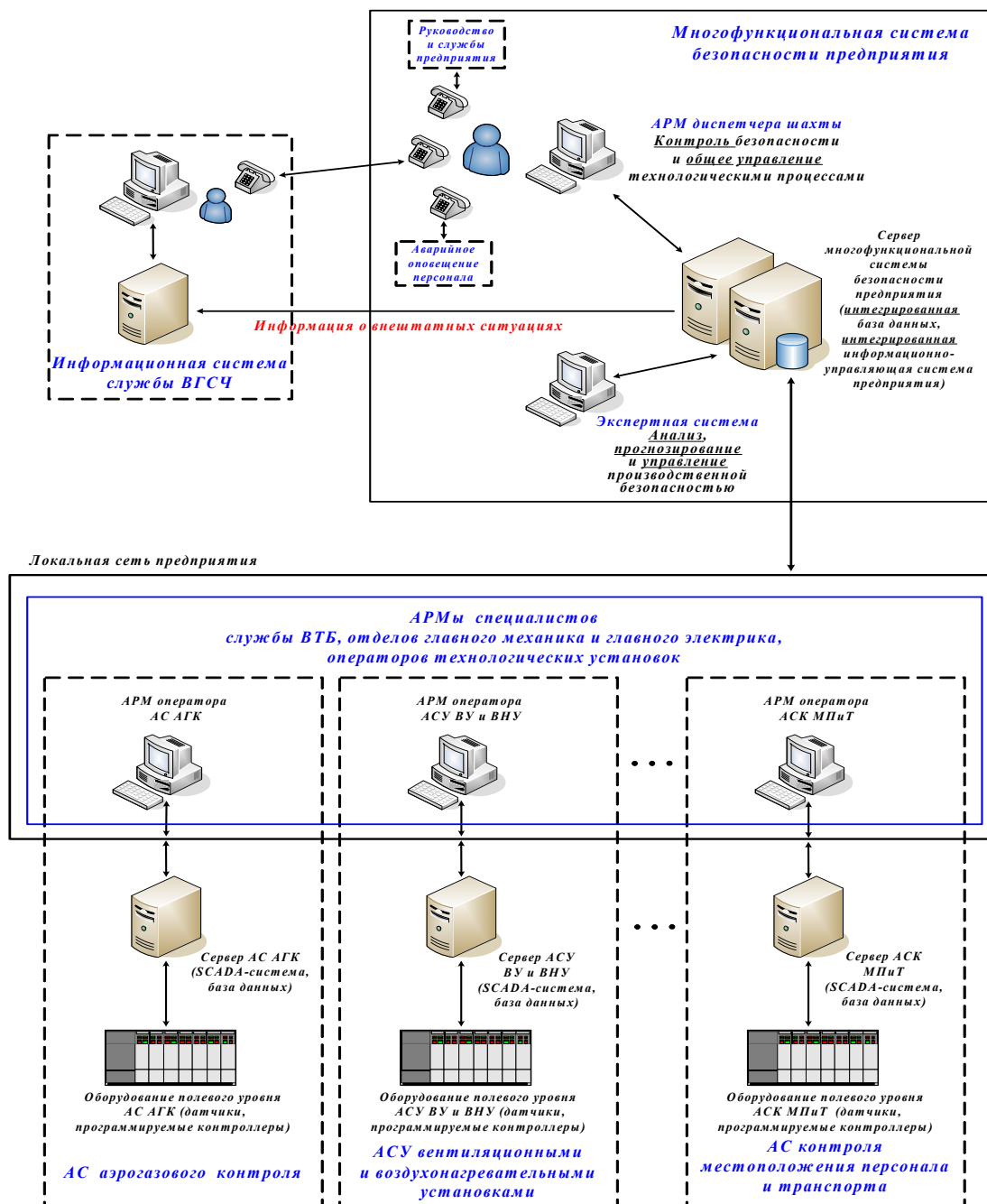


Рисунок 2 – Требуемая структура многофункциональной системы безопасности шахты

Диспетчеру должно быть предоставлено ограниченное число сообщений от подсистем АСУ ТП, а именно: оптимизированная информация о нормальном функционировании подсистемы; информация о плановых и внеплановых работах, проводимых в системе ответственными за ее функционирование службами; информация о внештатных ситуациях, угрожающих безопасности производства. Перечень внештатных ситуаций необходимо определять отдельно для каждой из подсистем управления технологическими процессами шахты.

Для оптимизации изменений штатного расписания всех служб, связанных с эксплуатацией и обслуживанием многофункциональной после перераспределения функций, требуется проведение маркетинговых исследований и

определение методики оценки необходимого количества обслуживающего персонала при любом изменении структуры многофункциональной системы.

В разработке **методики формирования рациональной технической структуры** МСБШ при ее создании и любом изменении важную роль играет решение таких задач, как оценка надежности системы в целом и покомпонентно, а также выбор способа резервирования данных. В настоящее время в НФИ КемГУ ведутся работы по созданию пакета прикладных программ «Расчет надежности автоматизированной информационно-управляющей системы», который позволит автоматически получать оценку показателей надежности после задания конфигурации системы и характеристик входящего в ее состав оборудования.

Применение только организационных мер для обеспечения взаимодействия между элементами МСБШ неизбежно приведет к возникновению аварийных ситуаций из-за больших объемов передаваемой и обрабатываемой информации и присутствия человеческого фактора. Для организации **автоматического обмена информацией** между диспетчерским и экспертным уровнями многофункциональной подсистемы и отдельными АСУ ТП и АИС шахты необходима выработка единой технологической концепции предоставления данных во внешние системы: обоснование выбора технологии обмена данными, наиболее оптимальной для большинства современных производителей оборудования и программного обеспечения, используемого на угледобывающих предприятиях Кемеровской области, а также разработка методических указаний разработчикам уже имеющихся и вновь создаваемых подсистем по обязательному предоставлению информации на диспетчерский уровень в части протоколов обмена, физического соединения и перечня передаваемой-принимаемой информации.

Создание **экспертной системы** для анализа, прогнозирования и управления производственной безопасностью на шахте продиктовано объективной потребностью анализа всей совокупности данных, описывающих процесс угледобычи, с целью управления рисками возникновения аварийных ситуаций и получения персоналом травм с тяжелыми последствиями. Полноценно такой анализ можно провести лишь на основе автоматизированных систем для учета замечаний и предписаний надзорных служб, а также травм и аварий на шахте.

Автоматизированная **система передачи информации в горноспасательные организации** позволит предоставлять выборочную информацию о внештатных ситуациях контролирующим органам и в горноспасательную службу, обеспечивающую шахту, как автоматически при возникновении внештатной ситуации, так и по запросу со стороны этих организаций при помощи внешних сетей, построенных с использованием различных физических носителей и протоколов обмена информацией. Перечень передаваемых сообщений о внештатных ситуациях должен быть сформирован и утвержден указанными организациями индивидуально для каждого предприятия.

Список литературы

1. ПБ 05-618-03 Правила безопасности в угольных шахтах с изменениями от 20.12.2010 г.
2. **Михайлова, О.В.** Анализ современного состояния многофункциональных систем безопасности шахты [Текст] / О.В. Михайлова, А.С. Полосухин // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: Труды международной научно-практической конференции / Кемерово. Сибирское отделение Российской академии наук, Кемеровский научный центр СО РАН, Институт угля СО РАН, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кузбасский государственный технический университет, ООО КВК «Экспо-Сибирь». - Кемерово, 2011.- 429с. – С. 36-39.

УДК 622.13.10

БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ

*Сивов Максим Олегович, Метельков Алексей Александрович
ЗАО «Гипроуголь», г. Новосибирск*

Современная шахта - это комплексно механизированное и высокопроизводительное предприятие большой мощности с высоким уровнем концентрации и интенсификации производства, имеющее поток основных технологических процессов.

Анализируя опыт проектного института «Гипроуголь», можно сделать вывод о том, что в последнее время в проектировании шахт преобладает тенденция к увеличению годовой проектной мощности предприятия. В связи с чем, совершенствованию технологии подземной добычи угля, обеспечивающей высокую эффективность выемки пластов, автоматизации производственных процессов и безопасности работ, придается огромное значение. Увеличение производственной мощности шахт, главным образом связано с необходимостью в наращивании собственной сырьевой базы углей коксующихся марок, и с желанием заказчика иметь рентабельное предприятие. Производственной мощностью типичной шахты, проектируемой в наши дни, можно назвать годовую добычу, составляющую 3 – 5 млн. тонн рядового угля.

Кроме увеличения проектной мощности шахты можно обозначить еще одну сложившуюся тенденцию – это увеличение глубины ведения горных работ. С проникновением горных работ на более глубокие горизонты, горно-

геологические условия усложняются: возрастает тектоническое влияние пликативных и дизъюнктивных нарушений, возрастает температура и газоносность горных пород, увеличивается опасность внезапных выбросов угля и газа, горных ударов. Наряду с этим, требуется постоянное улучшение условий труда, техники безопасности, повышение производительности труда, снижение себестоимости добываемого угля. С появлением выше обозначенных проблем, появляется необходимость в организации непрерывного контроля за горно-геологической ситуацией в шахте. Помимо этого, горнотехническая обстановка также нуждается в постоянном контроле, в числе которой можно обозначить: контроль за состоянием крепи выработок, в том числе анкерной с тензодатчиками перемещений слоев приконтурной зоны выработки; геофизический мониторинг состояния угольных пластов и вмещающих пород в связи с решением задач геодинамики недр; контроль за ситуацией в зоне повышенного горного давления, вследствие ведения горных работ; сейсмологический мониторинг; контроль рудничной атмосферы, скорости и запыленности воздуха, противопожарной защиты и др.

Таким образом, в создании высокоэффективной и безопасной шахты с высоким уровнем годовой добычи, возрастает необходимость в организации среды непрерывного контроля и автоматизации, что влечет за собой установку множества датчиков – от датчиков контроля массива, до датчиков мониторинга работы оборудования, и создание единой сети, по которой информация сможет поступать не только горному диспетчеру, но и заинтересованным службам, например службам прогноза геомеханических и газодинамических процессов при ВНИМИ, ВостНИИ.

Решить эту проблему возможно только путем создания системы комплексного мониторинга и автоматизации производственных процессов. В настоящее время, необходимость в создании на шахте данной системы закреплена нормативным документом и обозначена как многофункциональная система безопасности, а именно, Приказом Ростехнадзора №1158 от 20.12.2010 г. внесены изменения в Правила безопасности в угольных шахтах, ПБ 05-618-03. Изменению подверглись следующие пункты: 41, 49, 52, 54, 104, 230, 247, 261, 302, 306-308. В результате внесенных изменений, пункт 41 четко определяет назначение и состав многофункциональной системы безопасности, регламентирует создание проекта многофункциональной системы безопасности. Остальные пункты, по сути, скорректированы в связи с появлением обязательного требования создания на шахте многофункциональной системы безопасности.

Появление данных норм, закрепленных в «Правилах безопасности на угольных шахтах», явилось своевременной и адекватной реакцией на уровень современного развития угольных шахт, на степень механизации горных работ, на необходимость повышения безопасности горных работ, так как аварийность и травматизм, в том числе и в подземных горных выработках, к сожалению, остаются высокими. Владельцы горнорудных предприятий неохотно выделяли средства на технику безопасности в целом и, в частности, - на предупредительные меры по уменьшению аварий и снижению тяжести последствий от них.

В состав многофункциональной системы, помимо систем мониторинга и управления, должна входить система позиционирования и оповещения людей, а в случае аварии – система поиска и обнаружения. Требования к данной системе довольно жесткие, к примеру: она должна быть достаточно автономной – быть работоспособной в течении 36 часов после аварии; должна обеспечивать возможность обнаружения пострадавшего через слой породы не менее 20 м с погрешностью ± 2 м; должна обеспечивать передачу сообщений об аварии персоналу, независимо от его местонахождения до, во время и после аварии. Анализируя обозначенные требования современных норм безопасности, можно сделать вывод о том, что современная шахта не может существовать без организации высокоэффективной беспроводной связи.

Развитие технологий беспроводной передачи данных, в последнее время, происходит бурными темпами, и в наши дни продолжает развиваться. Однако, не любая технология беспроводной связи подходит для работы в условиях угольной шахты из-за специфики производства и определенной сложности создания единой сети, в условиях постоянно меняющегося фронта горных работ.

Зарубежный опыт применения беспроводных сетей в целях мониторинга персонала шахты и параметров технологических установок значительно превышает отечественный. Но в нашей стране также существуют организации занимающиеся разработкой и внедрением систем беспроводной шахтовой связи. Как бы то ни было, с появлением новых нормативных требований к эксплуатации шахт, появился повышенный спрос на продукцию беспроводных технологий связи, и организации-разработчики ставят перед собой задачу повышения конкурентоспособности российских систем, т.к. Китай в ближайшее время может стать производителем аналогичного оборудования, в связи с этим, необходимо закрепить нишу за отечественным производителем. Правительство Российской Федерации поощряет инновационные проекты, оказывает поддержку в рамках созданных технопарков, что в дальнейшем может способствовать развитию отечественных систем связи. Во время февральского визита премьер-министра РФ Владимира Путина в технопарк Новосибирского Академгородка, в числе разработок других компаний, ему продемонстрировали систему "ГОРНАСС" производства НПФ "Гранч". Данная система разработана Новосибирскими специалистами, появилась относительно недавно и является единой информационной инфраструктурой шахты.

Обеспечение поставленных задач обуславливает необходимость внедрения в подземной части шахт самых современных технологий беспроводной связи, характеризующихся возможностью высококачественной передачи значительных объемов оперативной информации при высокой надежности системы. Основной задачей проектирования систем горно-подземной беспроводной связи является создание зоны радиопокрытия в выработках шахты. Вплоть до недавнего времени практически единственной технологией создания сплошной зоны

радиопокрытия была технология, основанная на применении проложенного вдоль выработки специального волновода – излучающего кабеля. В мире реализовано более 300 крупных проектов по созданию систем связи на излучающем кабеле в тоннелях, в метрополитене, в крупных шахтах.

Излучающий кабель – это коаксиальный радиочастотный кабель, во внешнем проводнике которого имеются отверстия, благодаря чему он является приемо-передающей антенной. Для компенсации затухания сигнала в кабеле используются усилители. Электропитание линейных усилителей, как правило, осуществляется по излучающему кабелю. Таким образом, при использовании линейных усилителей и внешних источников питания осуществляется создание кабельных сетей большой протяженности. Радиосвязь с использованием излучающего кабеля работает на частоте около 500 МГц.

Один из первых крупных проектов по созданию единой системы подземной радиосвязи на базе излучающего кабеля был реализован на руднике «Октябрьский», ОАО "ГМК "Норильский никель". Данный комплекс был разработан специалистами компании «Информационная индустрия» на основе австралийской системы MCA 1000, в мае 2002 г. сдан в эксплуатацию как полнофункциональная транкинговая система протокола MPT 1327. Протяженность излучающей кабельной сети составила около 12 км. За время начальной эксплуатации системы, были получены положительные результаты в отношении оптимизации производственных процессов.

В 2004 году этой же компанией, аналогичная система радиосвязи под названием «Талнах» была внедрена на шахте «Заречная». Целью внедрения данного комплекса, была построена сеть технологической радиосвязи в шахте и создана на ее основе система позиционирования персонала и подвижных объектов, передачи данных, системы мониторинга и промышленного телевидения. Осенью 2006 года была создана сеть производственно технологической сети связи (ПТСС) на шахте «Разрез «Ольжерасский». Одним из компонентов ПТСС являлась сеть подземной искробезопасной радиосвязи (СПИР), построенная на базе оборудования транкинговой радиосвязи «Валдай MPT1327» производства компании «Информационной Индустрии».

Альтернативой системы радиосвязи, построенной на базе излучающего кабеля, является система беспроводной связи стандарта DECT, во многом, по функциональным возможностям данные системы схожи. В стандарте DECT используются радиочастоты диапазона 1880 – 1900 МГц, домашние и офисные беспроводные телефонные трубки, к примеру, также работают в стандарте DECT. Вопрос о перспективах использования технологии стандарта DECT в условиях подземных выработок, а также о том, действительно ли микросотовая система стандарта DECT является полноценной альтернативой другим системам радиосвязи, в недавнее время был особенно актуален. С этой целью, институтом «Гипроуглеавтоматизация» были проведены исследования и натурные испытания радиосвязи стандарта DECT на различных технологических участках в шахтах и рудниках. Оценка зоны покрытия радиосвязи стандарта DECT проводилась на шахте «Комсомольская» ОАО «Воркутауголь», в стволе, в капитальных выработках, на участке. Наиболее представительные результаты были получены в стволе, так как использовался комплект связи в полном объеме и на максимальную дальность связи (до 1000 м.) Измерения, проведенные в выработках (клетевой ствол, главный откаточный штрек, конвейерный штрек, лава), показали, что существенное влияние на условия распространения радиосигнала в диапазоне 1,8-1,9 ГГц оказывают: 1. Площадь поперечного сечения выработки, дальность связи уменьшается с уменьшением площади поперечного сечения; 2. Насыщенность выработки металлоконструкциями, которые оказывают экранирующее действие, ухудшая условия распространения радиоволн этого диапазона частот; 3. Ориентация и мощность антенн, при неправильной ориентации антенны – дальность связи уменьшается в 4-5 раз; 4. Близость силового оборудования (1140В, мощность 500-600 кВА и более), которое является источником помех в каналах связи.

Тем не менее, системы DECT используются в горной промышленности до сих пор. Так, системы микросотовой связи во взрывобезопасном исполнении «Гудвин Бородино-И» установлены в шахтах «Воркутауголь» и компании «Белон», а также на предприятиях ГОК АК "АЛРОСА" (рудник «Интернациональный» Мирнинского ГОК, Якутия). По словам разработчиков, системы стандарта DECT отличает высокая пропускная способность по абонентской нагрузке и отсутствие проблем электромагнитной совместимости со средствами автоматизированных систем управления на предприятии. Простота проведения работ при монтаже, настройке и эксплуатации системы обусловлена тем, что для подключения базовых станций системы используются обычные кабели телефонной распределительной сети, а сама процедура монтажа и подключения не сложнее установки обычного телефонного аппарата.

Системы радиосвязи, построенные на базе излучающего кабеля, волновода и стандарта DECT по своей функциональной возможности, конечно, превосходят обычные системы шахтовой АТС, но не способны в полной мере отвечать вновь установленным нормативным требованиям ПБ 05-618-03. В связи с чем, развитие данных направлений связи в настоящее время не продолжается. Для того чтобы полностью обеспечить выполнение требований пункта 41 Правил безопасности необходимо создать систему беспроводной и автономной связи. Такие системы сейчас создаются на базе беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11, в нашей жизни такой тип связи встречается под названием Wi-Fi. Данный стандарт работает на оборудовании для широкополосной радиосвязи, предназначенной для организации локальных беспроводных сетей Wireless LAN, на частоте 2,4 ГГц и 5 ГГц.

Технология Wi-Fi предназначена для беспроводной передачи информации на различные дистанции (в зависимости от используемого оборудования) и в то же время, на достаточно больших скоростях. На данный момент, наиболее распространены четыре модификации этого стандарта – IEEE 802.11a, b, g и n. Они различаются максимальной возможной скоростью передачи данных и дальностью, на которой может быть установлено соединение. Среди стандартов сети наиболее популярны IEEE 802.11b и g. Последним и наиболее продвинутым

стандартом на сегодняшний день, является IEEE 802.11n. Для передачи данных в них, используется диапазон частот от 2,4 до 2,4835 гигагерца, максимальная скорость равна b-11, g-54 и n-300 мегабитам в секунду, при этом дальность передачи сигнала составляет от 20 метров до нескольких километров, опять же в зависимости от используемых точек доступа, антенн и т.д. Стоит заметить, что на сегодняшний день наблюдается очень активное развитие данного вида связи как в гражданском, так и в промышленном назначении.

Технология беспроводной связи стандарта IEEE 802.11 за счет возможности широкого функционального использования позволяет создать комплексную систему модульной связи и в полной мере реализовать задачи мониторинга и автоматизации технологических процессов. Система Wi-Fi достаточно автономна и не требует прокладки кабельных линий связи и электропитания, при условии, что источником питания служат аккумуляторы.

В промышленности технологии Wi-Fi получают все большее использование. Большие наработки существуют в компании Siemens Automation & Drives, которые предлагает Wi-Fi-решения для своих контроллеров SIMATIC в соответствии со стандартом IEEE 802.11g в свободном ISM-диапазоне 2,4 ГГц и обеспечивающим максимальную скорость передачи 54 Мбит/с.

В настоящее время, Новосибирской компанией НПФ "Гранч", с учетом последних внесенных поправок в Правила безопасности (ПБ 05-618-03) на базе беспроводной связи технологии Wi-Fi, разработан комплекс «Умная шахта» - ГОРНАСС. Помимо функции оповещения, определения местонахождения персонала, поиска людей, застигнутых аварией, в разработанном комплексе также реализованы функции аэрогазового контроля, передачи информации и данных, управления оборудованием, обработки и отображения информации и организации систем связи. Комплекс «Умная шахта» - сложная единая информационно-управляющая инфраструктура, включающая в себя:

1. Granch МИС – многофункциональная измерительная система аэрогазового контроля, передачи информации и управления оборудованием, предназначенная для решения задач автоматизации в шахте. На базе Granch МИС созданы системы аэрогазового контроля, автоматизированного управления конвейерным транспортом, автоматизированного управления шахтовым водоотливом, управления энергоснабжением и др.

2. Granch SBGPS – система наблюдения, оповещения и поиска людей, застигнутых аварией. Система позволяет непрерывно наблюдать местоположение шахтера под землей с точностью ± 20 м, передает шахтеру команды и сигналы голосовыми фразами, оповещает об опасности и получает подтверждение, что сигнал не только принят, но и осознан, измеряет газовую обстановку вокруг каждого шахтера, и передает информацию о ней на пульт диспетчера, подсказывает человеку, находящемуся под землей, правильные действия в зависимости от ситуации.

3. Granch SBAVS – система громкоговорящей связи, оповещения и сигнализации. Система обеспечивает голосовую связь с диспетчером, или любым другим абонентом, группой абонентов, всеми абонентами, осуществляет предупредительную сигнализацию конвейерного транспорта, имеет функции аварийного останова конвейера с индикацией номера сработавшего поста, выдает предупреждающий сигнал не только на стационарные посты, но и на устройство оповещения, совмещенное с индивидуальным шахтовым светильником.

В основе построения сети подземного комплекса беспроводной связи «Умная шахта» лежат базовые станции Wi-Fi. В соответствии с типовыми техническими характеристиками базовые станции устанавливаются через 200м вдоль выработки. Базовые станции выполняют следующие функции: 1. Организация скоростного информационного канала до любых подвижных и стационарных объектов (устройства оповещения, отдельно стоящие датчики и т.п.) по Wi-Fi стандарту; 2. Резервирования источника энергии для собственных нужд и питания подключенного к ним оборудования; 3. Как «черный ящик» для сохранения всей информации, проходящей через нее, при отсутствии связи с верхним уровнем. В своем составе базовая станция имеет:

- процессорный блок, с мощным процессором, обеспечивающим маршрутизацию проходящего трафика, управление всеми подключенными к БС устройствами.

- две Wi-Fi точки доступа. Одна – для связи с соседними БС (резервный канал), другая – для обеспечения связи с устройствами оповещения, либо другими подвижными объектами.

- проводной интерфейс SBNI12-10, для связи с маршрутизатором или другими БС (основной канал).

- источник питания с резервным аккумулятором.

- антенно-фидерную систему, включающую четыре коллинеарных с синфазной запиткой попарно согласованные антенны с усилением 14 децибел.

Состав единого комплекса «Умная шахта», кроме базовых станций, формируют различные модули и компоненты: контроллеры, устройства оповещения (шахтовый фонарь), датчики, посты и наземное оборудование.

В зарубежных странах также активно разрабатываются комплексные системы беспроводной связи по технологии Wi-Fi. Например, Австралийская компания MineSite Technologies (MCT) активно продвигает свои разработки систем связи и мониторинга в мировой горнодобывающей промышленности. Технологии MCT установлены на более чем 500 подземных и открытых горных предприятиях во всем мире. Такие технологии включают:

- ImPact Цифровая система коммуникации и RFID Мониторинга – Wi-Fi стандарта 802.11 b/g для горных шахт. Два основных применения в шахтах: для RFID мониторинга и двусторонней голосовой связи по шахтному мобильному телефону VoIP.

- RFID мониторинг – активная Wi-Fi радиочастотная метка, находящийся с горняком или закрепленная на оборудовании в шахте с целью отслеживания перемещения под землей.

- MinePhone (Шахтный мобильный телефон) – для двусторонней голосовой и текстовой связи по цифровой сети. Мобильный телефон MinePhone – первый мобильный телефон, предназначенный для работы в условиях шахты, в среде Wi-Fi, по интернет-протоколу (VoIP). Также MinePhone работает как радиочастотная ID (RFID) система слежения (позиционирования).

- Интегрированный шахтерский фонарь (ICCL) – ICCL является облегченным шахтерским фонарем, который может быть оснащен разнообразным оборудованием для коммуникации и мониторинга. А именно радиочастотной меткой RFID, текстовым ресивером PED и/или рацией.

- PED Аварийная система оповещения – PED является односторонней системой оповещения текстовыми сообщениями, передаваемых в диапазоне ультранизких волн сквозь горную породу.

Кроме общеизвестной беспроводной связи Wi-Fi стандарта IEEE 802.11, в настоящее время разработаны и другие системы связи, например «супер Wi-Fi» или WRAN и WiMax, основанные на стандартах IEEE 802.22 и IEEE 802.16 соответственно. Сети между собой имеют много общего. Обмен данными по стандарту IEEE 802.22 производится на «свободных» частотах ОВЧ/УВЧ (VHF/UHF) телевизионного вещания, что составляет полосу от 54 до 862 МГц, это считается существенным минусом данной системы т.к. вызывает трудности для ее развертывания в городской среде, но для работы такой системы в подземных условиях этот факт не имеет значения. Основное преимущество данного вида беспроводных сетей связи заключается в радиусе зоны покрытия, которая составляет километры и десятки километров. Сейчас данные виды беспроводной связи внедряются в нашу жизнь, разработка промышленной связи на этих стандартах только развивается.

Существуют также беспроводные системы связи, основанные на стандарте IEEE 802.15.1, которые также известны под названием Bluetooth, данные системы связи имеют применение, но в бытовом и тем более в промышленном значении значительно уступают технологии Wi-Fi. Множество систем промышленной связи построенных на технологии Bluetooth предлагается компанией Phoenix Contact.

Кроме этого, существует также подземная беспроводная связь, основанная на стандарте IEEE 802.15.4, которая имеет название ZigBee. Данный вид связи является работоспособной, но лишь для шахтной автоматизации и контроля технологических процессов. В качестве системы промышленной автоматизации в подземных условиях беспроводная связь ZigBee была испытана в Конструкторско-технологическом институте вычислительной техники СО РАН, испытания проводились с использованием ZigBee-приемопередатчиков собственного производства. Использование стандарта передачи пакетов данных IEEE 802.15.4, нацелено на приложения, в которых требуется значительное время автономной работы от батарей и большая надежность передачи данных при меньших скоростях. Также преимуществом данной системы стандарта ZigBee/802.15.4 является простота установки и обслуживания устройств.

В мире, возможность использовать недорогой стандартизованный интерфейс для передачи данных ZigBee вызывает интерес некоторых профильных компаний. Так, американская компания "Mines Rescue Service Ltd" (MRSL), проведя сравнительный анализ работы передатчиков на 2.4 ГГц в условиях шахты, остановила свой выбор на использовании ZigBee для сбора данных с различных датчиков технологических установок. В институте горной и топливной промышленности Индии (Institute of mining and fuel research, Dhanbad, India) разработана беспроводная информационная система контроля перемещения персонала и оборудования шахт на основе ZigBee-совместимых RFID-устройств. Однако малый радиус действия примененных приемопередатчиков (50–60 м) не позволил создать сеть, охватывающую более или менее значительную часть шахты.

Беспроводная шахтная сеть, основанная на технологии Wi-Fi, является в настоящее время самой распространенной и способной обеспечить выполнение современных требований относительно создания многофункциональной системы безопасности. Но связь по технологии Wi-Fi не является единственной активно развивающейся. Альтернативой данной связи могут служить различные виды электромагнитной или импульсной связи, сквозь толщу горных пород. Какие-то из данных систем связи имеют широкие функциональные возможности и позволяют в большей степени обеспечить необходимые потребности, какие-то только развиваются с перспективой на дальнейшее совершенствование, как например разработка Санкт-Петербургского горного университета, радиосвязи сквозь толщу горных пород на основе импульсной связи. Данная система беспроводной связи является системой подземного оповещения работающих под землей шахтеров о возникновении аварийных ситуаций. Для организации системы связи на дневной поверхности располагается передающий комплекс, состоящий из передатчика электромагнитных сигналов низкой частоты с кодовой обработкой, блока питания и передающей антенны. Антенна представляет собой однопроводные электрические линии в виде нескольких лучей, протяженные на несколько километров и заземленные на концах на обсадные трубы геологических скважин. Изолированный антенный провод подвешивается на специальных опорах по простиранию шахтного поля. Диспетчер шахты через расположенный на поверхности передающий комплекс оповещает о возникновении аварийной ситуации. Его голосовое сообщение кодируется и передается через толщу горных пород кодовыми импульсами низкой частоты следования. В подземных выработках приемо-передающие устройства воспроизводят преобразованное из кодов голосовое сообщение, предупреждая работающих о возникновении опасности и мерах по ее устранению.

Специалистами Красноярского научно-внедренческого инженерного центра «Радиус» создана система «Радиус-2», которая ориентирована на выполнение п. 41, 49 ПБ 05-618-03. Система реализуется в комплексе с компонентами «РадиусПоиск» и «РадиусСкан».

В процессе эксплуатации, горный диспетчер может передать с пульта, установленного на поверхности шахты, сквозь толщу горных пород в любое место шахты, сигнал общего аварийного оповещения для эвакуации людей из шахты или персонального вызова шахтеру для связи с диспетчером с ближайшего телефона. Шахтерское абонентское устройство приемное, встроенное в крышку светильника принимает сигналы и преобразовывает их в мигание лампы светильника различной частоты и длительности и в звуковые сигналы. Интегрирующим сигнально-информационным устройством системы «Радиус-2» является шахтерское многофункциональное приемное устройство «Радиус 1-ПРМ 8».

Система "РадиусСкан" - аппаратно-программный комплекс, предназначенный для наблюдения и определения местоположения персонала в подземных выработках в реальном времени. Персонал шахты и техника снабжаются RFID метками с индивидуальными номерами, встраиваемые в корпус шахтного светильника совместно с функциями поиска под завалами и аварийного оповещения. RFID метка представляет собой микро ЭВМ с встроенным радио трансивером со сверх малым потреблением энергии. При прохождении шахтера, снабженного RFID меткой возле считывателя, происходит считывание индивидуального номера и через сеть RS-485 в режиме реального времени происходит передача информации на компьютер диспетчера шахты. Время и место идентификации вносится в базу данных и диспетчер может определить местоположение этого шахтера.

Компонент «РадиусПоиск» позволяет осуществлять поиск людей, застигнутых аварией в шахте. В состав подсистемы «РадиусПоиск», единой системы «Радиус 2» входит радиопеленгатор «Радиус ШРП». Для обнаружения и поиска людей в аварийных ситуациях применяются радиомаяки, встроенные в «Радиус 1-ПРМ 8», излучающие специальные сигналы, позволяющие определить их местонахождение шахтными радиопеленгаторами «Радиус ШРП» сквозь толщу горных пород на расстоянии 5-15 метров. Радиомаяк включается с пульта системы «Радиус-2» диспетчером шахты через толщу горных пород в любом месте, независимо от того где находится пострадавший шахтер. По мере приближения радиопеленгатора к радиомаяку амплитуда сигнала увеличивается. Это дает возможность определить направление и расстояние до маяка. Информация о дистанции отображается на цифровом табло радиопеленгатора и сопровождается звуковым сигналом.

В 2008 году комплекс беспроводного подземного аварийного оповещения, персонального вызова и поиска людей «Радиус-2» был установлен на шахте «Алексиевская» (г. Ленинск-Кузнецкий). В мае 2010 года на шахте произошла авария – обвал, когда пострадали 2 человека. Оба они имели с собой шахтовые светильники, в которые встроен чип «Радиуса-2». Горноспасатели установили местонахождение горняков, по мнению механика отдела ВТБ время розыска было значительно сокращено.

Аналогичные разработки существуют у компании ООО "УралТехИс": комплекс аварийного оповещения и селективного вызова СУБР-1П; система позиционирования горнорабочих и транспорта СПГТ-41. Принцип работы аналогичен работе системы «Радиус-2», с различием в возможностях оповещения персонала.

Среди зарубежных аналогичных разработок также существует множество систем беспроводной связи, но все они по сути своей похожи и используют аналогичный принцип работы, такие как MinSearch-08 производства Elektrometal, Mine Radio Systems, Becker Mining Systems. Отдельно можно обозначить разработку американской компании Lockheed Martin, систему – MagneLink, которая способна обеспечить передачу голоса и текстовых сообщений с поверхности до отдаленных мест угольной шахты. Система работает путем передачи электромагнитных волн сквозь толщу пород, без прокладки проводов и наземной инфраструктуры. Эта система является достаточно автономной и не полагается ни на одну из шахтных инфраструктур связи. Систему испытали на шахтах в Dilliner, штат Пенсильвания и Mavisdale, штат Виржиния, где MagneLink продемонстрировала двусторонние голосовые и текстовые сообщения на глубину свыше 1550 метров.

Анализируя все виды разработанной беспроводной связи для шахтовых условий можно сказать, что каждый вид связи имеет свои недостатки и преимущества. Какая то связь окончательно ушла в прошлое и развития в дальнейшем не получит, другая, напротив, является перспективной и привлекает к себе много внимания. Также ясно то, что несколько дублирующих друг друга типа связи окажутся эффективнее одной системы. Для оптимального развития шахтной системы связи и мониторинга необходим комплексный подход с комбинированием типов связи. В настоящее время совершенствование и развитие среды связи, передачи данных и непрерывного контроля и автоматизации в подземных условиях продолжается активными темпами.

1. Правила безопасности в угольных шахтах, ПБ 05-618-03. В редакции Приказа Ростехнадзора от 20 декабря 2010 г. №1158.

2. Вопросы оснащения техническими средствами аварийного оповещения и определения местоположения персонала в подземных горных выработках рудников и угольных шахт./ **Ферхо В.А., Веснин В.Н.**// Горный журнал Казахстана №8. 2010 г.

3. Шахтная беспроводная связь./ **Давыдов В.В.**// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) №11, МГГУ, 2010. С. 221 – 228.

4. В радиусе повышенного внимания к шахтеру// Уголь Кузбасса, Международный научно-практический журнал. Март-апрель, 2011. С. 68 – 69.

5. Шахтный комплекс аварийной связи./ **Кубрин С.С., Тимофеев В.В., Блохин Д.И.**// Патент № 2382203, опубл. 20.02.2010. Патентообладатель ФГУП «Гипроуглеавтоматизация».

6. Устройство для оперативной беспроводной связи с подземными выработками./ **Драбкин А.Л., Проскуряков Р.М., Семенов М.А.**// Патент № 2158368, опубл. 27.10.2000. Патентообладатель Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова (технический университет).

7. Использование сетей стандарта IEEE 802.15.4/ZigBee в системах шахтной автоматизации./ **Жуков М.О., Иванов А.Е., Меркулов И.В., Нарымский Б.В.**// Проблемы информатики. 2009. № 3. С. 42-46.
8. Apurva N. Mody, Gerald Chouinard. IEEE 802.22 Wireless Regional Area Networks. Enabling Rural Broadband Wireless Access Using Cognitive Radio Technology.
9. http://www.granch.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=136&Itemid=152
10. <http://www.lockheedmartin.com/us/products/magnelink.html>
11. <http://www.wi-fi.org/media/press-releases>
12. <http://sibac.info/index.php/2009-07-01-10-21-16/835-2012-01-27-08-24-14>
13. <http://www.informind.ru/about/article/41/>
14. http://www.minesite.com.au/wordpress/wp-content/uploads/MST_MP70_MinePhone+Datasheet_RU.pdf

УКД 622.4

КРИТЕРИИ, МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ВЫБОРА ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТ

*Н.Н. Петров д.т.н., г.н.с, С.А. Коленчук, аспирант, А.Д. Илюшкин аспирант
ИГД СО РАН, г.Новосибирск, Россия*

Проектирование вентиляции ставит задачу обоснованного выбора оборудования главных вентиляторных установок (ГВУ), которая, как правило, решается без всестороннего анализа множества характеристик и критериев эффективности выбираемого оборудования, таких как стоимость, экономичность, надежность, адаптивность, реверсивность и др.

При анализе вариантов по критерию, например, *«стоимость»* необходимо иметь в виду, что по статистическим данным удельные стоимости строительно-технологической части комплекса ГВУ (зданий и сооружений), стоимость механического оборудования (вентиляторов) и стоимость их электрооборудования составляют, соответственно, 53%, 24% и 23% [1]. По данным ряда проектных институтов за период 2007 – 2009 гг. установлено, что стоимость строительной части установок превышает стоимость оборудования и достигает 55-60 % от суммарной. Однако решение при анализе вариантов установок принимают только с учетом стоимости вентиляторов.

Схема и сложность каналов ГВУ определяют уровень потерь давления и производительности (утечки, притечки воздуха), которые характеризуются коэффициентом потерь энергии в каналах. Указанные потери, согласно упомянутой статистике, находятся в пределах 0.28÷0.35, т.е. до 35% потребляемой ГВУ энергии теряется в каналах [2, 6].

В условиях постоянного роста тарифов на энергию, удельный вес которой в себестоимости добываемого полезного ископаемого может достигать 30÷35% указанные потери окажутся обременительными. Поэтому критерий *«экономичность»* должен анализироваться с учетом потерь энергии в каналах, вентиляторе и электроприводе ГВУ с учетом роста тарифов на энергию (см. табл. 1).

Кроме критериев *«стоимость»* и *«экономичность»*, другими важнейшими характеристиками вариантов оборудования для ГВУ являются: *реверсивность, адаптивность, надежность установки как комплекса и т.п.*

Открытость рынка поставок техники в горную промышленность РФ и существующий произвол при решении указанных вопросов, а также многокритериальность задачи выбора оборудования ГВУ, обуславливают необходимость разработки методики объективного интегрального анализа вариантов техники по указанным критериям ЭВМ, программа для которых создана в ИГД СО РАН.

В соответствии с международной практикой, обобщенной в *«Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов»*, утвержденных Министерствами экономики и финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной и архитектурной политике [4], *эффективность капитальных вложений, в т.ч. приобретаемого и эксплуатационные расходы должны рассчитываться одновременно.* Принципы указанных методов, на наш взгляд, целесообразно использовать на объектах в интересах акционерных обществ, которые часто игнорируются.

Содержательный смысл рассматриваемого метода заключается в интегрированном учете суммарных производимых одновременно затрат на приобретение и эксплуатацию оборудования, которые посредством дисконтирования через коэффициент эффективности капвложений [4] приводятся к единому периоду (например, к сдаче вентиляторной установки в эксплуатацию или окончанию времени ее использования). При этом суммарные дисконтированные, приведенные к единому моменту времени затраты на строительство и эксплуатацию вентиляторной установки (C_i) с оборудованием типа i определяются как:

$$C_i = \sum_{t=0}^T K_i \cdot \alpha_t + \sum_{t=0}^T A_{ijt} \cdot \alpha_t \rightarrow \min, \quad (1)$$

где K_i – капитальные вложения на создание установки с вентилятором типа i , руб.

A_{ijt} – эксплуатационные расходы на функционирование установки с вентилятором типа i , работающим в режиме j , в году t , руб.;

t – номер шага (год) расчета;

$t = 0$ – базисный год (начало строительства установки);

T – горизонт (период) расчета от начала строительства;

α_t – коэффициент дисконтирования, с учетом факторов времени, неопределенности и риска принят равным 0.12 (исходя из действующего коэффициента эффективности капвложений и т.п.).

Для примера, в качестве альтернативных вариантов можно рассматривать установки с вентиляторами (см. табл. 1): $i = 1$, вентиляторы ВО-24К; $i = 2$, вентиляторы типа ВОД; $i = 3$, вентиляторы ВО-30 (см. табл. 1); $i = 4$, установки с вентиляторами ВДК (Китай); $i = 5$, вентиляторы ВО-36К; $i = 6$, вентиляторы типа GAT («TLT-Turbo» – Германия).

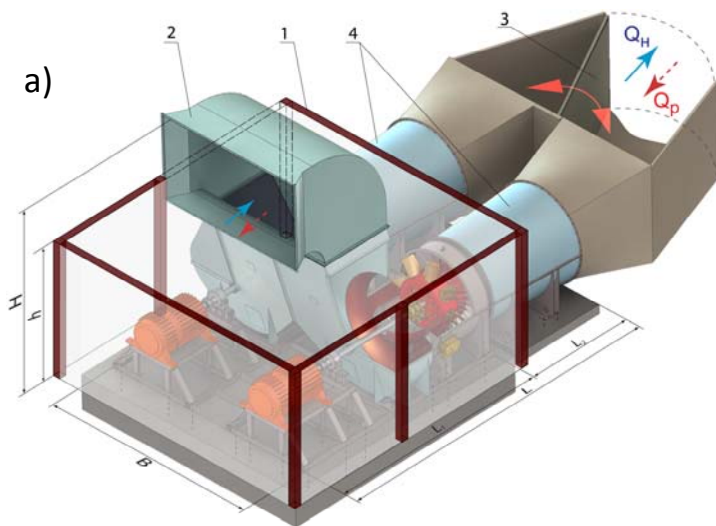
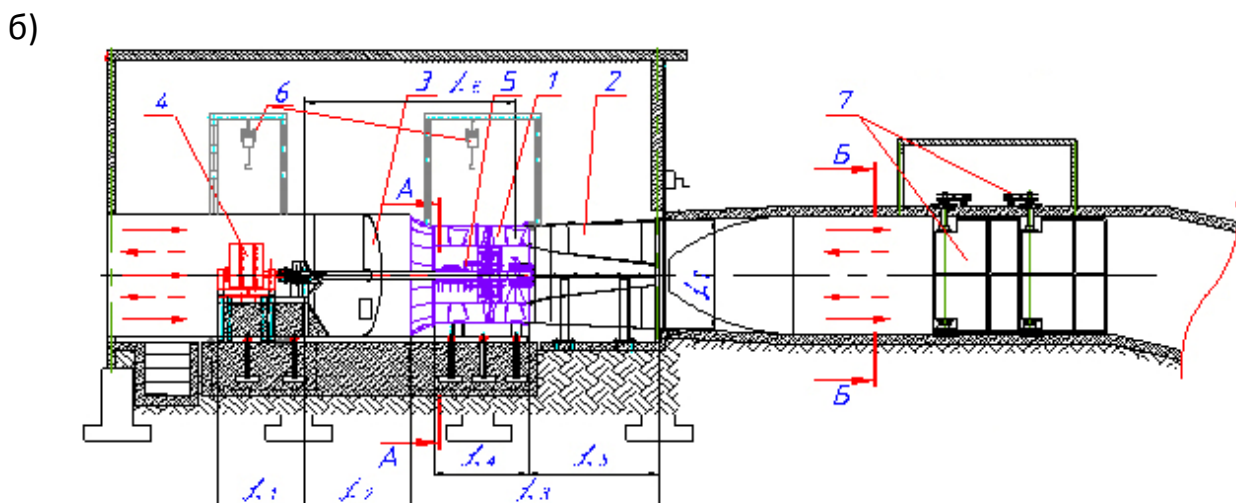


Рис.1. Варианты компоновок установки с вентиляторами серии ВО с вертикальным подводом воздуха (а) и горизонтальным подводом (б)

а) 1 – здание вентиляторов, 2 – входная коробка с перекидной лядой, 3 – флажковая дверь, 4 – диффузоры реверсивных вентиляторов диаметром от 1200 до 2400 мм с поворотными лопатками рабочего колеса S-образной формы.

б) 1 – Вентилятор диаметром от 3000 до 5000 мм с поворотными на ходу лопатками рабочего колеса; 2 – Диффузор; 3 – Входная коробка с



Технико-экономические характеристики сравниваемых вентиляторов сведены в таблицу 1. и рис. 2.

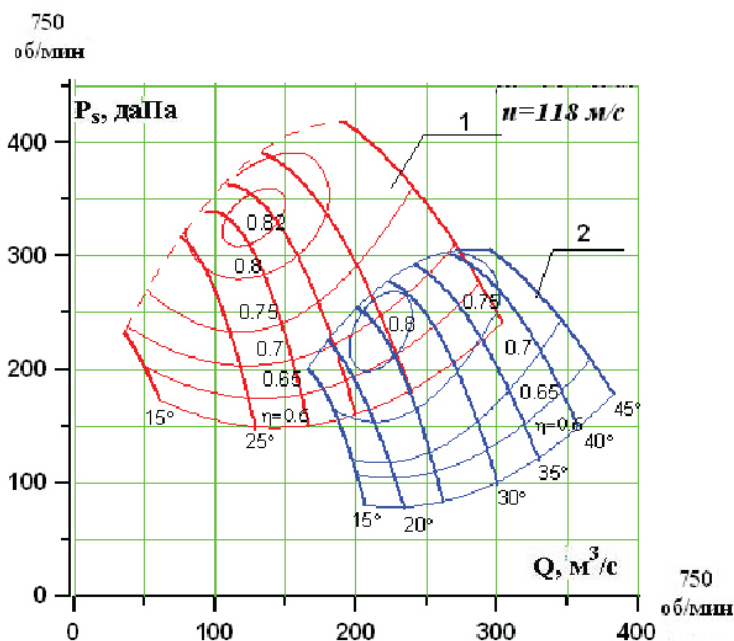


Рис.2 . Покрытие поля вентиляционных режимов аэродинамическими характеристиками вентиляторов ВО-30 18А1 (АМЗ), ВО-30 (СМЗ) ... в режимах: 1 – на момент сдачи шахты в эксплуатацию; 2 – освоение проектной мощности; 3 – наибольшее удаление фронта горных работ вентиляторами ВО... со съемными (8 или 4) лопаток рабочего колеса; ТЛТ по ш. «Распадская», KANAM (Китай) и АМЗ.

Можно в качестве примера, рассмотреть альтернативные варианты установок с указанными вентиляторами на примере проектных вентиляционных режимов шахт «Сибиргинская», «Южная», и «Распадская» (см. табл. 1).

Диапазон стоимостей оборудования и сооружений ГВУ на одни и те же вентиляционные параметры может быть достаточно широк, так как обусловлен множеством объективных и субъективных факторов (см. табл. 1), поэтому их показатели часто не объяснимы. Поэтому для получения объективных оценок сравниваемых вариантов закупаемого оборудования рекомендуется рассчитывать по выражениям (1 и 2) и выбирать по критерию «экономичность» тот вариант установки, который обеспечивает минимум суммарных приведенных затрат (выражение 2). При этом, эксплуатационные расходы на функционирование вентиляторной установки включают стоимость израсходованной энергии за период сравнения, а также затраты на обслуживание в т.ч. ремонт оборудования ГВУ и т.п.

Расход тепловой и электрической энергии на работу вентиляторного агрегата в течение года не является постоянной величиной, а зависит от требуемого режима и КПД вентиляторной установки, с учетом фактического эксплуатационного статического КПД вентилятора, а также КПД электропривода и КПД каналов, с учетом потерь давления и производительности (утечки, притечки) в них (см. табл. 1).

В этой связи годовые эксплуатационные расходы по вентиляторной установке с тем или иным вентилятором (типа i) должны определяться как:

$$A_{ijt} = \frac{Q'_{ijt} \cdot P'_{ijt}}{102 \cdot \eta_{эi} \cdot \eta_{эн.i} \cdot \eta_k} \cdot T_{ti} \cdot S + Z_{it} \quad (2)$$

где Q'_{ijt} – производительность (подача воздуха) вентилятора i , в режиме j , в году t , m^3/c ;

P'_{ijt} – статическое давление вентилятора i , в режиме j , в году t , $даПа$;

i – тип рассматриваемого вентилятора;

j – рассматриваемый режим (давление и производительность вентилятора);

$\eta_{эi}$ – эксплуатационный статический КПД вентилятора i в рассматриваемом режиме j ;

$\eta_{\text{эн.}i}$ – КПД электропривода вентилятора;

η_k – КПД каналов вентиляторной установки;

T_{ij} – число часов работы вентилятора за год в данном режиме;

S – стоимость одного кВт·часа расходуемой электроэнергии в данном энергорайоне, руб./кВт·час, с учетом платы за $\cos\varphi$ (асинхронную реактивную мощность);

Z_{it} – плата за присоединенную (установленную) мощность, руб./месяц·кВт и затраты на обслуживание и ремонт вентиляторной установки с машинами типа i за год t , в т.ч. стоимость запчастей, убытки от отказов ГВУ и т.п.

Для расчета затрат по вариантам вентиляторных установок согласно математическим моделям (1) и (2) нами разработана программа, которая используется для расчета суммарных приведенных эксплуатационных затрат по вариантам вентиляторных установок рассматриваемых вариантов, которая может быть передана безвозмездно по запросу предприятия.

Из приведённого расчёта следует, что даже при низких тарифах на электроэнергию (0,85-0,95 руб/кВт·ч) годовая стоимость расходуемой электроэнергии может достигать 20÷25% от стоимости оборудования установок (см. соответственно строки 2 и 4 графы 7 и 9, табл. 1).

Таким образом, заказчик и проектировщик на основе конкретных стоимостей вариантов вентиляторных установок, обеспечивающих требуемые вентиляционные режимы Q_{jt} , P_{jt} и стоимости электрической и тепловой энергии (руб./кВт·ч, руб./Гкал), может объективно оценить и выбрать наилучший вариант вентиляторов по основным критериям: **«стоимость»** и **«экономичность»** установки.

Характеристики оборудования для главных вентиляторных установок (ГВУ) должны представляться дополнительно следующими основными характеристиками: **надёжность, реверсивность, адаптивность** и т. п.

Сравнительные технико-экономические характеристики вентиляторных установок на примере шахт: «Южная», «Сибиргинская», и скважины №8 шахты «Распадская» с вентиляторами ВДК-8 №30-В («КАНАМ», Китай), ТАФ 38/21.5-1 («ПЛТ-турбо», Германия), ВО-30/18АР (АМЗ), ВО-30К и ВО-36К (РМЗ СХК и др., Россия) в ценах 2009 г.

Таблица 1

Шахта, вентиляторная установка	Тип электропривода и установленная мощность, кВт	Работы установки		Возможность управления электродвигателем		Общий эксплуатационный КПД установок, $\eta_o = \eta_d \cdot \eta_b \cdot \eta_k$	Годовой расход и стоимость электроэнергии, млн. кВт·ч / млн руб., $A_{\text{ит}}$	Проектные стоимости установок, млн руб., в т. ч.											
		Q_n , м ³ /с	P_n , кВт	приводы электродвигателя, Q_n, T_n, c	возможность регулирования на ходу вентилятора, $Q_n(t)$			зданий и сооружений	Общая, К.и										
Шахта «Сибиргинская» (в ценах 2007г)	Сerie установка с 2 вентиляторами ВО-36К	123	267	0,78 Q _n / 90 с.	Да	0,67	4,48 / 8,15 (3,93*)	24,5	89	33,4									
											123	267	0,7 Q _n / >= 600 с.	Нет	0,57	4,95 / 9,01**	30,4	41,2	71,6
Шахта «Южная» (в ценах 2007 г)	Сerie установка с 2 вентиляторами ВО-36К	240	320	0,7 Q _n / >= 600 с.	Нет	0,53	19,67 / 35,81** (17,29*)	112,4	102,1	214,5									
											Шахта «Распадская» (в ценах 2008 г)	Сerie установка с 2 вентиляторами ВО-30К	300	420	0,78 Q _n / ~90 с.	Да	$\eta_{e\phi} = 0,91 \cdot 0,79 \cdot 0,93 = 0,67$	41,84 / 76,714 (36,76*)	73,2
Сerie установка с 2 вентиляторами ТАФ 30/15-1	300	420	0,7 Q _n / ~120с.	Да	$\eta_{e\phi} = 0,91 \cdot 0,74 \cdot 0,75 = 0,52$	50,97 / 92,76** (44,78*)	130,0	195,0	325,0										

Примечания: 1. Q_n, P_n – производительность вентилятора в нормальном и реверсивном режимах; $Q_n(t)$ – регулирование подачи воздуха на ходу вентилятора, T_n – время реверсирования режима, с; * стоимость потребления электроэнергии приведена с учетом возможности регулирования подачи воздуха (см. графу 9, строки 1, 3, 5, 7, 8 и 9); ** стоимость электроэнергии в графе 9 строки 2, 6 и 8 взяты без учета дополнительных платежей за cosφ (1800 и 3600 кВт и 2400 и 4500 асинхронной нагрузки соответственно).
 2. Данные граф 10, 11 и 12 для вентиляторов серии ВО, строки 1, 5 и 7 получены пересчетом в ценах 1 кв. 2009г по сметам на строительство установок на шахтах «Костромовская», «Романовская» и руднике «Ново-Широкинский» с вентиляторами ВО-24К
 3. В расчетах стоимости 1 кВт·ч электроэнергии принята по одноставочному тарифу 1,82 руб.;
 4. Сузмарные приведенные затраты рассчитаны без учета убытков от простоев из-за загазований и взрывов метана;
 5. Общий КПД установок рассчитан как $\eta_o = \eta_d \cdot \eta_b \cdot \eta_k$, где η_k – КПД каналов, η_b – КПД электродвигателя, η_d – КПД вентилятора.
 6. Годовая стоимость расхода тепловой энергии приведенными в таблице нагнетательными установками находится в пределах 0,9–1,12 А_ж (см. графу 9)
 7. Стоимость расходуемой за год установками (строки 2, 6 и 8) тепловой и электрической энергии сопоставима со стоимостью оборудования, при этом потери энергии достигают более 50% ее потребления.

Об управляемости. Важнейшей характеристикой главных вентиляторов и ГВУ является их «управляемость» (см. графы 6,7,8 табл. 1), т.е. способность изменять производительность со скоростью не меньше чем скорость изменения, например, метановыделения в лаве, забое или участке шахты. Указанные скорости метановыделения в механизированных лавах по данным записей на шахте «Распадская» (1998) и «Ульяновская» перед взрывом в мае 2007г. по данным телеметрии метаносодержания, не считая возможных внезапных выбросов или экстренных метановыделений, находится в пределах $0,015 \div 0,026$ % $\text{CH}_4/\text{мин}$. Максимальная достигает $0,12\%$ $\text{CH}_4/\text{мин}$. Следовательно, с учетом совместного последовательного регулирования воздухоподачи в очистной забой посредством управляемых вентиляционных дверей и главных вентиляторов требуемая скорость изменения их производительности должна находиться в пределах $0,042 \div 0,053$ $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}/\text{мин}$ с ограничением максимальной скорости [9].

Указанные скорости изменения производительности могут обеспечить только осевые вентиляторы с поворотными на ходу лопатками рабочего колеса, что является причиной их повсеместного использования на шахтах Австралии, США и др. стран, где используются подсистемы АГК-АГЗ и системы автоматического управления проветривания шахт (САУПШ).

Без САУПШ, как и прежде, будут иметь место систематические загазования и остановки работ в забоях, что даже без учета убытков от взрывов метана, уровня региональных или федеральных трагедий 2007 года с миллиардными убытками, указанное также приводит к значительным материальным потерям, в т.ч. из-за перерасхода на $35 \div 40\%$ энергопотребления на вентиляцию шахт [6, 9] (см. графу 9 табл.1).

Можно также показать важное значение характеристик ГВУ: «реверсивность», «надежность» и «адаптивность» - как способность экономично перенастраивать на новый требуемый вентиляционный режим, последние из которых не обеспечиваются вентиляторами фирм «Канам», «Horgen» и др.

Выводы

1. Характеристики «**стоимость – экономичность**» главной вентиляторной установки, как комплекса, в значительной степени предопределяются функциональными возможностями используемых вентиляторов (способ реверсирования и регулирования, тип электропривода и т.п.). При этом стоимость строительно-технологической части установок (зданий-сооружений, и т.п.) в значительной мере индивидуальны (см. табл.1) и могут превышать половину стоимости всей установки (до $55 \div 65\%$). Годовая стоимость потребляемой установками энергии сопоставима с начальной стоимостью оборудования вентиляторной установки, при этом суммарные потери энергии в электроприводе, вентиляторе и каналах установки могут составлять $35 \div 40\%$ от общего энергопотребления (см. графу 9 табл.1). *Следовательно, обоснованное решение по выбору оборудования вентиляторных установок по критериям «стоимость – экономичность» следует выполнять на основе совместного анализа всех затрат, согласно действующим методическим рекомендациям [4].*

2. При анализе вариантов оборудования следует акцентировать внимание на характеристиках предопределяющих надежность и устойчивость систем проветривания шахт, главным образом определяемых критериями: «**реверсивность**», «**управляемость**», а также технической надежностью оборудования вентиляторных установок как комплексов технических средств, определяемой через вероятностные показатели.

3. Заказчик на основе изложенного здесь метода и рекомендаций Минфина и Минэкономки РФ [4] должен поручать проектировщику выполнение расчетов технико-экономической эффективности предлагаемого в проект оборудования по критериям «**стоимость – экономичность**», а также инженерно – технический анализ предложенного варианта оборудования по критериям, «**управляемость**», «**реверсивность**», «**надежность**», «**адаптивность**» и т.п.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования РФ

Литература

1. **Н.Н. Петров.** Об экономичности, стоимости и металлоемкости вентиляторных агрегатов// ФТПРПИ. – 1988. - №4. – с.66-72.
2. **В.П. Верещагин, В.Я. Олейник.** Анализ потерь энергии в шахтных вентиляторных установках //Вопросы эксплуатации шахтных стационарных установок. – Донецк. ВНИИГМ им. М.М. Федорова – 1985 г., с. 204-210.
3. **Н.Н. Петров.** Экономичность действующих вентиляторных установок и пути ее повышения // Автоматическое управление в горном деле. – Новосибирск – 1974 г..
4. «**Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов**»: (Вторая редакция) / Утв. мин. экономики РФ, мин. финансов РФ, гос. ком. РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике, № ВК 477 от 21 июня 1999 – М.: ОАО «НПО» изд-во «Экономика», 2000 – 421 с.
5. **С.И. Демочко, А.В.Кузнецов, В.П. Паршинцев.** Неисправности шахтных вентиляторных установок главного проветривания // Справочное пособие, - М.: Недра, 1990 – 188 с.
6. **А.Г. Захарова, Г.И. Разгильдеев.** Структура энергопотребления и ресурсы энергосбережения на шахтах Кузбасса // Уголь. – 2000. - №7.

7. **Н.Н. Петров, Е.Ю. Грехнева.** Разработка аэродинамики и конструкции реверсивных вентиляторов местного проветривания. // «Рудник будущего». — №4(8). — 2011. — с 76-78.

8. **И.В. Брусиловский.** Аэродинамика осевых вентиляторов. — М.: Машиностроение, 1984. — 240 с.

9. **Н. Н. Петров, Е.В. Барахтенко.** Пути повышения экономичности и надежности проветривания рудников // ФТПРПИ. — 2006. — №2. — с. 81-88.

Аннотация: в докладе рассматривается перечень критериев и методика их интегрального анализа для объективного выбора варианта оборудования вентиляторной установки для главного проветривания шахт в том числе математические модели, алгоритмы и программы определения варианта обеспечивающего минимум суммарных приведенных затрат на эксплуатацию вентиляторных установок за срок службы.

Annotation: this report reviews the list of criteria and methods of integral analysis of these criteria to select the option of ventilation equipment for principal mine ventilation including mathematical models, algorithms, and program that defines the minimum total cost of running of these ventilation systems during their exploitation period.

УКД 622.272:622.8

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КУЗБАССА

*Петров Н.Н. д.т.н., г.н.с, Коленчук С.А. аспирант, Илюшкин А.Д. аспирант
ИГД СО РАН, г.Новосибирск, Россия*

Взрывоопасная концентрация метана в рудничной атмосфере, является основной причиной крупных аварий на шахтах России. Увеличение глубины ведения горных работ и производительности очистных забоев, способствует увеличению выделения метана в горные выработки.

Снижение концентрации метана в рудничной атмосфере возможно с помощью средств вентиляции и дегазации

Средствами вентиляции снизить концентрацию метана в шахтовой атмосфере не всегда является возможным, так как подача воздуха в горную выработку ограничена максимальной скоростью движения воздуха согласно Правилам безопасности в угольных шахтах.

Действующими в отрасли нормативными документами, предусматривается проведение обязательной дегазации угольного пласта при его относительной метанообильности более 13 м куб. на тонну. Дегазация угольного пласта производится с помощью дегазационных установок через пробуренные вертикальные, горизонтальные или наклонные скважины. Через системы дегазационных трубопроводов, к которым подключены скважины, метан поступает в атмосферу или в промышленные установки по его утилизации.

Поступающий в атмосферу метан, является причиной парникового эффекта. Метан в 21 раз сильнее, по своей способности создавать парниковый эффект на планете, чем углекислый газ. В настоящее время метан составляет 16% от глобального объема выбросов парниковых газов, происходящих в результате деятельности человека [1].

Экономически эффективным и экологически безопасным является промышленное использование метана как самостоятельного полезного ископаемого.

Первыми на угольный метан как на самостоятельное полезное ископаемое обратили внимание специалисты из США [2]. Это очень важный момент, можно даже сказать, определяющий все дальнейшие успехи — метан угольных пластов стал рассматриваться не как сопутствующий угледобыче опасный компонент, а как полноценный, пусть и нетрадиционный, углеводород, добыча которого фактически не связана с деятельностью угольных компаний.

Так, в США в данной отрасли работает около 200 компаний, и за последние 10 лет объемы добычи были доведены до 60 млрд. м³ в год. В стране разработана и внедрена технология извлечения из угольных пластов до 80% содержащегося в них метана. Такая степень извлечения достигается пневмо- и гидродинамическим воздействием на пласты, стимулирующим повышенную газоотдачу углей. Интенсивные работы по извлечению метана ведутся в Австралии, Китае, Канаде, Польше, Германии и Великобритании.

В Австралии некоторые компании успешно добывают метан с середины 90-х годов. Разработка ведется горизонтальными скважинами, пробуренными по пласту на расстояние до 1500 м. Из них газ подают на очистительную фабрику, где его обезвоживают, фильтруют и сжимают. Далее, по газопроводу высокого давления, метан поставляют потребителям.

В Китае запасы метана составляют около 35 трлн. м³, и его добычей начали заниматься в начале 90-х. К настоящему времени на территории угольных бассейнов страны пробурено более 100 опытных скважин, и сейчас объем добычи составляет около 10 млрд. м³.

В Великобритании компания Coalgas разработала альтернативный метод извлечения метана — путем его откачки через вентиляционные стволы шахт, куда он поступает из неотработанных угольных пластов. По этой технологии Coalgas ведет добычу метана из двух заброшенных шахт.

По мнению американских экспертов, мировая добыча метана из угольных пластов будет неуклонно расширяться, и к 2020 г. ее объемы будут доведены до 100-150 млрд. м³ в год. В более отдаленной перспективе эксперты ожидают, что она будет увеличена до 470-600 млрд. м³ (15-20% мировой добычи природного газа).

Мировые ресурсы метана оцениваются в 260 трлн. м³, лидерами в этом списке являются США, Китай, Россия, Индия, Австралия. Говорить о запасах в конкретных цифрах достаточно сложно, потому как прогнозы экспертов разнятся порой до нескольких десятков триллионов и учитывают только запасы, которые находятся на глубинах до одного километра [3].

Необходимым условием эффективного развития промышленной добычи угольного метана является поэтапное принятие соответствующей нормативно-правовой базы. Сегодня угольный метан даже не внесен в перечень полезных ископаемых, абсолютно не используются преимущества Киотского протокола, существует нехватка квалифицированных кадров. Первый этап должен привлечь в эту среду бизнес. Для этого потребуются разработка системы экономических стимулов — льготы по налогам, по таможенным платежам на ввоз новой техники и технологий. На втором этапе — введение полного запрета строительства шахт на участках, не прошедших предварительную дегазацию.

Это необходимые, но недостаточные шаги. Ключевым вопросом для любого инвестора все равно останется себестоимость полученного продукта и сроки окупаемости финансовых вложений. Отличие добычи угольных газов от добычи природного газа состоит в том, что для получения максимального дебита требуется бурение большого количества разнонаправленных скважин.

Кроме того, максимум по дебиту и стабильности химического состава достигается через довольно значительный срок, при добыче метана из неразгруженных угольных пластов иногда до двух лет.

Сейчас совершенно очевидно, что главными составляющими цены угольного метана при этих условиях являются стоимость бурения и интенсификации скважин, а также стоимость наземного оборудования для подготовки и утилизации газа. Без внедрения современных инновационных технологий и оборудования для эффективного выполнения этих работ проект промышленного освоения метанугольных месторождений растянется на многие годы и, следовательно, теряет свою экономическую и социальную значимость.

Рассмотрение угольного месторождения как источника угля и содержащегося в нем газа, позволит рациональнее использовать месторождение при его разработке, улучшит экологическую ситуацию в регионе где разрабатывается месторождение, а так же позволит усилить экономику региона, в результате снижения поставок закупочного газа с других регионов.

Первые попытки промышленной добычи метана в России сделаны в 2010 г. компанией «Газпром» на Ерунаковском месторождении в Кузбассе. Там были пробурены семь скважин глубиной от 600 до 960 м.

В долгосрочной перспективе «Газпром» планирует ежегодно добывать на угольных месторождениях Кузбасса 18–21 млрд. м³ метана [4].

Мировой опыт показывает, что масштабная добыча угольного метана в США, Австралии, Китае началась после того, как государство стало стимулировать такие проекты, предоставило им значительные льготы.

Однако в отличие от зарубежных стран в России пока нет полноценной правовой основы для добычи угольного метана. Метан еще не внесен в общероссийский классификатор продукции в качестве самостоятельного полезного сырьевого ископаемого. Это не позволяет утвердить для него специальный налоговый режим, сделать этот тяжелый парниковый газ товаром, самостоятельным продуктом. Кстати, две трети оборудования, которое применяется в кузбасском проекте, - отечественного производства. В ближайшие годы в добычу угольного метана в Кузбассе будут инвестированы десятки миллиардов рублей, общая стоимость проекта по оценке "Газпрома" - 80 млрд. руб. При таких колоссальных вложениях нужна государственная поддержка.

Вывод: для развития углегазовой отрасли в России, необходимо:

- 1)Внести шахтовый метан в общероссийский классификатор продукции в качестве самостоятельного полезного сырьевого ископаемого;
- 2)Используя зарубежный опыт, создать нормативно-правовую базу на добычу метана из угольных пластов;
- 3)Разработку системы экономических льгот по развитию технологий добычи метана из угольного пласта.
- 4)Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования РФ.

Список литературы

- 1.Газ или уголь: [Электронный ресурс]- М.: WWF Россия, 2011.- Режим доступа: http://www.wwf.ru/data/publ/gas_rus.pdf/, свободный.- Загл. с экрана.
2. A. Preuße. Die Flözgasgewinnung – eine zusetzliche Nutzung von Steinkohlenlagerstätten.// Erzmetall 48. (1995) Nr. 9, стр. 647-661.
- 3.Резник Галина. Метановый «рай»: [Электронный ресурс] - Режим доступа:<http://www.uaenergy.com.ua/c225758200614cc9/0/78d64ce57738da25c2257583004bf7d6/>, свободный.- Загл. с экрана.

Аннотация:

В докладе обсуждается актуальное направление в горном деле, как углегазовая отрасль, добыча и использование метана в промышленных целях, с одновременной обработкой угольных пластов. Для того что бы снизить его концентрацию в угольном пласте, уменьшить выбросы парниковых газов в атмосферу, укрепить экономику предприятий региона и повысить безопасность обработки месторождений.

The report discusses the new direction in the mining business, as углегазовая industry. Tasks of the branch - extraction and use of methane for industrial purposes. In order that would reduce its concentration in the coal seam, reduce emissions of greenhouse gases in the atmosphere, strengthening of the economy of the enterprises of the region.

УДК 622.4

СТРУКТУРА И АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕТРИВАНИЕМ ШАХТ

*Петров Н.Н. г.н.с., д.т.н., Зырянов С.А. м.н.с.
ИГД СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Низкая оперативность управления проветриванием при обработке пластов с высокой исходной газоносностью без предварительной дегазации горных выработок, а также использование нерегулируемых, неадаптивных и плохо реверсируемых главных вентиляторов являются основными причинами загазований и взрывов метана в шахтах. Поэтому основным направлением в решении указанной проблемы является создание системы автоматического управления проветривания шахт (САУПШ) [1] в условиях предварительной дегазации угольных пластов до 7-9 мЗ/т.

Опыт эксплуатации систем автоматизированного управления проветриванием шахт ведущих угледобывающих стран (США, Австралии и др.) показывает, что их применение обеспечивает значительный экономический и социальный эффект за счет: снижения простоев очистных и подготовительных забоев из-за превышения допустимых концентрации метана; сокращения энергозатрат на проветривание в течение смены и особенно в межсменный промежуток и в выходные дни; нормализации шахтной атмосферы по метану и повышение безопасности ведения горных работ;

Исследованиями ряда авторов [2, 3, 4] показано, что метаносодержание на исходящих струях лавы или участка носит сложный характер и зависит не только от количества подаваемого воздуха, сложности и устойчивости вентиляционной сети участка (лавы), а так же скорости изменения воздухоподачи на участок и в лаву. При этом математическая модель метаносодержания в исходящей струе имеет вид:

$$C(t) = \frac{q(t)}{Q(t)} + \frac{q_0(Q)}{dQ/dt}, \quad (1)$$

где q, q_0 – стационарная и динамическая компоненты метановыделения, % $\text{CH}_4 \cdot \text{м}^3/\text{с}$, Q – количество подаваемого для проветривания воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$.

Экспериментально на ряде шахт было доказано, что при наложении ограничений на скорость изменения количества подаваемого воздуха в виде выражения (2) вторая составляющая правой части модели метаносодержания (1), обуславливающая "всплеск", обращается в ноль, поэтому метаносодержание на исходящей струе становится обратно пропорциональным количеству подаваемого воздуха.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} \leq \frac{0.25 \cdot Q_V}{t_{\text{всп}}}, \quad (2)$$

где Q_V – установившееся значение расхода воздуха до начала регулирования, $t_{\text{всп}}$ – длительность существования "всплеска" при резком изменении расхода воздуха, с.

В этой связи по записи фактического метаносодержания, например, какой-либо лавы можно рассчитать функцию $Q(t)$ требуемого расхода воздуха, при которой метаносодержание на исходящей струе будет постоянным, например, $C(t) \cong \text{Const} \cong 1,0\%$.

На рис. 1 приведены данные концентрации метана в исходящей струе лавы №2 шахты «Ульяновская» в течение 2-х суток перед взрывом в марте 2007г., откуда следует, что загазования (помечены *) обуславливаются

увеличением производительности комбайна (отрезки времени "а", "б" и "в" на рис.1) при неизменной подаче свежего воздуха. Если бы мы выполняли регулирование по модели (1) (см. рис.1), то концентрацию метана удержали бы на допустимом, безопасном уровне (2 на рис.1), при этом для регулирования производительности в указанных пределах система управления должна содержать средства перераспределения воздуха за счет управляемых вентиляционных дверей и подсистему регулирования производительности главных вентиляторов.

Рассмотрим состав и работу САУПШ на примере шахты «Костромовская».

Поле шахты вскрыто тремя наклонными стволами: путевым, конвейерным и вентиляционным (рис. 1). К моменту освоения шахтной проектной мощности в работе будет один очистной забой (лава 19-01) и 5-7 подготовительных забоев. Шахта оборудована подсистемой АГК-АГЗ с аппаратурой «Микон - 1Р» и главной вентиляционной установкой с двумя реверсивными и регулируемые на ходу поворотом лопаток рабочего колеса осевыми вентиляторами типа ВО-24К, а также вентиляторами местного проветривания с устройством разгазирования (2ВМЭ-6, 2ВМЭ-8), которые в будущем планируется заменить на регулируемые на ходу вентиляторы ВО-10SЭ и ВО-08SЭ, которые смогут работать на проветривание подготовительных выработок в режиме автоматического регулирования производительности без загазирования и аварийной рециркуляции воздуха в подготовительных забоях.

Система САУПШ будет состоять из подсистемы диспетчерского управления и газовой защиты (АГК-АГЗ), например, «Микон – 1Р», подсистемы автоматического регулирования подачи воздуха и контроля вентиляторной установкой главного проветривания (САУК ВГП 2ВО-24К), локальных подсистем автоматики (ЛСА) управления воздухораспределением в шахте, действующих посредством регулируемых вентиляционных дверей, а также подсистем автоматизации управления проветриванием подготовительных забоев (САУ ВМП).

Система аэрогазового контроля и защиты АГК-АГЗ используется для поддержания безопасного аэрогазового режима в горных выработках. Она обеспечивает непрерывное слежение за параметрами рудничной атмосферы (концентрация газов, скорость движения воздуха, температура, давление, влажность и т.п.) в целях текущего (оперативного) обнаружения природных и техногенных опасностей.

Система управления проветриванием должна обеспечивать подачу управляющих команд на механизмы (устройства), осуществляющие нормализацию выявленных опасных проявлений, либо в аварийной ситуации – блокировку производственной деятельности на контролируемом участке. За работой системы будет вести наблюдение инженер – оператор, например, подсистемы АГК-АГЗ. Он сможет оценивать сообщения системы автоматического управления, при необходимости докладывать горному диспетчеру обо всех случаях загазирования горных выработок и снижения количества подаваемого по ним воздуха, а также об остановках вентиляторов и газоотсасывающих установок.

САУПШ будет непрерывно получать от системы АГК-АГЗ информацию по метаносодержанию в исходящих струях лавы, подготовительных забоев и т.д., в автоматическом режиме анализировать (рис.4) и в соответствии с заложенным алгоритмом выдавать управляющие воздействия на подсистемы ЛСА вентиляционной двери, на САУ ВМП и САУК ВГП. В результате, по заданным уставкам САУПШ сможет стабилизировать содержание метана в исходящих струях на заданном безопасном уровне, например, в пределах 1%.

Состав системы управления

- 1 - Подсистема автоматического управления и контроля вентиляторами главного проветривания (САУЖ ВГП)
- 2 - Подсистема газогазового контроля - газогазовой защиты (АГК-АГЗ)
- 3 - Локальная подсистема автоматикки (ЛСА)
- 4 - Подсистема автоматического управления вентиляторами местного проветривания (САУ ВМП)
- 5 - Программное обеспечение

Это приоткрывание газозавания, простом забоев и взрывы метана в шахтах

Колебание концентрации метана в исходящей струе лавы на примере ш. «Ульяновская».

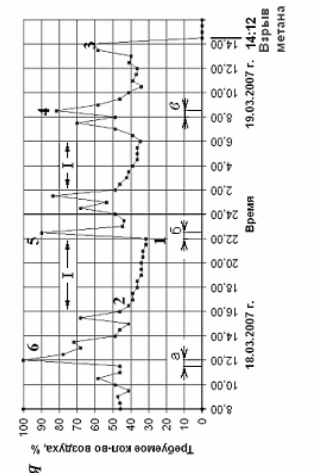
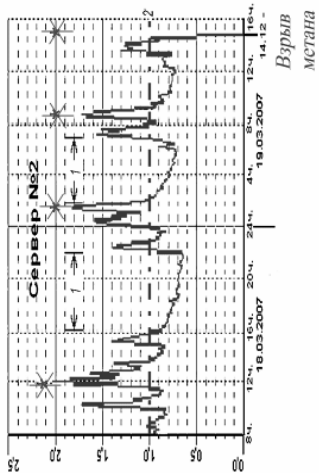
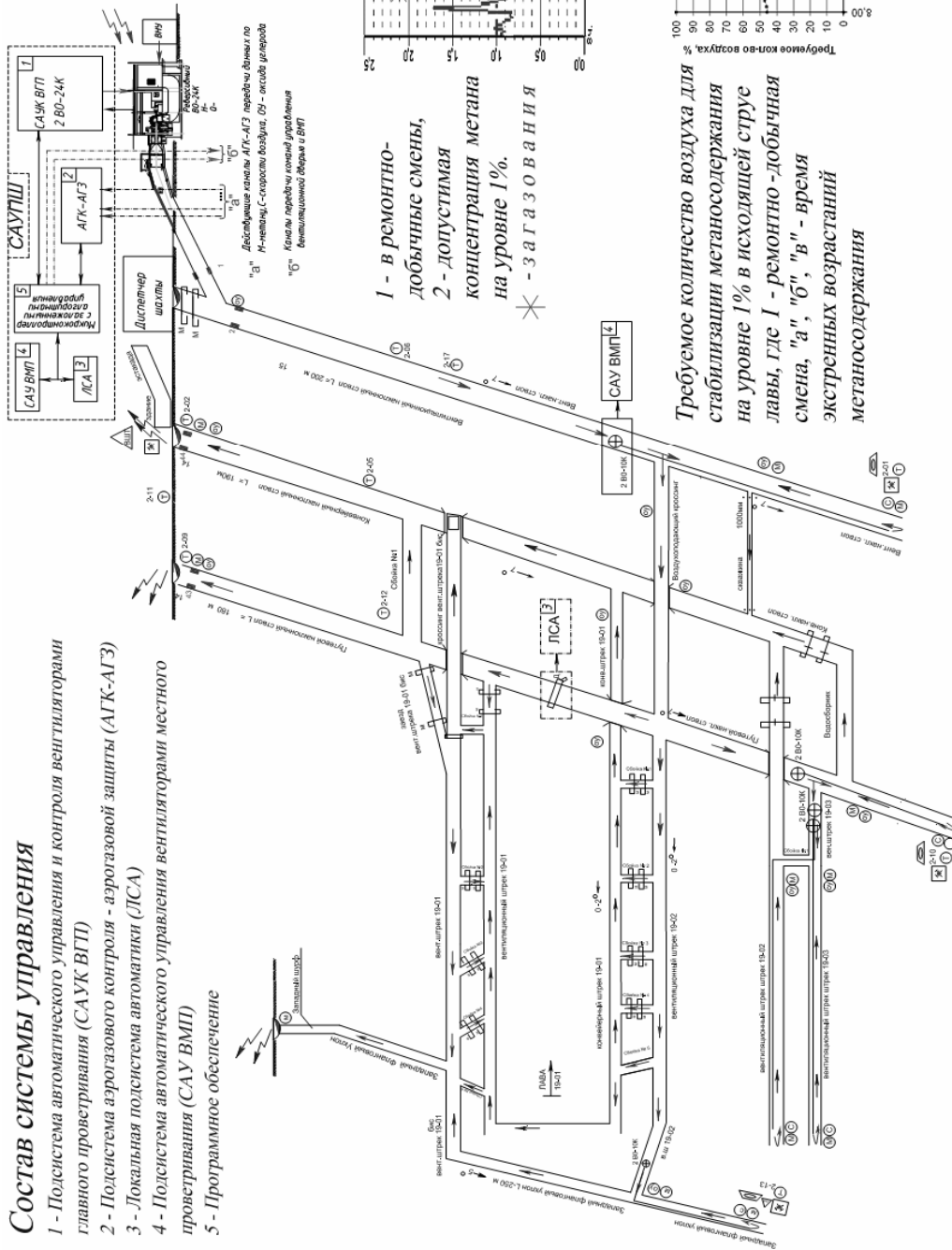


Рис.1. Система автоматического управления проветриванием на примере шахты «Костромовская».

На рис. 2 приведена блок-схема алгоритмов управления воздухораспределением в шахте, аналоги которой апробированы на шахтах Австралии, США и др. стран, где загазования и взрывы метана в десятки раз меньше чем на шахтах РФ

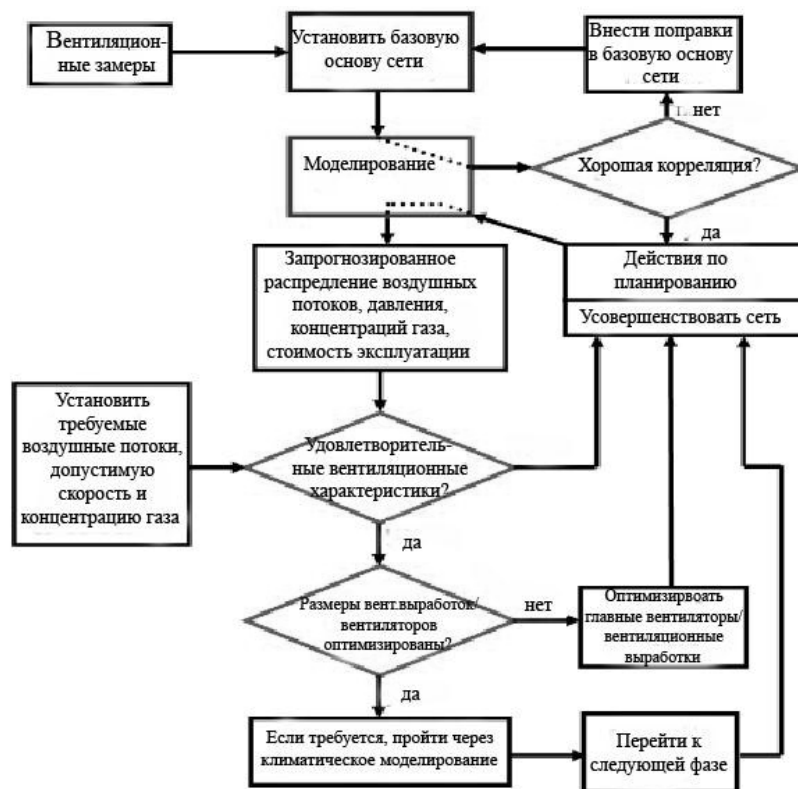


Рис.2. Блок-схема анализа вентиляционной сети.

САУПШ является человеко-машинной системой, работающей на основе информации от подсистемы АГК-АГЗ под управлением и контролем диспетчера АГК-АГЗ, а также диспетчера шахты. Заложенные в микроконтроллер автоматические алгоритмы, в случае изменения параметров вентиляционной сети, могут самостоятельно корректироваться или выдавать оператору рекомендации по управлению системой. Использование таких систем позволяет снизить на 35-40% энергопотребление на вентиляцию, достигающее 30% от общешахтной и обеспечивает надежную стабилизацию метаносодержания в исходящих струях забоев, участков и т.п

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования РФ

Список использованной литературы

1. **Временное** руководство по эксплуатации подсистемы диспетчерского контроля и управления проветриванием (АТМОС) АСУТП шахты. – М.: Минуглепром СССР, 1980.
2. **Местер И. М., Засухин И. Н.** Автоматизация контроля и регулирования рудничного проветривания. – М.: Недра, 1974.
3. **Святный В.А., Лазебик Р.М., Губенко Л.А.,** Передаточная функция выемочного участка как звена системы управления воздухораспределением. - В кн.: Управление вентиляцией и газодинамическими явлениями. Сборник научных трудов, Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1977, с. 51-59.
4. **Бахвалов Л.А., Пучков Л.А., Кушнарченко М.В..** Принципы построения микропроцессорных систем автоматического управления проветриванием угольных шахт // Изв.ВУЗов. Горный журнал. 1988. – №9.

Аннотация: в статье рассмотрены причины взрывов и простоев в шахтах, а также способы их устранения. Рассмотрен состав и работа САУПШ на примере вентиляционной сети шахт "Костромовская", "Ульяновская" и другие.

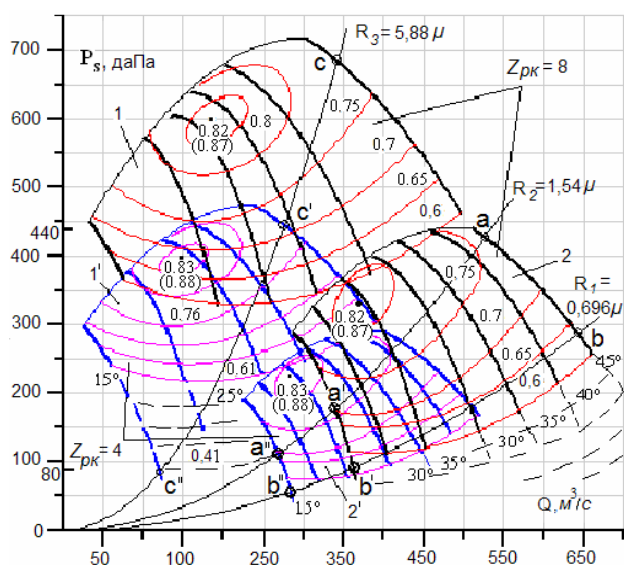
Annotation: the report examines the causes of explosions and work delays in the mines, as well as solutions to these problems. It studies the composition and function of Systems Automatic Control of Ventilation Mines using such mine ventilation networks such as "Kostromovskaya", "Ulyanovskaya", etc.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И РАСЧЕТЫ ЛОПАТОЧНЫХ УЗЛОВ РАБОЧИХ КОЛЕС ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО И МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТ

*Петров Н.Н. г.н.с., д.т.н., Панова Н.В. аспирантка
ИГД СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

НИиОК Институтом «АЭРОТУРБОМАШ» на базе созданных новых аэродинамических схем разработана серия вентиляторов ВО с поворотными на ходу и неповоротными сдвоенными листовыми лопатками.

Расширение аэродинамической области экономичной работы (адаптивности) новых вентиляторов обеспечивается путем оснащения их сменными лопатками рабочего колеса, выполненными по высоконапорной, высокорасходной или промежуточной аэродинамическим схемам при оснащении 8 или 4 лопатками (рис.1). Это позволяет, кроме регулирования производительности в $1.5 \div 2.1$ раза за счёт поворота лопаток РК от 15° до 45° , увеличивать производительность и давление вентилятора дополнительно в $1.25 \div 1.45$ раза за счёт замены съёмной части лопаток рабочего колеса.



В вентиляторах этой серии реверсирование осуществляется без изменения направления вращения путём поворота лопаток РК до угла 135° (т.е. на 120° от минимального), вентилятор может обеспечить порядка $85 \div 90\%$ от производительности прямого режима за $1.5 \div 3.0$ мин.

Создание рабочих колес с 8-ю поворотными на ходу сдвоенными листовыми лопатками специальной геометрии позволило перейти от двухступенчатой схемы к одноступенчатой с одновременным улучшением эксплуатационных характеристик вентиляторных установок.

Рис.1 Аэродинамические характеристики вентилятора ВО-36К, при работе на частоте вращения 750 об/мин, с числом лопаток рабочего колеса $Z_{РК}=8$ и $Z_{РК}=4$, выполненных по аэродинамическим схемам АМ-17А и АМ-19А.

Для снижения в $2.0 \div 2.5$ раза стоимости и габаритов зданий-сооружений установок, а так же повышения их надежности разработаны компоновочные схемы и РКД вентиляторов с вертикальным и горизонтальным подводом воздуха (без подземных каналов, трансмиссионных валов и т.п.).

Новой разработкой по аэродинамике НИиОК института «АЭРОТУРБОМАШ» является новый ряд реверсивных, неповоротно-лопастных осевых вентиляторов (с S-образной геометрией лопатки) для главного проветривания шахт проектируемый на аэродинамические параметры в расчетной точке соответствующие вентиляторам с поворотными на ходу лопатками рабочих колес диаметром от 1200 до 2400 мм. Новый ряд реверсивных, неповоротно-лопастных осевых вентиляторов (с S-образной формой и специальной геометрией лопастей) имеет ряд преимуществ. РК имеет 8 сдвоенных листовых лопаток S-образной формы привариваемых к обечайке колеса. Отсутствует механизма поворота лопаток РК, что значительно уменьшает осевые нагрузки на радиально-упорную подшипниковую опору и облегчает конструкцию, делая ее предельно простой. Реверсирование воздушной струи осуществляется путем изменения направления вращения РК. Регулирование режимов работы вентиляторов осуществляется путем изменения частоты вращения.

В отечественном вентиляторостроении еще недостаточно исследований проведено в области крупных, высоконагруженных шахтных вентиляторов, проектируемых на повышенные окружные скорости вращения от 130 м/с и более. Зарубежные предприятия для достижения требуемых параметров по давлению и производительности вследствие применения устаревшей аэродинамики изготавливают вентиляторы с повышенными окружными скоростями по концам лопаток. При увеличении окружных скоростей вентиляторов серии ВО до 135 м/с и более, полученные аэродинамические показатели будут значительно выше существующих зарубежных аналогов.

Для каждого типоразмера вентилятора (с диаметром рабочего колеса 3000, 3600, 4300 и 5000 мм с частотой вращения 1000, 750, 600, и 500 об/мин. соответственно) проведен ряд исследований адаптивного лопаточного узла (рис.2) и рабочего колеса на НДС и собственные частоты колебаний в зависимости от конструктивных параметров.

В работах А.Г. Шарапова, С.В. Козюрина и Е.Ю. Русского были найдены некоторые решения по оптимизации лопаточного узла [1–5]. Но в силу того, что в работе рассматриваются высоконагруженные вентиляторы, данные исследования были повторно проведены.

В ходе исследования определялась зависимость максимальных напряжений в лопаточном узле от толщины лопасти (см. рис. 3а). Рассматривался ряд вариантов с лопастью постоянной толщины и с лопастью переменной толщины (с уменьшением толщины листа к краю лопасти).

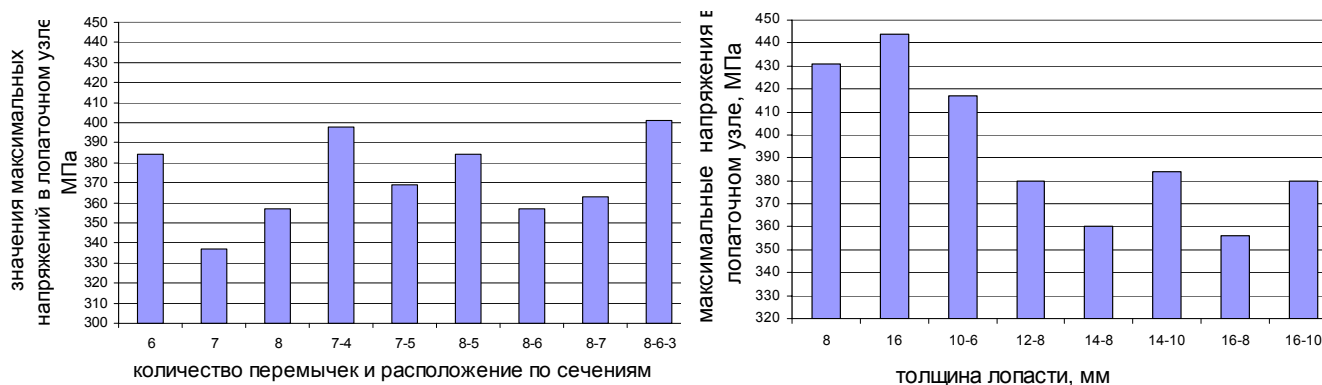
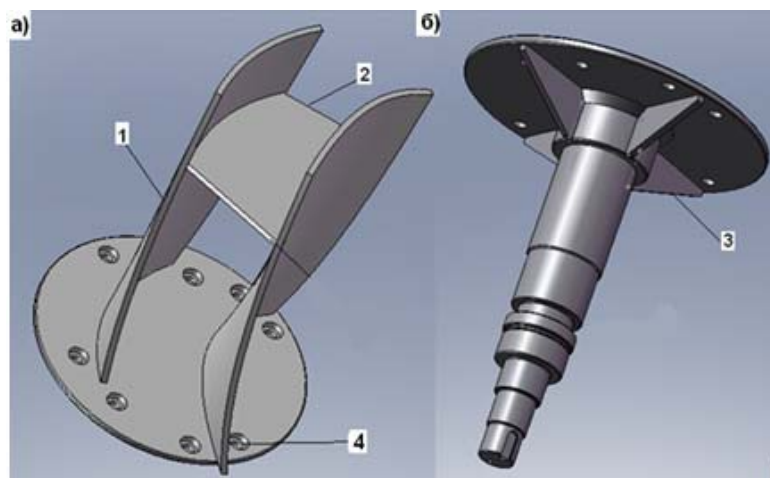


Рис 3. а) Зависимость максимальных напряжений в лопаточном узле от толщины лопасти (при постоянной толщине и переменной с уменьшением толщины листа к краю лопасти). б) Зависимость максимальных напряжений в лопаточном узле от количества перемычек и их места расположения по сечениям.

Исследование на собственные частоты колебаний при различной толщине лопасти проводилось на примере лопаточного узла вентилятора с диаметром рабочего колеса 5000 мм, при постоянной толщине лопасти – 14 мм и при переменной толщине лопасти – 16-8 мм. По результатам исследования сделан вывод, что применение переменной толщины лопасти позволяет не только снизить максимальные напряжения в лопаточном узле, но и повысить значения критических частот вращения ротора. Проведено исследование по применению различного количества перемычек в расчетных сечениях лопастей (рис. 3б). Исследование на собственные частоты колебаний с различным количеством перемычек проводилось на примере лопаточного узла вентилятора с диаметром рабочего колеса 5000 мм, при одной перемычке в лопаточном узле в 7-ом расчетном сечении и двумя перемычками в 6-ом и 8-ом расчетных сечениях. Из полученных результатов сделан вывод, что конструкция лопаточного узла с двумя перемычками дает лучшие показатели по значениям собственных частот колебаний, за счет более высокой жесткости конструкции по сравнению с использованием одной перемычки. Но, не смотря на это, в обоих случаях достигается достаточная отстройка от резонанса и применение одной перемычки в 7-ом или 8-ом расчетном сечении наиболее целесообразно.

В результате всех проведенных исследований по влиянию конструктивных параметров выбраны оптимальные диапазоны значений. При конструировании ротора высоконагруженного вентилятора с учетом этих замечаний достигается необходимая отстройка от резонанса и необходимый запас прочности. Значения по коэффициентам запаса лопаточного узла приведены в таблице.

	Максимальные напряжения в лопаточном узле, МПа	Коэф. запаса по НДС	Первая собственная частота колебаний, Гц	Коэф. запаса по первой собственной частоте
ВО-30К	467	1.77	83.6	5.0
ВО-36К	425	1.95	68.6	5.4
ВО-43К	485	1.71	35.7	3.5
ВО-50К	432	1.92	46.7	5.6

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования РФ.

Список используемых источников:

1. Петров Н.Н., «Осевые вентиляторы главного проветривания шахт повышенной адаптивности, экономичности и надежности», доклад на «22-ом Всемирном Горном Конгрессе», 11 – 16 сентября 2011 г., Турция, на 10 стр.

2. Козюрин С.В. Влияние положения перемычки на напряженное состояние и частоты собственных колебаний сдвоенной листовой лопатки рабочего колеса шахтного осевого вентилятора / С.В. Козюрин // «Динамика и прочность горных машин». Сборник трудов II Международной конференции 28-29 мая. – Новосибирск: ИГД СО РАН. – 2003. – с. 188-193.

3. Петров Н.Н. Результаты численного анализа динамики и прочности при проектировании роторов крупных осевых вентиляторов ВО-30К и ВО-36К / Н.Н. Петров, Е.Ю. Русский // Труды конф, с участием иностранных ученых «Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды» (10-13 октября 2006 г.). Т. П. Машиноведение. – Новосибирск: Ин-т горного дела СО РАН. 2007. С. 272-277.

4. Красюк А.М. Динамика и прочность сдвоенных листовых лопаток осевых вентиляторов / А.М. Красюк, Е.Ю. Русский // Горное оборудование и электромеханика. 2009. №7.-С. 52-56.

Аннотация: в докладе рассматривается развитие методов и проводится анализ НДС и собственных частот колебаний лопаточных узлов высоконагруженных осевых вентиляторов.

Annotation: the report deals with the development of methods and analyzes of NDS and natural frequencies of scapular nodes of heavily axial fans.

УКД 622

РАЗВИТИЕ ВЕНТИЛЯТОРОСТРОЕНИЯ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТ

Панова Н.В. аспирантка ИГД СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Идеи по созданию средств перемещения воздуха активно начали развиваться в период раннего средневековья. В середине семнадцатого века Герике изобрел центробежный компрессор, в 1735 г. для проветривания здания английского парламента использован осевой вентилятор с паровым двигателем. Существенную роль в развитии техники и технологии подземного способа разработки полезных ископаемых в XVIII в. сыграли работы М.В. Ломоносова. Л. Эйлер заложил основу теории лопастных машин.

Первый шахтный вентилятор («воздушный насос») изобрел и применил в 1832 г. на Чигирском руднике Алтая горный инженер А.А. Саблуков.

В начале XX века вентиляторостроение активно развиваются на базе идей и методов, заимствованных из самолетостроения (в Европейских странах фирмами «Dingler», «Turmag», «ККК» и др., правопреемник работ фирма «ТЛТ»). В Англии осевые вентиляторы изготавливались на предприятиях фирм «Кэйт Блэкмэн», «Уокер Бросс», «Хоуден Вей бридж», «Дэвидсон Сирокко» и др.

Отличительной особенностью практически всех вентиляторов ведущих зарубежных фирм являлись повышенные окружные скорости и значительно более длинный диффузор, чем это принято в отечественных машинах. Количество лопаток РК от 14 до 18, исполнение вентиляторов горизонтальное и вертикальное, относительные диаметры втулок 0.45 – 0.65.

Диапазон поворота лопаток РК, обеспечивающий механизм поворота лопаток, от 25 до 30°, что является достаточным только для регулирования режима работы. Для эффективного реверсирования осевого вентилятора

путем поворота лопаток РК на угол до $135 - 140^\circ$ от исходного без изменения направления вращения такие механизмы непригодны.

В иностранной практике широко применялось регулирование осевых вентиляторов изменением скорости вращения. Направляющие аппараты не применялись. Реверсирование вентиляционной струи осуществляется обычно вращением колеса в обратную сторону, что давало примерно 30 – 40% подачи при нормальной работе вентиляторов. Такой способ реверсирования снижает капитальные затраты на строительство установок и делает их более компактными. Но правила безопасности в нашей стране в то время требовали обеспечения при реверсировании 60% нормальной производительности вентиляторов, поэтому такой способ у нас был не приемлем.

Развитие вентиляторостроения в нашей стране с 30-ых по 90-ые годы выполнялось в ЦАГИ им. Н. Е. Жуковского, ВНИИ ГМ им. М. М. Фёдорова а также Институте «ДОНГИПРОУГЛЕМАШ». Большой вклад в развитие вентиляторостроения в нашей стране внесли К.А. Ушаков, В.И. Поликовский, М.И. Невельсон, С.А. Рысин. На разных этапах были созданы осевые вентиляторы, соответствующие мировому уровню, в том числе: в 30 – 40-ые годы – машины серии «В» (типа ОДВ, ВУПД и др.); в 50 – 60-ые годы – машины серии «К-06» (типа ВОКД, ВОКР и др.); в 60 – 70-ые годы машины серии «К-84» (типа ВОД). Содержащие соответственно, аэродинамические схемы В, К-0.6, К-84, при максимальных окружных скоростях до 78.8 м/с. Упрощенная геометрия лопаток РК (сварные лопатки из листовой обшивки) обеспечивала максимальный статический КПД в пределах 0.65 – 0.8, а эксплуатационный в пределах 0.48 – 0.5.

Вентиляторы типов В-УП, В-УПД имели на каждом из рабочих колес по 16 рабочих лопастей имеющих трапециевидную форму и расширяющихся к втулке. Реверсирование вентиляционной струи производилось при неизменных направлениях вращения рабочего колеса и положении лопастей, перестановкой ляд и шиберов при помощи вспомогательных лебедок, при наличии обводного канала. Окружные скорости вентиляторов данной серии не превышали 95 м/с. В вентиляторах типов ОВ и ОВД изменение производительности и напора производилось путем установки лопаток вручную под углом от 10 до 40° к плоскости вращения колеса. Вентиляторы ВОКД и ВГКД имели более высокий номинальный КПД, увеличенную область экономичной работы и большим диапазоном производительности и давления, однако их средневзвешенный КПД по области возможных режимов и эксплуатационных КПД были так же низкими 0.48 – 0.54 [1]. На рабочее колесо устанавливалось по 12 профилированных, крученых лопаток. В 70-ые года были разработаны вентиляторы серии ВОД в реверсивном исполнении. При реверсе этих вентиляторов изменением направления вращения обеспечивалось 60 – 70% производительности нормального режима, что позволило отказаться от применения обводных каналов и сложных систем переключения ляд реверса. Рабочее колесо имело 12 пустотелых сварно-клепанных лопаток. Поворот лопаток в пределах $15 - 45^\circ$ производился вручную.

На сегодняшний день производителями отечественных шахтных вентиляторов являются: «ТЭМЗ им. В. В. Вахрушева»; Донецк Гормаш; Артемовский машиностроительный завод; Донвентилятор; НИиОК Институт «АЭРОТУРБОМАШ» с заводами соисполнителями: «Сибэнергомаш», НЭМЗ «Гайра» и др.; Красногвардейский Крановый Завод. На рынке присутствуют и зарубежные производители: KANAM (Китай), Howden (Великобритания), «TLT-turbo» (Германия), КБ «Аэрвент» (Украина) и др.

Фирма KANAM выпускает осевые двухступенчатые вентиляторы встречного вращения серии ВДК по аналогии известных машин. Вентиляторы изготавливаются с окружной скоростью по концам лопаток от 78 м/с до 135 м/с, со статическим КПД 80 – 85%. Вентиляторные агрегаты обеспечивают реверсирование воздушной струи при работе одного или двух рабочих колес путем изменения направления их вращения. При этом подача воздуха вентиляционной струи достигает 70% от подачи при нормальной его работе.

Компания HOWDEN выпускает широкий диапазон осевых вентиляторов с фиксированными и регулируемые углами установки лопаток РК, аэродинамика которых базируется на использовании телесных, крученых лопаток со спрямляющими аппаратами. Перевод вентилятора в реверсивный режим осуществляется на одних установках изменением направления вращения на других изменением угла установки лопаток ротора с соотношением подачи на номинальном режиме при прямом течении и реверсировании от 40 до 60 %.

Крупным недостатком указанных машин является недостаточная надежность выполнения реверсирования, так как при этом приходится реверсировать два электропривода с высоковольтными взрывобезопасными электродвигателями. При этом каждый из электроприводов необходимо выключить, после некоторой паузы затормозить и запустить в обратном направлении. Указанное, как правило, на действующих установках Кузбасса не удается выполнить за 10 мин времени отводимого правилами безопасности. [2]

Артемовский машиностроительный завод «ВЕНТПРОМ» выпускает реверсивные осевые одноступенчатые вентиляторы. Переход в реверсивный режим осуществляется путем изменения направления вращения ротора с соотношением подачи на номинальном режиме при прямом течении и реверсировании 80%. Регулирование режима работы вентиляторов осуществляется путем изменения угла установки лопаток рабочего колеса при останковленном вентиляторе (базовое исполнение) или на ходу, поворотом закрылков НА с помощью электромеханического привода.

Аэродинамические схемы вентиляторов фирм TLT, HOWDEN, АМЗ и др. с «телесными» – профильными лопатками имеют одну принципиальную общность, т.к. они представляют собой ту или другую модификацию «аналитического профиля Чебышева» разработанного в начале двадцатого века. При этом они отличаются только втулочным размером РК (длинной лопатки), степенью «крутки» – закрученностью хорд привтулочных и периферийных профилей, «густотой» – числом лопаток на РК. В этой связи их безразмерные аэродинамические

характеристики в координатах «давление производительность» ступеней вентилятора практически одинаковые, и далеко не достаточные для обеспечения меняющихся в широких диапазонах шахтных вентиляционных режимов, особенно с учетом необходимости реверсирования за ограниченное время с заданной глубиной.

НИиОК Институтом «АЭРОТУРБОМАШ» на базе использования новых аэродинамических схем разработана серия вентиляторов ВО со сдвоенными листовыми лопатками [3].

Расширение аэродинамической области экономичной работы (адаптивности) вентиляторов серии ВО обеспечивается путем оснащения их сменными лопатками рабочего колеса, выполненными по высоконапорной, высокорасходной или промежуточной аэродинамическим схемам при оснащении 8 или 4 лопатками. Это позволяет, кроме регулирования производительности в $1.5 \div 2.1$ раза за счёт поворота лопаток РК от 15° до 45° , увеличивать производительность и давление вентилятора дополнительно в $1.25 \div 1.45$ раза за счёт замены лопаток рабочего колеса.

В вентиляторах этой серии реверсирование осуществляется без изменения направления вращения путём поворота лопаток РК до угла 135° (т.е. на 120° от минимального), вентилятор может обеспечить порядка $85 \div 90$ % от производительности прямого режима за $1.5 \div 3.0$ мин.

Создание рабочих колес с поворотными на ходу сдвоенными листовыми лопатками позволило перейти от двухступенчатой схемы к одноступенчатой с одновременным улучшением эксплуатационных характеристик вентиляторных установок. Количество лопаток РК сократилось до 8.

Для снижения в $2.0 \div 2.5$ раза стоимости и габаритов зданий-сооружений установок, а так же повышения их надежности разработаны компоновочные схемы и РКД вентиляторов с вертикальным и горизонтальным подводом воздуха (без подземных каналов, трансмиссионных валов и т.п.).

Еще одной разработкой НИиОК института «АЭРОТУРБОМАШ» является новый ряд реверсивных, неповоротно-лопастных осевых вентиляторов (с S-образной геометрией лопатки) для главного проветривания шахт проектируемый на аэродинамические параметры в расчетной точке соответствующие вентиляторам с поворотными на ходу лопатками рабочих колес. Новый ряд реверсивных, неповоротно-лопастных осевых вентиляторов (с S-образной геометрией лопатки) имеет ряд преимуществ. РК имеет 8 сдвоенных листовых лопаток S-образной формы привариваемых к обечайке колеса. Отсутствует механизма поворота лопаток РК, что значительно уменьшает осевые нагрузки на радиально-упорную подшипниковую опору и облегчает конструкцию, делая ее предельно простой. Реверсирование воздушной струи осуществляется за счет изменения направления вращения РК. Регулирование режимов работы вентиляторов осуществляется путем изменения частоты вращения.

Недостаточно исследований проведено в отечественном вентиляторостроении, учитывающих особенности конструкций крупных, высоконагруженных шахтных вентиляторов проектируемых на повышенные окружные скорости вращения. В данный момент только зарубежные предприятия изготавливают вентиляторы с высокими окружными скоростями по концам лопаток, для них это является необходимым условием для достижения требуемых параметров по давлению и производительности вследствие применения устаревшей геометрии лопаток. При увеличении окружных скоростей вентиляторов серии ВО до 135 м/с и более, полученные аэродинамические показатели будут значительно выше существующих зарубежных аналогов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования РФ

Список используемых источников:

1. Н.Н. Петров. Об экономичности, стоимости и металлоемкости вентиляторных агрегатов// ФТПРПИ. – 1988. - №4. – с.66-72.
2. Круглов Ю.В. Теоретические и технологические основы построения систем оптимального управления проветриванием подземных рудников/ автореферат докторской диссертации/ Пермь 2012.
3. Петров Н.Н., «Осевые вентиляторы главного проветривания шахт повышенной адаптивности, экономичности и надежности», доклад на «22-ом Всемирном Горном Конгрессе», 11 – 16 сентября 2011 г., Турция, на 10 стр.

Аннотация: в докладе рассмотрено развитие шахтного вентиляторостроения на основе анализа используемой аэродинамики и геометрии профилей лопаточных систем вентиляторов как традиционных «телесных» так и сдвоенных листовых.

Annotation: the report examines the development of ventilator mine installation using the analysis of aerodynamics and geometry profiles of fan scapular systems, as the traditional "physical", so the double leaf ones.

ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ШАХТ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕТРИВАНИЕМ (САУПШ)

Зырянов С.А. м.н.с. ИГД СО РАН, г. Новосибирск, Россия

В настоящее время значительное внимание в мире уделяется системам автоматического управления проветриванием шахт (САУПШ). В то же время недостаточно изучаются свойства вентиляционных сетей как объектов управления, в частности их управляемость, а также способы повышения и поддержания их регулируемости.

Анализ параметров вентиляционных сетей шахт крупных угледобывающих компаний Кузбасса (СУЭК, Южкузбассуголь, Распадская) позволил сформулировать ряд важных, на наш взгляд, требований к вентиляционным системам и дать последним некоторую оценку с точки зрения готовности перевода действующих шахт на автоматическое управление проветриванием. Основные требования:

- вентиляционная сеть должна обладать определенной степенью регулируемости;
- применяемые регуляторы должны обладать заданным диапазоном изменения выходных аэродинамических параметров, иметься в необходимом количестве и располагаться в соответствующих местах сети;
- система в целом должна иметь необходимые резервы по расходу воздуха, обеспечивающие требуемую глубину регулирования его на объектах;
- параметры системы и ее резервы должны сохраняться в заданных пределах в течение всего срока ее функционирования.

Анализ различных схем проветривания вентиляционных участков показывает, что необходимая глубина регулирования расхода воздуха по газовому фактору составляет 1.5–2.3.

Под необходимой глубиной регулирования понимается отношение максимального Q_{\max} расхода воздуха на объекте к минимальному Q_{\min} , требуемому для обеспечения безопасных и нормальных санитарно-гигиенических условий труда за весь период эксплуатации. Переход от Q_{\min} до Q_{\max} и наоборот осуществляется за счет изменения сопротивления регулятора.

Фактическая регулируемость объектов в значительной степени зависит от способа регулирования. Известно, что положительное пассивное регулирование достаточно эффективно и позволяет увеличить расход воздуха на объекте в 1.7–2.0 и более раз при ослаблении других струй всего на 10-20%. При этом расход воздуха на вентиляционном участке возрастает на 10–40%. Эффективность активного (источник тяги) способа примерно такая же и с увеличением разветвленности сети возрастает, а относительная величина утечек воздуха снижается. Практически при положительных (как активном, так и пассивном) способах обеспечивается необходимая глубина регулирования расхода воздуха без использования резервов вентилятора главного проветривания (ВГП). Однако из-за сложности реализации и известных принципиальных недостатков они либо практически непригодны для автоматического управления проветриванием (пассивный способ), либо не применяются (активный способ).

Широкое распространение на шахтах получил так называемый отрицательный способ регулирования, т.е. установка дополнительных сопротивлений на регулируемых ветвях. Однако при этом увеличение расхода воздуха на регулируемом объекте даже в наиболее благоприятных условиях не превышает 30-50% и наблюдается общее сокращение поступления воздуха на вентиляционный участок на 10-30%. Практически во всех случаях возможное усиление одной струи за счет ослабления другой с помощью отрицательных регуляторов оказывается значительно ниже необходимого.

При отрицательном способе регулируемость объектов зависит, главным образом, от разветвленности сети, аэродинамического сопротивления усиливаемых ветвей; числа объектов, не охватываемых явлением, взаимного расположения ослабляемой и усиливаемой ветвей и др.

Общее число ветвей в шахтных сетях колеблется от 150 до 500, а в процессе управления расход воздуха регулируется, как правило, в нескольких ветвях. Причем отдельные элементы сети – шлюзы, двери и др. – имеют низкие аэродинамические сопротивления, в результате чего суммарный расход воздуха (утечки) через них достигает 40%, что резко снижает эффективность регулирования.

Чем сложнее и разветвленнее сеть, тем менее эффективно отрицательное регулирование. Здесь и в дальнейшем под эффективностью регулирования Z_p понимается отношение приращения воздуха в усиливаемой ветви ΔQ_y к уменьшению его в ослабляемой ΔQ_0 .

$$Z_p = \left| \frac{\Delta Q_y}{\Delta Q_0} \right|.$$

Число ветвей, не охваченных управлением, существенно влияет, на регулируемость струй. Наличие автоматического регулятора в ветви, способного поддерживать заданный расход воздуха, повышает эффективность регулирования Z_p и практически до минимума снижает влияние разветвленности сети при установке таких регуляторов во всех ее ветвях (система стабилизации расходов воздуха)

Весьма существенно регулируемость объектов зависит от их взаимного расположения. Чем дальше от ослабляемой ветви находится усиливаемая (по числу нерегулируемых путей движения воздуха между ними) и чем ниже аэродинамические сопротивления этих ветвей, тем менее эффективно регулирование. Поэтому в реальных сетях при наличии между регулятором и объектом регулирования четырех и более ветвей эффективность регулирования не превышает 10%.

Таким образом, из-за большой разветвленности сетей, отсутствия автоматических регуляторов расхода воздуха, удаленности объектов регулирования друг от друга эффективность регулирования практически не превышает 10-16% и особенно низка при самых неблагоприятных условиях, т.е. при значительном удалении лав от основных выработок.

Второе требование на действующих шахтах также не выполняется. Применяемые регуляторы имеют конструкцию, которая не обеспечивает теоретически возможную для данных условий глубину регулирования воздушных потоков, а число регуляторов на абсолютном большинстве шахт значительно меньше требуемого. Так, например, даже очистные забои в среднем обеспечены регуляторами примерно на 50%. На остальных объектах (камеры, обособленно проветриваемые выработки) они, как правило, заменены шлюзами или даже глухими перемычками с окнами. Часто место установки регуляторов выбирается неправильно, в частности, на значительном удалении от непосредственных объектов регулирования. При этом наличие между объектом и регулятором диагоналей может приводить и часто приводит к опрокидыванию струй и движению воздуха с исходящей струи на свежую. Такие опрокидывания особо опасны в аварийных режимах, когда ядовитые продукты аварии распространяются по выработкам вахты, в которых их совершенно не ожидают.

Анализ установленных на шахтах ГВУ показывает, что значительное количество их (80%) выработали свой проектный ресурс, причем половина из них уже отработала второй срок, что не может не сказаться на обеспечении требуемой для автоматического управления глубины регулирования расходов воздуха на отдельных объектах, уже не говоря о том, что эти вентиляторы не позволяют управлять в реальном времени.

Сохранение необходимой степени регулируемости сети и требуемых запасов на ВГП (четвертое требование) для действующих шахт весьма сложно из-за неизбежного их старения и усиленного проявления горного давления. На большинстве шахт утечки и подсосы воздуха превышают нормативные значения, с течением времени аэродинамические характеристики ВГП значительно ухудшаются. В отдельных случаях вентиляторы работают в неустойчивой зоне и со статическим к.п.д., не превышающим 0.7 максимального. Поэтому практически любая новая шахта уже к моменту освоения проектной мощности исчерпывает резервы по вентиляции.

Таким образом, можно констатировать, что в сложившихся условиях вентиляционные сети шахт являются слабо регулируемы и в целом не отвечают требованиям САУПШ. Последнее возможно только на четырех шахтах Кузбасса (Костромовская, Распадская, Алардинская, Романовская), где стоят регулируемые на ходу поворотом лопаток рабочего колеса осевые ВГП. На крупных газовых шахтах для применения автоматического управления проветриванием необходимы более высокие резервы ВГП по воздуху, применение специальных схем проветривания, разработка и применение регуляторов, обеспечивающих автоматическое поддержание расходов воздуха на заданном уровне в обособленно проветриваемых выработках и камерах и т.п. Ориентировочные величины коэффициента запаса воздуха по условиям регулируемости находятся в пределах 1.2–1.5, следовательно, даже на большинстве новых шахт осуществить автоматическое управление не представляется возможным из-за недостаточности принимаемого в проектах значения коэффициента запаса (1.2).

Регулируемость сети возрастает при росте общешахтной депрессии за счет уменьшения сечений главных выработок при одновременном увеличении сечения регулируемых ветвей, применении ВГП с "крутыми" аэродинамическими характеристиками и др.

Таким образом, проблема автоматизации управления проветриванием шахт может быть решена только при комплексном подходе, включающем необходимую подготовку шахтных сетей и источников тяги, проектирование шахт с учетом требований САУПШ, создание специальных систем стабилизации, взаимоувязке всех этих вопросов на стадии проектирования. К первоочередным следует отнести работы по оценке регулируемости сетей и определению параметров вентиляции для проектирования шахт с системами автоматического управления проветриванием. Следующим немаловажным шагом необходимо произвести работы по модернизации ВГП на перспективных шахтах, для увеличения коэффициента запаса по воздуху и возможности регулирования производительности на ходу без останова вентилятора.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования РФ

Список использованной литературы

1. Местер И. М., Засухин И. Н. Автоматизация контроля и регулирования рудничного проветривания. – М.: Недра, 1974.
2. Бахвалов Л.А., Пучков Л.А., Кушнарченко М.В.. Принципы построения микропроцессорных систем автоматического управления проветриванием угольных шахт // Изв.ВУЗов. Горный журнал. 1988. – №9.

Аннотация: изложены требования к вентиляционным системам при автоматизации управления проветриванием шахт. Показано, что только четыре из всех шахт Кузбасса готовы для внедрения САУПШ. Приведены рекомендации для изменения сложившейся ситуации.

Annotation: here comes the requirements to ventilation systems under automating of mine ventilation control. It is shown that only four out of all Kuzbass mines are ready for implementation of Systems Automatic Control of Ventilation Mines. Recommendations for changing the situation are provided.

УДК 628.511; 662.8

О СОЗДАНИИ НОВОГО ЭФФЕКТИВНОГО ХИМИЧЕСКОГО СРЕДСТВА АНТИФРИЗА

Ощепков И. А., доцент ИХНТ КузГТУ, Кемерово, Россия
Горбунков И. А., директор ООО «ЗХР», Кемерово, Россия
Касьяков А. А., ведущий инженер КузГТУ, Кемерово, Россия

При железнодорожных перевозках свежедобытых и обогащенных энергетических и технологических углей от поставщиков – угольных предприятий потребителям в зимний и переходные периоды года «зима-весна», «осень-зима» при отрицательных температурах атмосферного воздуха имеют место проблемы, обусловленные примерзанием влажных углей к внутренним поверхностям кузовов железнодорожных вагонов, а также смерзанием, что затрудняет их разгрузку.

От своевременной доставки и разгрузки углей зависит жизнедеятельность экономических районов любого государства, а России – в особенности, не только с суровым климатом ее северных областей евроазиатской территории, Урала, Сибири, Дальнего Востока, но и районов с относительно мягким климатом.

Названные выше проблемы усугубляются и таким фактором, как дальность перевозок, в том числе, с перегрузкой угля с одного вида транспорта на другой, например с сухопутного на речной и морской.

По сведениям, приведенным в работе [1], от общей доли перевозимых углей в течение года в странах СНГ более двух третей подвержены примерзанию и смерзанию.

Для борьбы с примерзанием и смерзанием углей при хранении и транспортировании в России и за рубежом применяют различные технологические приемы, например, обезвоживание и сушку путем смешивания перед отгрузкой влажных углей с сухими, ворошение влажных углей, начинающих смерзаться, а также используются обогреваемые транспортные средства. При перегрузках углей с одного вида транспорта на другой, перед выгрузкой у потребителей угли в вагонах размораживают в обогреваемых гаражах-теплицах, либо механически воздействуют на смерзшиеся угли в вагонах с помощью бурорыхлительных, виброударных машин, землеройной техники. Широко применяют и химические средства для обработки внутренних поверхностей вагонов перед погрузкой угля и для обработки массы угля в период его погрузки в вагоны. Этот метод борьбы с примерзанием и смерзанием углей обладает существенными преимуществами по сравнению с механическими и тепловыми методами, требующими значительных материальных и энергетических затрат. При этом, важны поиск, создание и применение эффективного химического средства – антифриза. Ниже приводится краткий анализ опубликованных в печати сведений о применении некоторых химических средств для борьбы с примерзанием и смерзанием углей при транспортировании.

В Германии предложено использовать пасту «PVC» на основе поливинилхлорида, отходы нефтепереработки и производства горного воска, легкий мазут [1]. В Швеции, Чехии и Словакии применяют «Колкоксан», в основе которого CaCl_2 , в США – трансформаторное масло, нефть, креозот, эмульсии на основе дизельного топлива, смесь мочевины с чистыми гликолями, застывающую при температуре минус 11°C [2]. В Польше применяется водная смесь на основе карбамида, формалина и метанола, испытанная при температурах минус $2\div 28^\circ\text{C}$. После 2-7 суток перевозки и последующей выгрузки угля с помощью вагоноопрокидывателей, остаток угля в вагонах составлял до 300 кг и удалялся с помощью простых орудий [3]. В Англии рекомендовано применять водные растворы органических полимеров. В Украине пытались применять водный раствор моноэтаноламина [4], битумную эмульсию [1]. В России внедрен пластификатор формиатно-спиртовый против примерзания Якутских углей [5]. Институтом горючих ископаемых (ИГИ) против примерзания и смерзания предложено применять водно-мазутную эмульсию, предварительно разогретую до температуры кипения воды [1]. Новосибирский институт НИИЖТ рекомендовал применять растворы сульфатных щелоков и полимеры на их основе, омыленный талловый пек, смесь нефтебитума с легким каталитическим газойлем, смесь крекинг-остатков, институт КузНИУИ разработал средство на основе водного раствора латекса с добавкой жидкого стекла и раствора ПАВ [1]. Институт НИИОГР против примерзания углей разработал «КОР» и «КОС» на основе кубовых остатков ректификации спиртов, а также средства «НИОГРИН» и «СЕВЕРИН» на основе керосино-газойлевых фракций и крекинг-остатков нефтепереработки [6]. Для этих же целей – для смазывания поверхностей предложены парафино-нафтовые углеороды [7], латексные растворы [8], смолисто-асфальтеновые вещества (САВ) нефти [9]. Предложены способы концентрирования САВ в нефтяных остатках путем вакуумной перегонки и термополиконденсации, обеспечивающие увеличение концентрации асфальтенов. Такие нефтепродукты, по мнению авторов работы [9], в значительной мере способствуют предотвращению примерзания углей к стенкам вагонов.

Приведенные выше аналитические сведения о результатах исследований отечественных и зарубежных авторов и о практической их апробации по решению проблем предотвращения примерзания и смерзания углей при

транспортировании свидетельствуют в пользу разработки и применения эффективных химических веществ для обработки внутренних поверхностей железнодорожных вагонов, предназначенных для транспортирования угля, с целью предотвращения его примерзания, а также для обработки массы угля во время его погрузки в вагоны для предотвращения его смерзания. Однако повсеместное применение некоторых из таких средств сдерживается необходимостью крупных затрат на строительство и обслуживание установок по их приготовлению, применению и эксплуатационных расходов, а также отсутствием информации о санитарно-гигиенических и токсикологических характеристиках химических средств переработки и применения углей, содержащих химические добавки. В библиографических источниках, приведенных в данной статье, такие сведения практически отсутствуют.

Создание нового эффективного химического средства-антифриза для обработки внутренних поверхностей железнодорожных вагонов и угольной массы при ее погрузке для предотвращения примерзания и смерзания угля при транспортировании в зимний период нами ориентировано на поиск, разработку и применение вторичных материальных ресурсов (ВМР) химических производств, то есть побочных продуктов химических реакций.

В качестве компонентов химического средства-антифриза нами выбраны следующие:

1. Натриевые соли одно-, и двухосновных карбоновых кислот, образующихся в результате нейтрализации щелочью карбоновых кислот (выделенных из оксидата) – побочных продуктов жидкофазного окисления циклогексана в производстве капролактама, по окислительной схеме [10] формируют так называемый щелочной сток производства капролактама (ЩСПК [11]).

2. X-Масла или Масло-ПОД – кубовый остаток после ректификации оксидата [12]. Содержит циклогексиловые эфиры дикарбоновых кислот C_2-C_6 и монокрбоновых кислот C_2-C_5 , (2 – циклогексилденциклогексанон), являющиеся побочными продуктами жидкофазного окисления циклогексана.

3. Высшие спирты – кубовый остаток производства 2-этилгексанола (смесь из 26 наименований спиртов);

4. Полигликоли (ди-, три-, тетраэтиленгликоли), простые эфиры (три-, тетраэтиленгликолей) – кубовый остаток производства этилцеллозольва.

В состав ЩСПК входят натриевые соли монокрбоновых кислот (МКК) и дикарбоновых кислот (ДКК), представляет собой их водный раствор 20-50% концентрации. Качественное и количественное содержание МКК и ДКК осуществлено по хроматографической методике, впервые разработанной в КузГТУ [13] и и применяемой на предприятиях, производящих капролактамы по окислительной схеме. Массовые доли МКК, %: муравьиной, уксусной 0,2-0,4; пропионовой 0,4-0,5; масляной 0,2-0,9; валериановой 0,8-1,0; капроновой 0,2-0,4; каприловой 0,2-0,3, и ДКК: адипиновой 11,0-14,0; глутаровой 1,5-4,0; янтарной 1,3-2,0; щавелевой 1,8.

ЩСПК снижает температуру кристаллизации воды. При температуре минус 30-35 °С загустевает, образуется коллоидная масса, которая разрушается циркуляционным перемешиванием, например, с помощью ротационного насоса.

«Масло-X» состоит из высококипящих продуктов окисления циклогексана и дегидрирования циклогексанона, содержащих до 20% 2-циклогексилденциклогексанона, циклогексиловых эфиров, дициклогексанона, циклогексилбутирата, циклогексанона, циклогексанола. При окислении большинство эфиров разрушаются.

Высшие спирты (ВС) состава C_{12} и выше представлены по данным хроматографии 2,4-диэтилоктен-2-олом; 2,4,6- триэтилдекен-2-олом и другими (всего 26 видов), являющихся продуктами побочных реакций синтеза 2-этилгексанола.

Многоатомные спирты-гликоли (МС) содержат, % масс: диэтиленгликоль 18-20; триэтиленгликоль 12-16; тетраэтиленгликоль 3-5; простые эфиры три-тетраэтиленгликолей; другие углеводороды 5-7.

Состав комплексного химического средства – антифриза для предотвращения примерзания и смерзания угля содержит перечисленные выше вторичные продукты органических синтезов в определенных долях. Компоненты антифриза не коррозионноактивны, а ЩСПК, например является пассиватором коррозии металлов, как показано в работе [14]. Основную долю массы в антифризе занимает ЩСПК (около 70%), среднюю долю – МС, а меньшую долю – «Масло-X» и ВС.

Компоненты индивидуально, или совместно могут транспортироваться потребителю в металлических емкостях, не теряют своих свойств при транспортировании и хранении. Может быть организованно производство антифриза, готового к применению на угольных предприятиях, централизованно – предприятием – поставщиком – заводом «Химреактивов» (г.Кемерово), что для потребителей наиболее выгодно.

Антифризом обрабатывают внутренние поверхности вагонов и уголь в массе при погрузке с помощью форсуночных устройств, а не вручную «малыарными» кистями «смазыванием» стенок вагонов некоторыми средствами, как сообщается в обзорной части данной публикации.

Следует также отметить способность молекул веществ антифриза образовывать ассоциаты молекул этих средств с образованием тонких пленочных покрытий за счет образующихся водородных связей между атомами кислорода и водорода соседних молекул, а также водородных связей с кислородными центрами боковых фрагментов угля, либо с поверхностными кислородными узлами оксидов железа на поверхности кузова вагона. Это не дает возможность жидкой воде переходить в лед, а частицам угля – примерзть.

Антифриз, содержащийся в массе энергетических и технологических углей, не оказывает отрицательного влияния на процессы последующей их переработки.

Литература

1. Иванов, В. М. Предотвращение потерь и смерзаемости углей при транспортировании / В.М. Иванов, И.В. Радовицкий. – М. : Недра, 1979. – 149 с.
2. Патент 466741 США. Composition for the freeze protection of coals solids / J. Willam etc. (USA)
3. Nowak, D. Metoksylovany kodensat mocznikowo-formaldehadowyjkо plun przeciw zamarzanniy weiga kaniirego / D. Nodak, J. Olszowka, Z. Hehn // Przem. Chem. – 1987, №2. – Р. 96-98.
4. А.с. 543766 СССР. Способ борьбы с пылью / Д. Киселев и др. 1971. БИ №3.
5. Маркина, А. М. Исследование влияния эксплуатационных факторов на прочность примерзания Якутского угля / А.М. Маркина // Технология и механизация добычи угля открытым способом. – М. : 1985. – С. 87-91.
6. Медведева, В. Я. Комплексные исследования НИОГРИНА и СЕБЕРИНА / В.Я. Медведева, Н.Н. Ткачева. Промышленный транспорт. – М. : 1983, №1. – С. 5.
7. Патент 130486 ПНР. Stodek hydrofobwy zwlozszado zabezpieczenia wekga przed zamarmec // РЖХИМ. 1987. – 14П59П.
8. Denton, Q. H. Minitmising in transit win date ioses of Olga low volatile Coal Preprint of paper Presented at the 1972 Coal show amerikan Mining Congress eleweland, Ohto/ Q.H. Denton, R.E. Hausse, D. E. Scott. 1972.
9. Максютлов, В.А. / Тез. докл. совещ. по высокомолекулярным соединениям нефти / В.А. Максютлов, П.Л. Ольков. – Томск, 1985. – С. 181-182.
10. Производство капролактама / Под. ред. В.И. Овчинникова, В.Р. Ручинского. М. : Химия, 1977. – 263 с.
11. ЩСПК – щелочной сток производства капролактама (отход производства капролактама): Технические условия ТУ 113-03-488 / ГИАП, КузГТУ, КГМА, НИИЖБ. М. : 1984. – 40с.
12. Масло-ПОД (отход производства капролактама): Технические условия ТУ 6-03-05-02-80 / Гродненское ПО «Азот». – Гродно, 1980. – 11 с.
13. Коваленко, Л.К. определение моно-, и дикарбоновых кислот в сточных водах производства капролактама / Л.К. Коваленко, И.А. Ощепков, А.Ф. Чуднов // Охрана окружающей среды и очистка промышленных выбросов. М.: НИИТЭХИМ, 1987. – Выпуск 3. – С. 14-19.
14. Ощепков, И.А. Химическая обработка твердых топлив на стадиях подготовки и переработки / И.А. Ощепков.-М.: Уголь. – 2002. – №12. – С. 49–50.

О создании нового эффективного химического средства антифриза

Ощепков И. А., доцент Институт Химических и Нефтегазовых Технологий КузГТУ, Кемерово, Россия
Горбунков И. А., директор ООО «Завод Химических Реагентов», Кемерово, Россия
Каськов А. А., ведущий инженер КузГТУ, Кемерово, Россия

Для предотвращения прилипания и примерзания влажных углей к металлической поверхности автомобильного и железнодорожного транспорта в зимний период разработана новое антисмерзающее средство (антифриз) на основе вторичных продуктов органического синтеза.

About making of new effective chemical means of antifreeze

Oshepkov I. A., professor Institute of Chemical and Petroleum Technology KuzSTU, Kemerovo, Russia
Gorbunkov I. A., director of LTD «Plant of Chemical Reagents», Kemerovo, Russia
Kaskov A. A., leading engineer KuzSTU, Kemerovo, Russia

For prevention of sticking and freezing of moist coals to a metal surface automobile and a railway transportation during the winter period it is developed new antifreeze means (antifreeze) on the basis of by-products of organic synthesis.

УДК 622.6.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ РОЛИКА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

*А.Ю. Захаров, д.т.н., профессор, Д.А. Ширямов, инженер,
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф.Горбачева, г. Кемерово*

Ролик является одним из основных и самым многочисленным элементом ленточного конвейера. Даже при самых рациональных современных схемах линейных секций става, при длине конвейера 2000 м, роликов может быть около 6000 [1]. Неисправные ролики ведут к увеличению сопротивления движения, увеличивая тем самым эксплуатационные расходы, к повышенному износу ленты, а также могут стать причиной возникновения пожаров.

Своевременное выявление неисправных роликов и их замена – один из путей сокращения эксплуатационных расходов ленточного конвейера.

Для определения сопротивления вращения роликов ленточного конвейера в работе [2] предлагается использование упруго-деформируемого датчика.

В процессе проведения мониторинга состояния роликов необходимо иметь образцовый ролик с известным сопротивлением вращения.

Для этого был разработан V-образный колодочный тормоз, позволяющий регулировать вращение ролика, который делает возможным имитировать неисправность подшипникового узла (рис. 2).

Он представляет собой два плеча тормоза 6, 7 закрепленных на раме 13 при помощи винта 3. Конструкция шарнира 2 позволяет изменять положение плеча тормоза относительно рамы под действием приложенного груза 12.

Усилие прижатия колодки к ролику передается при помощи тросика 7, который соединяет между собой левое 6 и правое 7 плечи тормоза. На правом плече он жестко закреплен при помощи винта 14, а на левом, проходя через тросовый мост 9, имеет свободный ход. К свободному концу тросика подвешен груз 12, который перекинут через блок 10. При увеличении массы груза, возрастает прижимное усилие создаваемое колодками. Таким образом, можно регулировать степень прижатия колодки к ролику, увеличивая тем самым сопротивление вращения. Для создания постоянного усилия на тормозных колодках и устранения погрешности от вибрации, после подвешивания груза, тросик фиксируется прижимным винтом 10. Регулировка положения и смена колодки осуществляется при помощи винта 5.

Используя данное устройство на испытательном стенде, можно определить зависимость сопротивления вращения ролика, от массы груза подвешенного на тросике и построить график зависимости. Затем производится измерения на реальном конвейере с использованием упруго-деформируемого датчика. Зная, какое сопротивление соответствует массе приложенной к тросику тормоза, становится возможным установить зависимость сопротивления вращения от выходного сигнала датчика.

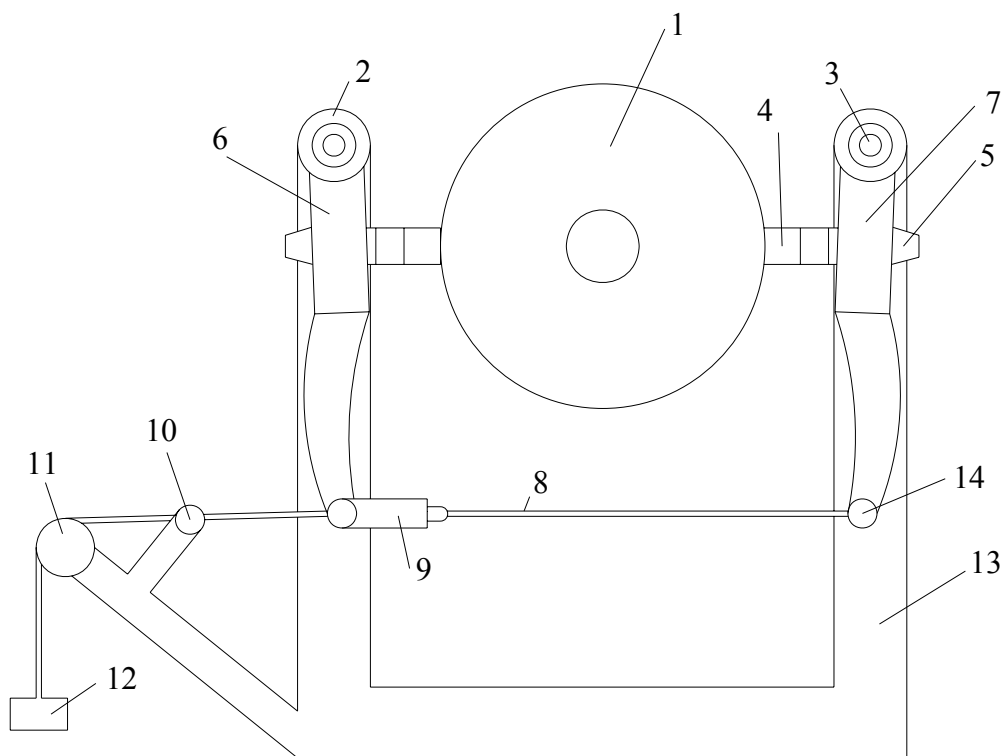


Рисунок 2 – Конструкция регулируемого колодочного тормоза:

1 – ролик; 2 – шарнир; 3 – винт крепления тормоза к раме; 4 – тормозная колодка; 5 – винт фиксации колодки; 6 – левое плечо тормоза; 7 – правое плечо тормоза 8 – трос; 9 – тросовый мост; 10 – фиксирующий винт; 11 – блок; 12 – груз; 13 – рама; 14 – винт крепления троса.

Также при помощи данного устройства можно определить предельное значение сопротивления ролика, при котором происходит его заклинивание. При заклинивании ролика наблюдается интенсивное истирание его обечайки и обкладки ленты, повышается температура в зоне контакта.

Таким образом, предложенное устройство изменение сопротивления вращения ролика ленточного конвейера может достаточно широко использоваться при проведении исследований направленных на повышение эффективности работы конвейерного транспорта.

Список литературы:

1. Долгов Э.П. О повышении долговечности роликов ленточных конвейеров (не традиционный подход к проблеме) / Э.П. Долгов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. Т 10. № 12. – С. 29-37.
2. Ширямов Д.А. Возможности измерения сил сопротивления вращения роликов ленточных конвейеров в производственных условиях / Д.А. Ширямов, А.Ю. Захаров // Сборник докладов «Россия молодая». 2012

УДК: 622.271.4:621.879:62-587.5

О МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ РЕДУКТОРОВ ЭКСКАВАТОРОВ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА

Хорешок А. А., д.т.н., профессор, Кудреватых А. В., к.т.н., доцент, Кузбасский Государственный Технический Университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Предложена методика определения технического состояния поворотного и подъемного редукторов экскаватора по степени нагрева масла.

The technique of definition of a technical condition of rotary and elevating reducers of a dredge on heating degree oils is offered.

Значительная доля незапланированных простоев предприятия приходится на простои из-за отказов оборудования. Например, в ОАО «УК Кузбассразрезуголь» в 2008г. число внезапных отказов составило 9288 общей продолжительностью 72677 моточасов (3,2% от календарного фонда рабочего времени или 8,8% от фактического времени работы). В структуре внезапных отказов наибольший удельный вес приходится на отказы механической части (51%).

Проведенное исследование показало, что, в целом наибольшее время простоев экскаваторов приходится на отказы (поломки) ковша, генераторов и редукторов. Так, например, по причине отказа работы редукторов было потеряно 2870,6 моточасов или 15,3%.

Таким образом, очевидна актуальность разработки направлений совершенствования методики эксплуатации данных деталей и механизмов экскаваторов.

Основной причиной изменения технического состояния редукторов является износ. В целях его своевременного обнаружения и сокращения незапланированных простоев целесообразно применять техническую диагностику. Углубленная диагностика позволяет не только быстро обнаружить неисправный агрегат или узел, но и точно установить причину неисправности.

Для диагностирования технического состояния редукторов экскаваторов применяются различные способы, в том числе: тепловые методы (контроль температуры, тепловизионная диагностика); метод диагностирования по герметичности рабочих объемов; диагностирование по параметрам виброакустических сигналов (вибродиагностика и вибромониторинг); методы, оценивающие состояние редукторов по физико-химическому составу отработавших эксплуатационных материалов (эмиссионный спектральный анализ масла, экспресс-анализ отработанного масла на загрязнение); ультразвуковая дефектоскопия; обнаружение источников вибрации (шума) и др.

Выбор метода диагностирования технического состояния агрегата обусловлен следующими условиями: экономическая целесообразность; наличие приборной базы; методика определения технического состояния и его прогнозирования; обученный персонал; контролепригодность оборудования.

В настоящее время для своевременного предупреждения отказа редукторов экскаваторов на разрезах ОАО «УК Кузбассразрезуголь» применяется эмиссионный спектральный анализ масла с помощью многоканальной фотометрической системы МФС-7. Установка при помощи спектрального анализа механических примесей масла осуществляет определение концентраций металлических частиц в нем – продуктов изнашивания деталей (содержание щелочных металлов, Са и Ва – основы моюще-диспергирующих и других присадок к маслам, а также кремния, как основы абразивных, самых опасных загрязнений масла). При анализе масла определяются следующие параметры: вязкость, температура вспышки, капельная проба, содержание воды, механические примеси, содержание металлов. Основными металлами, применяемыми для диагностирования технического состояния редукторов, являются железо, медь, хром, никель и кремний.

На разрезах ОАО УК «Кузбассразрезуголь» проведение анализа масла из редукторов экскаваторов осуществляется согласно руководству по эксплуатации - 7513-3902015 рэ.

Предприятием применяется следующая периодичность снятия проб:

- во время регулярных проверок при каждом ТО-1;
- перед сменой масла;
- более часто, если подозревается ненормативный износ [2].

При значительном увеличении какого-либо элемента необходимо выполнить проверку зубчатых колес, шлицевых соединений и подшипников.

Если значительно изменилось содержание одного кремния, то следует заменить масло. Замену масла следует выполнить и в случае постепенного накопления в масле металлических частиц с концентрацией их превышающей 5 г/л (0,5%).

Наличие меди в масле обусловлено использованием подшипников с латунными сепараторами. При этом концентрация меди в масле до 0,1 г/л (0,001%) соответствует нормальному изнашиванию. Концентрация меди выше указанной величины свидетельствует об интенсивном изнашивании сепаратора, при этом частицы латуни просматриваются визуально в стеклянной пробирке в виде золотистого блеска. В подобных случаях необходимо выполнить замену масла и произвести осмотр подшипников и при необходимости их заменить [2].

Данный подход позволяет сократить затраты на ремонт, предупредить незапланированные простои и пр. Но, в то же время, в данном случае не применяется индивидуальный подход к горному оборудованию. Это обусловлено тем, что в процессе работы масло претерпевает целый ряд изменений, некоторые из которых могут способствовать снижению надежности и долговечности механизма. Для предотвращения этого заводом-изготовителем или положением по техническому обслуживанию регламентируется срок службы масла, что не гарантирует от снижения качества последнего, поскольку старение его в каждом механизме протекает индивидуально. Более того, часто ухудшение качества работающего масла происходит из-за перегрева редуктора и нарушения его технического состояния. Отсюда возникает необходимость применения контроля за температурным режимом работающего масла в процессе эксплуатации с целью его замены или предупреждения отказа редуктора. Применение температуры, как диагностического параметра позволяет проводить мониторинг фактического технического состояния редуктора.

Это возможно применить посредством встроенных систем диагностирования, измеряющих температурный режим масла. Для этого целесообразно установить беспроводной температурный датчик в редуктор.

Взаимодействие масла с трущимися поверхностями влечет за собой изменение температуры работающего масла. Изменение температуры работающего масла является одним из диагностических параметров, характеризующих состояние работающего редуктора. Эти изменения – богатейшая информация о процессах, протекающих в машине и в работающем масле, она даёт возможность по результатам анализа масла одновременно оценивать работоспособность машины без разборки и влияние работающего масла на ее надежность.

Для того чтобы машинист экскаватора мог контролировать работоспособность и состояние редукторов, по данному параметру, необходимо вывести на приборную панель указатель температуры масла в редукторах.

Для установления зависимости температуры масла и нарастанием механических примесей был установлен температурный датчик в поворотный и подъемный редуктор экскаватора ЭКГ-5А. По проведенному опыту и полученным результатам были построены графики, отражающие характер изменения содержания механических примесей и температуры работающего масла в зависимости от наработки и природно-климатических условий эксплуатации (времени года). Данные проведенных экспериментов позволили выявить зависимости температуры масла от наработки, механических примесей от наработки, температуры масла от механических примесей.

Результаты вычислений свидетельствуют о том, что независимо от времени года работы группы поворотных и подъемных редукторов экскаваторов ЭКГ-5А данные зависимости подчиняются полиномиальной функциональной зависимости (при прочих постоянных условиях).

Результаты эксперимента показали наличие зависимости между температурой нагрева масла и износом редукторов. Выявлено, что критической является температура 90°C. При повышении температуры масла увеличивается концентрация механических примесей, а, следовательно, возрастает износ агрегата.

Кроме этого, проведенные исследования позволили сделать вывод о необходимости корректирования периодичности проведения ТО и замены масла в редукторах. В настоящее время на разрезах ОАО УК «Кузбассразрезуголь» замена масла по плану производится через 2500 моточасов, а необходимо через 1600 моточасов в летний период для подъемного редуктора и столько же в летний и осенний периоды для поворотного редуктора.

Нецелесообразна эксплуатация горного оборудования на пределе критической температуры масла, так как это влечет за собой отказ редуктора. Здесь необходимо остановить работу техники для предупреждения отказа редуктора до выявления причины повышения температуры. Предлагается на практике брать пробы масла не только с заданной периодичностью, но и основываться на температуру как на диагностический параметр, позволяющий определять фактическое состояние агрегата.

Установленный датчик температуры масла позволит решить следующие задачи:

своевременное уведомление машиниста экскаватора о неисправности редуктора и (или) неправильных условиях эксплуатации;

возможность взятия проб масла лаборантами лаборатории ГСМ по фактическому техническому состоянию агрегата;

увеличение интервалов между плановым обслуживанием и ремонтом редукторов;

постоянный (непрерывный) контроль за состоянием редуктора и масла;

своевременная замена трансмиссионного масла.

Решение данных задач позволит сократить незапланированные отказы подъемного и поворотного редукторов экскаваторов и повысить их надежность и долговечность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Хорешок А.А. О целесообразности диагностики поворотного и подъемного редукторов экскаваторов по фактическому состоянию на основе изменения температуры масла (на примере ОАО «УК Кузбассразрезуголь»). – Горный журнал, №11-2011.
Руководство по эксплуатации 7513-3902015 рэ

УДК 622.272:622.831

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ВОЗМОЖНЫХ ПУТЯХ ИХ РЕШЕНИЯ

М.А. Байёв, ассистент, А.П. Коровицын, ассистент, В.А. Хямяляйнен, профессор, д.т.н., заведующий кафедрой, А.Г. Шевцов, студент, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия

Институт Исследования Газа США в начале 1980-х гг. первым начал изучение промышленной добычи метана из угольных пластов [1]. Большинство ученых, связанных с индустрией природного газа, считало такой газ не более чем проблемой для угледобывающей промышленности. Геологам давно было известно, что уголь является источником газа для традиционных коллекторов. Потенциал угольного пласта как коллектора упускался из виду потому, что часто газовыделение было малым или его не было, так как газ адсорбирован углем. Более того, угольные пласты часто вначале «дают» только воду. Отсутствовало понимание того, что этот тонкий пласт на небольшой глубине может вмещать экономически выгодное количество газа.

Изыскание эффективных способов дегазации угольных пластов на шахтах до начала ведения горных работ было начато ещё раньше. В 1971 году Бюро шахт США проводит эксперименты по дегазации на скважинах, пробуренных на разных угольных месторождениях по всем Соединенным Штатам, используя технологии нефтяной и газовой промышленности [1]. Дебит этих скважин не превышал 10 тыс. куб. фут./сут. (~283 куб. м/сут.). После проведения на скважинах гидроразрыва, дебит одной из них в Бассейне Блэк Ворриор увеличился до 50 тыс. куб. фут./сут. (~1 416 куб. м/сут.), что стало основанием бурения дополнительных скважин в этом бассейне. В свою очередь, Amoco Production Company начинает развивать добычу метана из угольных пластов бассейна Сан Хуан, где дебит одной из скважин достиг 1 млн. куб. фут./сут. (~28 317 куб. м/сут.). К концу 1993 года количество скважин для добычи метана из угольных пластов в США составило 6500, а годовой объем добычи увеличился до 705 млрд. куб. футов. Таким образом, метан угольных пластов превратился из врага шахтеров в важный источник газа в Соединенных Штатах.

История добычи метана угольных пластов показала, что для его промышленной добычи недостаточно просто пробурить скважину – необходимо оказать воздействие на угольный пласт. Первоначально технологии бурения и добычи были заимствованы из нефтегазовой отрасли. Однако значительные различия между традиционными и угольными коллекторами потребовали инноваций и изменений традиционных подходов с учетом уникальных характеристик угольных пластов.

Одной из основных особенностей угольных пластов как нетрадиционных коллекторов является генетическая и пространственная связь метана со своим коллектором - угольным пластом, его образование в процессе метаморфизма угля. Основная масса метана в угольных пластах находится в связанном сорбированном состоянии на поверхности угольных частиц и их микропор, и в незначительных объемах (единицы процентов) в свободном и водорастворённом состоянии [2]. Особенности форм нахождения и распределения газов в угленосных толщах определяют принципиальные различия в технологии разработки традиционных газовых месторождений и в технологии промысловой добычи газа из угольных пластов. Специалисты рассматривают пористую (емкостную и фильтрационную) среду угольных пластов как совокупность кливажной (трещинной) и мезо-поровой системы матрицы (вещества угля). Система кливажа в угольных пластах – это система природных трещин (эндогенных), аналогичная пустотам в породах, трещинам отдельности, нарушениям, разрывам, существующим в газонефтяных коллекторах с природной трещиноватостью. В отличие от традиционных газовых месторождений, в угольных пластах выделяют две проницаемости: проницаемость микропористая в веществе угля (на уровне матрицы, 10-2-10-6 мД) и проницаемость макропористая на уровне кливажа (трещиноватости и макропор, 5-30 мД и более). Поток метана к скважине через порово-трещинную среду угольных пластов характеризуется тремя процессами:

-десорбцией и диффузией метана движущей силой, которой является градиент концентрации метана в веществе угля и в кливаже;

-фильтрацией по микропорам и ультра микропорам вещества угля к кливажу;

-фильтрацией по трещинам и макропорам, вызванной градиентом давления.

Между началом десорбции метана и его поступлением в макропоры (трещины) существует большой промежуток времени. Это обуславливает длительность роста дебитов и достижения «пиковых» значений через 1-3 года (иногда и более), а также большой срок действия (до 20-25 лет) метаноугольных скважин [3].

Необходимо отметить отличие механических свойств угля от пород слагающих традиционный газовый коллектор: уголь слабый, хрупкий, трещиноватый – это создаёт проблемы с устойчивостью ствола скважины и влияет на технологию интенсификации притока [4]. Поровая фильтрационно-емкостная среда угольных пластов непрерывно меняется при откачке воды и десорбции метана в процессе его добычи. Начальные коллекторские условия угольного пласта определяют производительность и срок действия скважин, а также выбор технологий интенсификации газоотдачи угольных пластов.

Опыт освоения метаноугольных месторождений показывает, что повышение интенсивности газоотдачи угольных пластов и наиболее полная извлекаемость из них метана достигается применением технологий, повышающих проницаемость угольных пластов. Целью выбора эффективных технологий «завершения» углеметановых скважин, их совершенствования является обеспечение максимально возможной (рентабельной) производительности скважин и их стабильной работы. В 80х годах в США широко стал применяться модифицированный метод гидроразрыва в промысловой (вне шахтной) добыче метана из угольных пластов [2]. В середине 80х годов из стадии эксперимента в практику стал входить новый весьма эффективный метод пневмогидродинамического воздействия на угольные пласты с кавернообразованием («кавитация») в необсаженном стволе. В стадии эксперимента и опытно-промышленных испытаний находятся инъекционные технологии нагнетания в угольные пласты гелия, азота и углекислого газа, обладающих различной сорбируемостью углем. На такой же экспериментальной стадии находятся пока работы по использованию электровоздействия на угольные пласты. Для экспериментальной оценки можно считать подготовленным способ вибрационного воздействия, интенсифицирующий водоотдачу угольных пластов, а, следовательно, и их газоотдачу. На поисковой (исследовательской) стадии находятся разработки акустического метода и инъекционного способа подачи реагентов в угольные пласты для активизации фильтрационных и десорбционных процессов. В мировой практике для стимуляции газоотдачи угольного пласта наиболее часто используется гидравлический разрыв пласта (ГРП). Эта технология широко применима для разного рода условий в угольных пластах. Реже, и только при благоприятных горно-геологических условиях, применяются методы кавитации и расширения открытого ствола скважины. В настоящее время большое распространение получило наклонно-направленное и горизонтальное бурение.

Гидравлический разрыв пласта представляет собой механический метод воздействия на продуктивный пласт, состоящий в том, что порода разрывается по плоскостям минимальной прочности под действием избыточного давления, создаваемого закачкой в скважину жидкости разрыва с расходом, который скважина не успевает поглощать. В образованные трещины жидкостями разрыва транспортируют зернистый материал (проппант), закрепляющий трещины в раскрытом состоянии после снятия избыточного давления [5]. Основным фактором, определяющим эффективность гидроразрыва, является процесс закрепления трещины разрыва, т.к. от остаточного раскрытия зависит её фильтрующая способность. Недостатком существующих способов закрепления является разрозненность, противоречивость и недостаточность информации о влиянии физических свойств расклинивающего материала, его удельной концентрации в трещине, реологических свойств применяемой жидкости, фильтрационных свойств угольного пласта и его геомеханического состояния на проницаемость трещины разрыва. В связи с этим является актуальным вопрос исследования влияния физических свойств проппанта, жидкости разрыва и угольного пласта на проницаемость закреплённой трещины гидроразрыва и, как следствие, на эффективность данного метода интенсификации извлечения метана из угольных пластов.

Для решения этих задач в КузГТУ на базе лаборатории кафедры теоретической и геотехнической механики была создана стендовая установка по определению проницаемости трещины гидроразрыва и разработана методика проведения лабораторных исследований. Установка представляет собой модель трещины разрыва, помещаемая под пресс для моделирования горного давления. В закреплённую исследуемым проппантом трещину подается вода (либо раствор). По результатам замеров параметров установившейся фильтрации воды с учетом геометрических размеров трещины по известной формуле Дарси вычисляется коэффициент проницаемости. Разработанная методика позволяет определить влияние типа закрепляющего агента, а также различных факторов на проницаемость трещин гидроразрыва (в том числе отрицательный эффект от загрязнения закреплённой трещины угольным шламом).

Аннотация

Рассмотрены этапы развития добычи метана из угольных пластов и проблемы, с которыми пришлось столкнуться. Особое внимание уделено характерным особенностям угольных пластов в сравнении с традиционными коллекторами. Также описываются методы интенсификации притока, применяемые при добыче метана из угольных пластов. Изложена методика исследования закрепления трещин гидроразрыва угольных пластов.

Annotation

The stages of development of methane production from coal seams and the problems encountered. Particular attention is given to the characteristic features of coal seams than traditional collectors. It also describes methods of stimulation used in the extraction of methane from coal seams. The methodology of the study fixing hydraulic fracture coal seams.

Список литературы

1. McLennan, John D. A Guide To Determining Coalbed Gas Content / John D. McLennan, Paul S. Schafer, Timothy J. Pratt. – Published by Gas Research Institute, Chicago, Illinois, USA, 1995. – 204 p.
2. Золотых, С. С. Проблемы промышленной добычи метана в Кузнецком угольном бассейне / С. С. Золотых, А. М. Карасевич. – М.: Издательство «ИСПИН», 2002. – 570 с.
3. Rogers, Rudy E. Coal Bed Methane: Principles and Practices / Rudy E. Rogers, Kumar Ramurthy, Gary Rodvelt, Mike Mullen. – Halliburton Co., June 2007. – 504 p.
4. Hollub, Vicki A. A Guide to Coalbed Methane Operations / Vicki A. Hollub, Paul S. Schafer. – Published by Gas Research Institute, Chicago, Illinois, USA, 1992. – 377 p.
5. Каневская, Р.Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта / Р.Д. Каневская. – М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 1999. – 212 с.

УДК 553.9:622.333

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОЙ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ.

*А.В. Кошелец – главный специалист, Е.С. Мелехин – заведующий отделом
ОАО «Газпром промгаз», г. Москва*

Аннотация

Утвержденная руководством страны в начале 2012 года Долгосрочная программа развития угольной промышленности до 2030 года предусматривает значительное увеличение объемов добычи угля в России и, прежде всего, в Кузбассе. Реализация поставленных задач едва ли возможна без увеличения производительности подземной добычи угля и эффективного комплекса мероприятий по дегазации перспективных шахтных полей, с 2011 года являющейся обязательной для угольных пластов с высокой природной метаноносностью. Заблаговременная дегазация угольных месторождений с использованием технологий добычи метана из угольных пластов может стать одним из ключевых инструментов рационального развития угледобывающей отрасли, однако экономический механизм реализации таких проектов должен учитывать смену основной целевой направленности осуществления инвестиций.

Концепция и ключевые приоритеты развития угледобывающей промышленности России на ближайшие 20 лет определены Долгосрочной программой развития угольной промышленности до 2030 года [1], разработанной Министерством энергетики РФ. Основными задачами, поставленными перед отечественными угледобывающими предприятиями, являются радикальное обновление производственных мощностей (100 % новых мощностей к завершению периода реализации программы), более чем пятикратное увеличение производительности работ (с 1 750 т угля в год на 1 занятого в отрасли до 9 000 т), а также значительное повышение безопасности работ и снижение производственного травматизма.

Решение поставленных задач осложняется тем, что структура основных производственных фондов угледобывающей промышленности будет изменяться в сторону увеличения доли угля, добываемого подземным способом, который является более капиталоемким, менее производительным и более опасным по сравнению с открытой добычей.

Одним из важных факторов недостаточно высокой производительности добычи угля на шахтах Кузбасса, являющегося главным центром угольной промышленности России (и которым он останется в перспективе), является высокая природная метаноносность угольных пластов и связанные с этим временные и капитальные затраты на обеспечение требуемой концентрации метана в рудничной атмосфере действующих горных выработок шахты.

С превышением концентрации метана до взрывоопасных значений и его внезапными выбросами связаны и наиболее крупные и разрушительные аварии на шахтах Кузбасса, вероятность возникновения которых в будущем будет увеличиваться за счет вовлечения в разработку пластов с большей природной метаноносностью по мере выработки запасов угля в наиболее благоприятных горно-геологических условиях. В целях снижения аварийности на угольных шахтах Правительство РФ в 2011 году приняло постановление, предусматривающее, в частности, обязательную дегазацию угольного пласта, когда его природная метаноносность превышает 13 м³/т с. б. м. (сухой беззольной массы) и работами по вентиляции невозможно обеспечить содержание метана в исходящей струе очистной горной выработки в размере менее 1 процента [2].

Помимо вышеуказанных факторов, в настоящее время прослеживается явный курс на законодательное ужесточение требований к экологической безопасности. Метан, извлекаемый в процессе эксплуатации угольной шахты системой шахтной дегазации, вследствие относительно низкой и нестабильной его концентрации в газозооной смеси имеет ограниченный потенциал эффективного использования. Выбрасывание извлекаемой дегазационной смеси в атмосферу также связано с дополнительными затратами и ущербом окружающей среде,

поскольку метан является одним из парниковых газов, причем его парниковая активность примерно в 21 раз выше, чем у углекислого газа.

Заблаговременная дегазационная подготовка угольных месторождений является эффективным инструментом повышения производительности и безопасности будущих работ по подземной добыче угля, что дополнительно позволит обеспечить эффективное использование извлекаемого метана (как самостоятельно, так и для увеличения его концентрации в газозвоздушной смеси, получаемой в процессе эксплуатации дегазационных систем) и сокращение ущерба окружающей среде. В комплексе указанные преимущества могут внести значительный вклад в улучшение экономических показателей деятельности угледобывающих предприятий Кузбасса и достижение целей, определенных Долгосрочной программой развития.

Возможность рационального планирования и организации работ по заблаговременной дегазационной подготовке угольных месторождений обеспечивается за счет планируемого обновления основных производственных фондов угольной промышленности и ликвидации нерентабельных и выработавших запасы угольных шахт. Планируется, что к 2020 году 50 % добычи угля будет обеспечиваться за счет мощностей, введенных с начала реализации программы (т.е. с 2012 года), а к 2030 году – все 100 %. С учетом рекомендуемой минимальной продолжительности заблаговременной дегазационной подготовки 5-7 лет (и до 10-12 лет в зависимости от горно-геологических условий и требований к снижению содержания метана в угольных пластах) начинать проектировать такие работы нужно уже сегодня.

Основными технологическими и эксплуатационными преимуществами подземной добычи угля на шахтах, на которых была проведена заблаговременная дегазационная подготовка, будут:

- возможность использования более эффективного оборудования за счет снятия ограничения по максимально допустимой производительности по газовому фактору;
- сведение к минимуму вероятности внеплановых остановок работы шахты, связанных с превышением допустимой концентрации метана в рудничной атмосфере;
- снижение требований к мощности вентиляционной системы шахты;
- уменьшение необходимого для обеспечения эффективного проветривания сечения горных выработок;
- значительное снижение вероятности возникновения аварийных ситуаций, связанных с взрывом или внезапным выбросом метана.

Экономическим стимулом к проведению заблаговременной дегазационной подготовки для угледобывающих компаний должно стать снижение себестоимости добываемого подземным способом угля, которое будет обеспечиваться за счет:

- повышения производительности работы горного оборудования в шахтах;
- повышения интенсивности использования оборудования по времени при сокращении количества внеплановых остановок работы шахты;
- сокращения затрат на эксплуатацию вентиляционной системы шахты;
- сокращения затрат на ликвидацию последствий аварий на шахтах, включающих затраты на восстановление добычи, потери от снижения объемов добычи на период ремонтно-восстановительных работ и компенсации пострадавшим;
- сокращения затрат на электроэнергию за счет ее частичного замещения собственной газовой генерацией как на этапе строительства шахты и вспомогательных объектов, так и после ввода шахты в эксплуатацию;
- сокращения платежей за выбросы метана в атмосферу.

Необходимо отметить, что часть инвестиций, направленных угольными компаниями на проведение заблаговременной дегазационной подготовки, является возвратной в соответствии с постановлением Правительства РФ «Об утверждении перечня видов расходов, связанных с обеспечением безопасных условий и охраны труда при добыче угля, принимаемых к вычету из суммы налога на добычу полезных ископаемых» [3]. Согласно указанному документу, могут быть приняты к вычету из суммы налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ), в частности, следующие виды расходов:

- расходы на бурение дегазационных скважин;
- расходы на приобретение (создание) дегазационных станций (установок), бурового оборудования и газопроводов для отвода шахтных газов, запорно-регулирующей арматуры и контрольно-измерительной аппаратуры;
- расходы на приобретение (создание) оборудования, сооружений, технических устройств и материалов, используемых для обеспечения функционирования систем дегазации и утилизации шахтных газов (метана).

Таким образом, за счет сокращения подлежащей уплате суммы НДПИ с использованием возвратных (в течение 3 лет после их осуществления) инвестиций может быть создан весь необходимый производственный комплекс по извлечению метана из угольных пластов, его сбору, промышленной подготовке и утилизации (полезному использованию).

ОАО «Газпром» реализует в Кузбассе первый в России проект добычи метана из угольных пластов как самостоятельного полезного ископаемого. Проведен комплекс геологоразведочных и экспериментальных работ, запасы метана в угольных пластах Талдинской площади поставлены на государственный баланс, в феврале 2010 года президентом Дмитрием Медведевым запущен первый в стране промысел по добыче метана из угольных пластов. В настоящее время осуществляется пробная эксплуатация разведочных скважин, добыча газа из которых в 2011 году составила более 5 млн м³, а всего с начала пробной эксплуатации – более 10 млн м³ [4]. Оператором

проекта является дочерняя компания ОАО «Газпром» – ООО «Газпром добыча Кузнецк», а научное и проектное сопровождение осуществляется головным отраслевым институтом ОАО «Газпром промгаз».

Практическое подтверждение возможности добычи метана из угольных пластов и полученные дебиты газа из скважин, согласующиеся со среднемировыми значениями [4], позволяют говорить о возможности и потенциальной эффективности применения разработанных при реализации проекта ОАО «Газпром» технологий для заблаговременной дегазационной подготовки угольных месторождений. Применяемый метод интенсификации притока – гидравлический разрыв пласта (ГРП) – позволит добиться более высокой интенсивности и степени извлечения метана из угольных пластов и менее плотной сетки дегазационных скважин по сравнению с дегазацией с использованием скважин без ГРП. Дополнительные перспективы открывает возможность применения для проведения дегазационной подготовки скважин с горизонтальным окончанием ствола, пробуренных по угольному пласту без обсадки металлическими трубами.

Реализация проектов в данном направлении потребует дополнительной проработки организационных и экономических механизмов эффективного взаимодействия предприятий угольной и газовой промышленности, что связано с изменением целевой направленности осуществления инвестиций. Таким образом, реализация проектов заблаговременной дегазационной подготовки угольных месторождений Кузбасса с использованием технологий добычи метана из угольных пластов должна осуществляться совместно с учетом экономических интересов как угольных, так и газовых компаний, что в будущем создаст необходимые условия для рационального развития и повышения эффективности функционирования топливно-энергетического комплекса России.

Список использованных источников:

1. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России до 2030 года, утв. распоряжением Правительства РФ от 24.01.2012 № 14-р;

2. Постановление Правительства РФ от 25.04.2011 № 315 «О допустимых нормах содержания взрывоопасных газов (метана) в шахте, угольных пластах и выработанном пространстве, при превышении которых дегазация является обязательной»;

3. Постановление Правительства РФ от 10.06.2011 № 455 «Об утверждении перечня видов расходов, связанных с обеспечением безопасных условий и охраны труда при добыче угля, принимаемых к вычету из суммы налога на добычу полезных ископаемых»;

4. Газовый потенциал. В.В. Черепанов. Интернет-сайт ОАО «Газпром». Режим доступа: <http://gazprom.ru/press/reports/2012/huge-potential/>.

УДК: 622817.47

К ВОПРОСУ О ПРОМЫШЛЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАПТИРУЕМОЙ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ ПРИ ЕЁ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПО ПОДЗЕМНОМУ ВАКУУМНОМУ ГАЗОПРОВОДУ.

Коровников В.И., горный инженер с 25-летним стажем в контрольно-надзорных подразделениях Минуглепрома (гл. технолог, гл. горняк), в 1990г. окончил аспирантуру при МакНИИ (Донбасс). Сегодня – пенсионер.

Одной из основных задач стратегии развития угольной отрасли в России до 2020г. определено направление по внедрению инновационных проектов в области освоения природных ресурсов (при дальнейшем увеличении глубины разработок газообильных пластов с 450 м. до 600 м.) с повышением эффективности дегазации шахт по утилизации метана \ 1 \ транспортируемого сетями подземных вакуумных трубопроводов, и дальнейшим его рациональном использовании в промышленных и бытовых нуждах при достижении экономического, экологического и социального эффекта по сохранению и увеличению ресурса жизни главной ценности государства – ЧЕЛОВЕКА / 2 /.

Т. к. метан является одним из шести основных газов, создающих «парниковый эффект» (он в 21 раз превышает значение углекислого газа в расчёте на 100 – летний период), и как побочный продукт угольной промышленности представляет не только высококалорийное (1000 м. куб. газа заменяет 1,5 тн. угля) экологически чистое топливо, но и ценное химическое сырьё, а утилизация его крайне низка (7 %), - **то научный подход** к нахождению рационального режима движения газозвушной смеси по подземному вакуумному газопроводу с высоким процентным содержанием метана и дальнейшей его доставкой на поверхность к вакуум – насосной станции (ВНС) - **приобретает первостепенное значение.**

Реструктуризация угольной отрасли в России с 1993г. при подмене «дегазационных» мероприятий на «вентиляционные» с увеличением метанообильности разрабатываемых пластов привела, **к сожалению**, к снижению эффективности использования высокопроизводительной новой техники, к росту травматизма и аварийности на машинах и механизмах, вследствие чего 188 нерентабельных шахт было закрыто, в т. ч. 30 шахт с

дегазацией; а объёмы бурения скважин из-за недофинансирования сократились в шахтах в 8 раз и с поверхности – в 20 раз.

Сегодня при формировании (период 2010 – 2035г.) в мировой практике роста третьей волны интенсификации инновационного процесса в угольной промышленности России будет уделено внимание по мнению автора / 3 / развитию «умных» систем роботизации и автоматизации технологических линий, транспортных сетей и добычных скважин.

В настоящее время действующая «МЕТОДИКА» РД-15-09-2006/4/ по мнению автора / 1 / - **несовершенна**, т.к. не предусматривает установления области рациональных режимов движения метановоздушной смеси от дегазационных скважин на поверхность по вакуумному подземному трубопроводу. **Кроме того**, данная «МЕТОДИКА» рекомендует вести расчёт конструктивных параметров подземных газопроводов по наиболее удалённой и загруженной их ветви при значительно большой погрешности такого расчёта, в результате чего **разрежение на удалённых скважинах вообще отсутствует**, и сохранить качественный уровень метановоздушной смеси при её транспортировке до ВНС для последующей утилизации **не представляется возможным**. Поэтому дополнительно к несовершенной «МЕТОДИКЕ» идёт разработка «Инструкции по дегазации угольных шахт» / 5 /.

Сегодня при использовании двух основных способов определения эффективности дегазации (1-й сравнение дебита метана на скважинах и на ВНС при сравнении фактических коэффициентов дегазации с их проектными значениями, и 2 – с помощью вакуумно-газовой съёмки) с целью снижения метанообильности горных выработок до безопасного своего значения - **определить эффективность самой ВНС не представляется возможным**, т.к. при высоком проценте дегазации (по шахте) каптируемая смесь может иметь низкую концентрацию метана на входе ВНС из-за значительных потерь разрежения в подземной трубопроводной сети посредством подсосов в ней воздуха через скважины, что требует дополнительных материальных затрат на прокладку параллельных ветвей газопровода или выполнения внеплановых и внесистемных мероприятий по определению в ручном режиме (опытным путём) наличия малоэффективных скважин с **искусственным регулированием** в них аэродинамического сопротивления путём перекрытия (или открытия) их площади поперечного сечения вентиляемыми задвижками при непредсказуемой динамике ведения горных работ и поведения горного массива.

Поэтому применяемая сегодня практика **искусственного** регулирования эффективности работы системы дегазации не является рациональным решением и требует научного подхода по поиску конструктивного решения **естественного поддержания в автоматическом режиме саморегулируемого разрежения** в вакуумном подземном участковом газопроводе при обеспечении движения газозвушной смеси с высокой концентрацией метана к ВНС за счёт самоотключения малоэффективных и поддержания в работе газообильных скважин.

Вышеперечисленную проблему (**по мнению автора**) можно решить при внедрении разработанного автором инновационного проекта «Способ подземного обеспечения саморегулирования рациональных режимов работы дегазационных скважин» за счёт технологической реконструкции сети подземного участкового вакуумного газопровода с визуальным определением в режиме «онлайн» рабочих параметров прохождения газозвушного потока в реальном времени (**имеющееся техническое решение «СПОСОБА» здесь пока не приводится** - автор готов к взаимовыгодному сотрудничеству).

При внедрении предложенного инновационного проекта (идеи) будет решена проблема подземной доставки значительных объёмов высококонцентрированного дебита метана на поверхность к ВНС с дальнейшей его утилизацией и рациональным использованием на народнохозяйственные нужды, появится реальная возможность для значительного увеличения нагрузки на очистной забой при существенном снижении уровня травматизма и аварийности в угольных шахтах, улучшится экологическая составляющая атмосферы нашей Земли.

ЛИТЕРАТУРА :

1. Журнал «Уголь» (09. 2010г.) Особенности проектирования систем дегазации угольных шахт. В. А. Малашкина, д. т. н., профессор Московского ГТУ.
2. Статья 2 Конституции РФ.
3. Научно – технический журнал «Горная промышленность» №3, 2011г.(с.4) Интенсификация инновационного процесса в угольной промышленности России. Л. С. Плакиткина, к. т. н. Института энергетических исследований РАН.
4. РД – 15 – 09 – 2006 Методические рекомендации о порядке дегазации угольных шахт.
5. Журнал «Безопасность труда в промышленности» № 8 , 2010г.

**ОБЪЕДИНЕННЫЕ СЕКЦИИ:
«ДОБЫЧА УГЛЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ»,
«ТРАНСПОРТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УГЛЕДОБЫЧИ И ПОСТАВОК УГЛЕПРОДУКЦИИ»**

УДК 622.27

**НОВЫЕ СПОСОБЫ КОМБИНИРОВАННОЙ (ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОЙ) РАЗРАБОТКИ
УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА**

*Федорин В.А., Шахматов В.Я., Михайлов А.Ю., Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки Институт угля Сибирского отделения Российской академии наук, г. Кемерово*

Современное состояние угольной промышленности Кузбасса характеризуется ростом объемов производства и переходом к инновационным технологиям, обеспечивающим конкурентоспособность продукции на внутреннем и внешнем рынках с учетом экономических, социальных и экологических последствий.

По данным Администрации Кемеровской области в 2011 года был добыт рекордный объем угля – впервые в истории Кузбасса перешагнул 192-х миллионный рубеж угледобычи. Одновременно подтверждается рекордная для угольной промышленности России добыча угля из одного очистного механизированного забоя свыше 4 млн.т в год (шахта «Котинская», СУЭК-Кузбасс) с производительностью труда свыше 1000 т/чел в месяц. Следует заметить, что шахта «Котинская» была построена по новой модульной геотехнологической структуре вскрытия и подготовки шахтных полей Кузбасса [1] с последующим преобразованием в открыто-подземный способ разработки совместно с угольных разрезов «Камышанский». Научное обоснование этой структуры осуществлено в Институте угля СО РАН, а проектные проработки технологических решений проводились в институтах «Конверскузбассуголь» (г. Кемерово) и «Гипроуголь» (г. Новосибирск).

Ведущее место при добыче каменного угля в Кузбассе занимает прогрессивный открытый способ, на долю которого приходится свыше 60 % общего объема добываемой продукции на территории Кемеровской области. Использование горнотехнологической структуры модульных шахтоучастков для добычи подземным способом на горных отводах угольного разреза значительно увеличивает эффективность комбинированной (открыто-подземной) геотехнологии комплексного освоения угольных месторождений Кузбасса. Ярким примером такого использования является строительство и эксплуатация модульного шахтоучастка «Байкаимский» на угольном разрезе «Моховский» (ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»). В 2011 году шахта «Байкаимская» с одного очистного забоя довела добычу до 2,37 млн.т/год с производительностью труда до 300 т/чел. в месяц. Следует заметить, что Институт угля СО РАН принимал непосредственное участие в выполнении проекта «ТЭО инвестиций» в 2002 году через «Конверскузбассуголь».

Основой наших исследований являются научно-методические разработки специалистов ИПКОН РАН [2] и НТЦ-НИИОГР применительно к комбинированной (открыто-подземной) геотехнологии комплексного освоения угольных месторождений. Для визуализации модели объектов в трехмерном пространстве используется компьютерная технология на основе системы MINEFRAME (ГoИ КНЦ РАН).

На основе этих исследований разработана научная концепция открыто-подземный способа комплексного освоения угольных месторождений по глубине тремя ярусами, защищенная патентами РФ (рис. 1):

- первый осваивается открытыми работами до проектной глубины по экономическому критерию с использованием на заключительном этапе подземной транспортной инфраструктуры (патент РФ № 2387836);
- второй (открыто-подземный ярус) – одним высоким уступом (Highwall) без разноса бортов угольного разреза с использованием безвзрывной технологии Комплекса глубокой разработки пластов (КГРП) и выдачей угля по существующим коммуникациям разреза (патент РФ № 2285121);
- третий – подземными работами по модульной геотехнологической структуре шахтоучастков с использованием производственной инфраструктуры угольного разреза (патент РФ № 2284414).

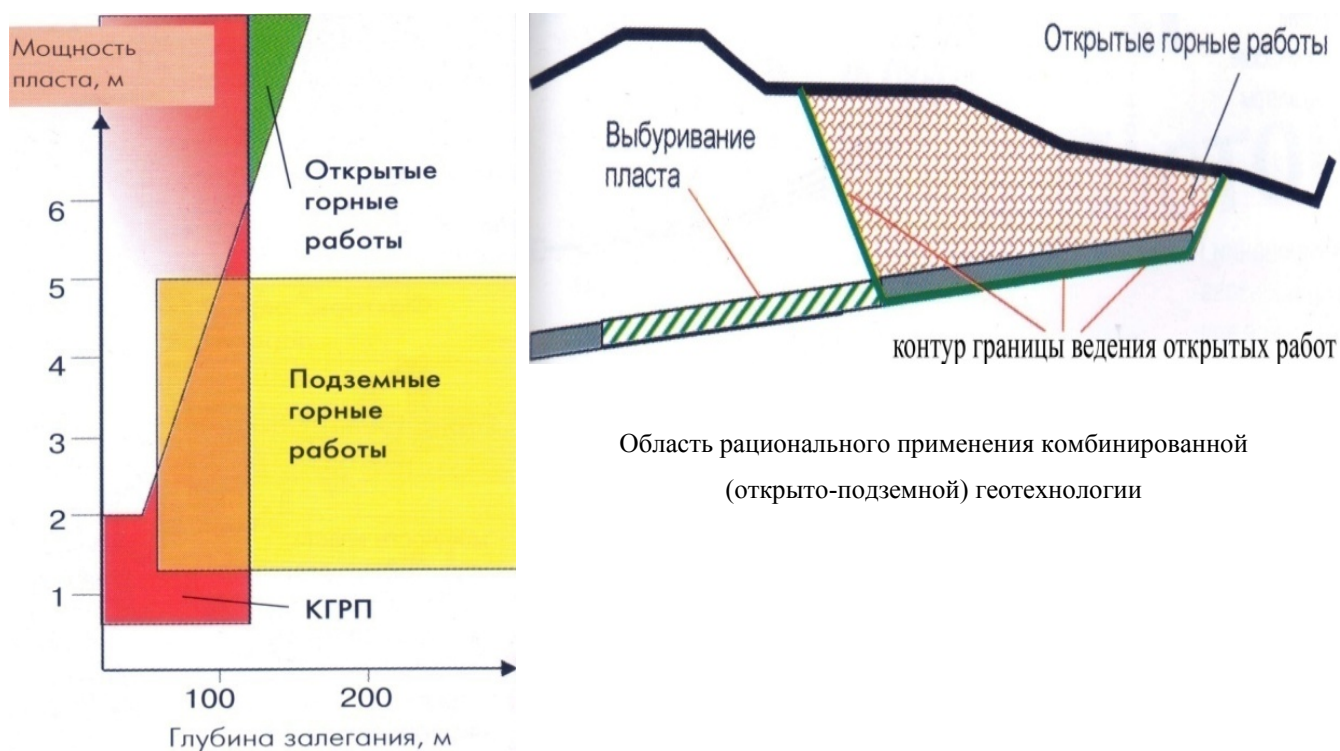


Рис. 1. Область рационального применения комбинированной (открыто-подземной) разработки угольных пластов

Научная новизна заключается в разработке приоритетных направлений объединения открытой и подземной геотехнологии в единую систему ведения горных работ с эффектом использования единой производственной инфраструктуры освоения недр.

Использование геотехнологии “Highwall” (Комплекс глубокой разработки пластов – КГРП) в приконтурной зоне угольного разреза как эффективной технологии переходного звена в комбинированном способе разработки пластовых месторождений расширяет возможности безопасной работы открыто-подземным способом по безлюдной технологии.

Снижение нарушенных земель при ведении горных работ комбинированным способом осуществляется за счет внутреннего отвалообразования, сбалансированного сохранения гидрологического и гидрогеологического режимов, ландшафта земной поверхности.

Технологический комплекс комбинированной разработки угольных месторождений рассматривается в данной работе как совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения открытых и подземных работ для выполнения в регламентированных горно-геологических условиях добычи угля заданных технологических процессов или операций.

Проведена классификация способов комбинированной (открыто-подземной) технологии разработки угольных месторождений (рис. 2) [3].



ПРОВЕДЕНА КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ КОМБИНИРОВАННОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

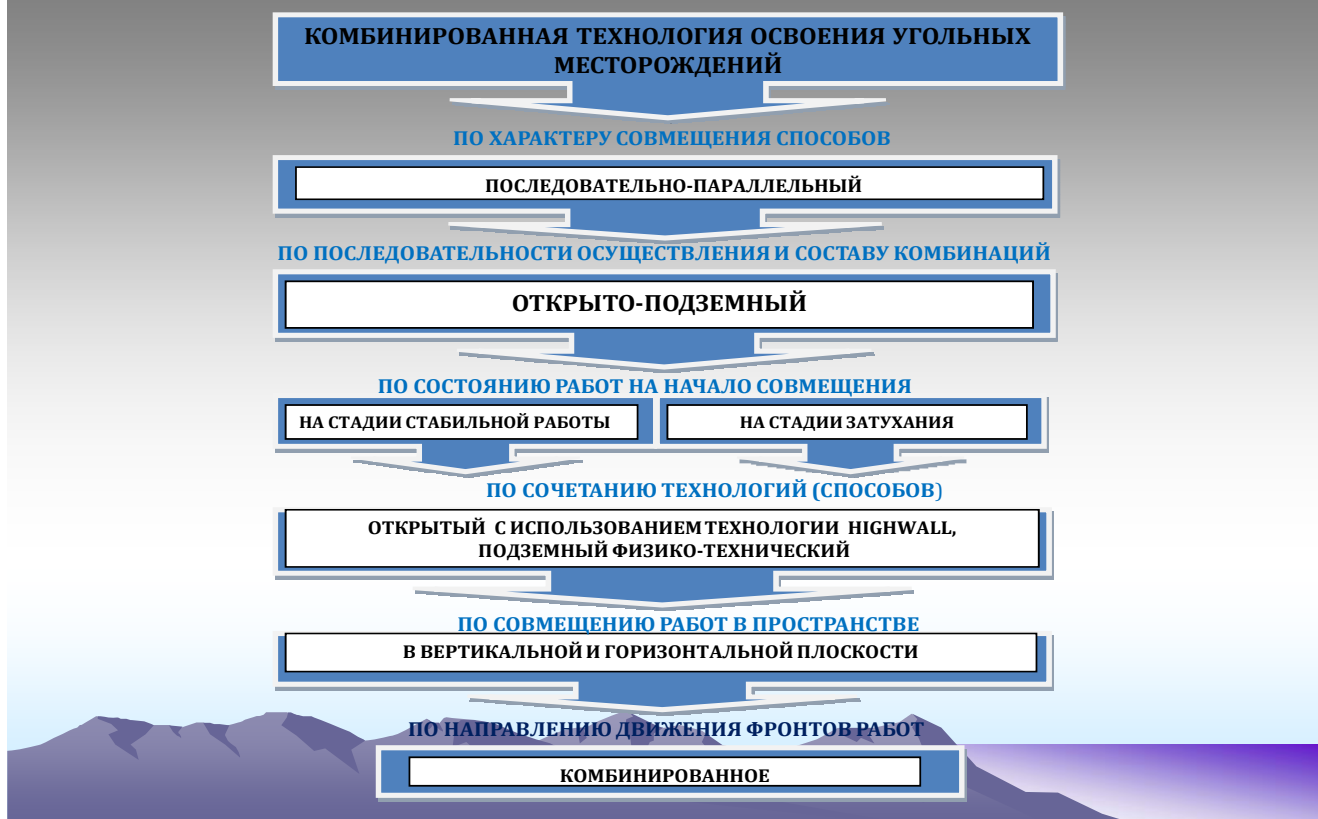


Рис. 2. Классификация комбинированных (физико-технических) способов разработки угольных месторождений.

Классификация как метод системного анализа, позволяет упорядочить угледобывающие предприятия по их наиболее существенным признакам, структурному единству и является одним из фундаментальных процессов в горной науке. На основе классификации разработан проект технологического регламента добычи угля комбинированным (открыто-подземным) способом (рис. 3).



Рис.3. Структура проекта технологического регламента добычи угля комбинированным (открыто-подземным) способом

Осуществляется мониторинг развития комбинированных геотехнологических структур вскрытия и подготовки угольных месторождений Кузбасса. Институт принимает участие в разработке и научном сопровождении проектов строительства и эксплуатации модульных шахтоучастков в системе открытых горных работ с годовой производственной мощностью свыше 2 млн.т. (рис. 4).

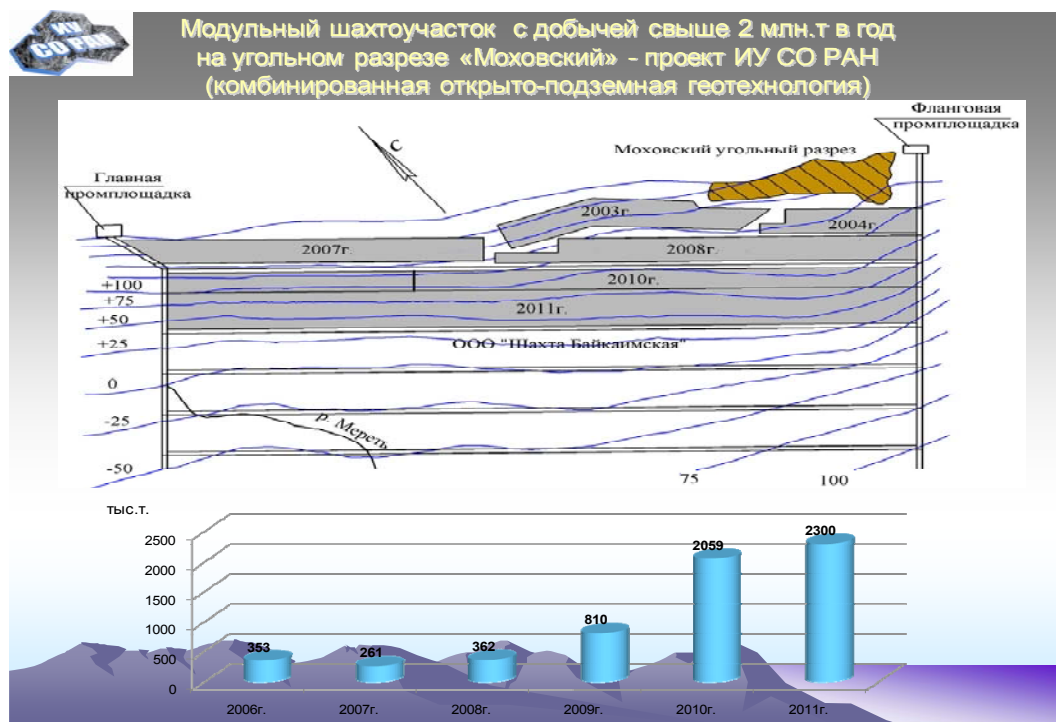


Рис. 4. План развития горных работ шахты «Байкаимская» на угольном разрезе «Моховский» (ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»)

Перспективы освоения угольных месторождений Кузбасса связаны с реализацией, при проектировании горнотехнических систем, единого стратегического подхода на весь период комбинированной разработки (шахтами и угольными разрезами).

Новые экологически сбалансированные, эффективные на рынке высоких технологий способы открыто-подземной разработки угольных месторождений, защищены патентами РФ.

Синтез преимуществ открытого и подземного способов является основой для создания комбинированной геотехнологии, что обеспечит переход угольной промышленности на новый научно-технический уровень:

а) модульный шахтоучасток по структуре автономности вскрытия и подготовки приконтурной зоны угольного разреза адаптирован по размеру простираения разрабатываемых угольных пластов до 6-8 км.;

б) модульный шахтоучасток рассматривается в системе комбинированной разработки как элемент рационального освоения недр при переходе от открытого на подземный способ добычи угля;

в) дренаж и осушение поля угольного разреза может рассматриваться с позиции открыто-подземной разработки обводненного угольного пласта как в пределах, так и за пределами горного отвода разреза;

г) применение безвзрывной технологии при открытых и подземных работах на средних и мощных угольных пластах пологого залегания определяет систему высокоэффективной комбинированной разработки угольных пластов с внутренним отвалообразованием.

При этом эффективность ведения горных работ повышается за счет:

- совместного использования большей части производственной инфраструктуры, ЛЭП и подстанций, автомобильного транспорта для перевозки угля, автодорог, железно.-дорожного транспорта и т.п.;

- возможности транспортирования угля из открытых работ на поверхность конвейерным транспортом подземного шахтоучастка, что может исключить движение груженых углем самосвалов на подъем, повысить их производительность, уменьшить износ и аварийность;

- использование техники угольного разреза для существенного уменьшения трудоемкости вскрытия пластов для подземных работ;

- осушение поля угольного разреза и осветление шламовых вод в подземных условиях за счет ведения горных работ на обводненных угольных пластах;

- возможности внутреннего отвалообразования при граничном коэффициенте вскрыши открытых горных работ в условиях рациональной отработки горного отвода угольного разреза.

Объединение открытых и подземных горных работ с использованием общей производственной инфраструктуры на строящихся и действующих угольных разрезах определяет современную концепцию освоения угольных месторождений Кузбасса открыто-подземным способом;

Технологические решения, формирующие структуру модульного шахтоучастка адаптированы к комбинированным (открыто-подземным) способам разработки угольных месторождений [1], что позволяет минимизировать транспортную характеристику разреза за счет внутреннего отвалообразования и рационального использования недр. Модульные шахтоучастки в системе открытых горных работ по проектам имеют высокие технико-экономические показатели с производительностью труда рабочих 500-900 т/месяц (на уровне лучших мировых показателей) и соизмеримую эффективность угледобычи за счет совместного использования производственной инфраструктуры угольного разреза.

В отличие от традиционного статистического анализа (шахты, разрезы, общая добыча угля) нами была выделена добыча угля по годам шахтами и разрезами, использующими единую производственную инфраструктуру на основе комбинированного (открыто-подземного) способа разработки угольных месторождений Кузбасса (рис. 5). Установлено, что с 2007 по 2011 годы добыча угля комбинированным способом увеличилась в 2 с лишним раза (с 14,6 млн.т до 32,6 млн.т).

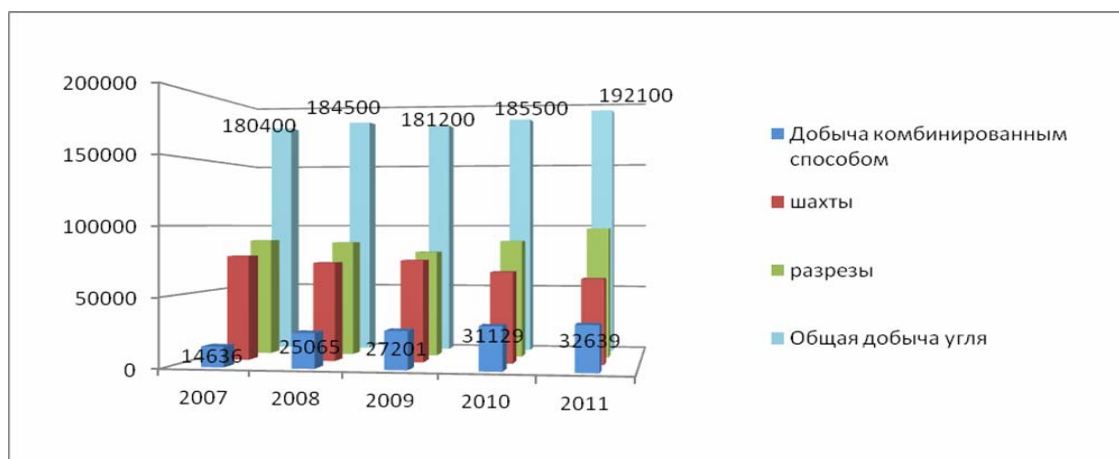


Рис. 5. Добыча по Кузбассу (тыс.т/год) в зависимости от способа разработки

Проведен также анализ добычи угля в Кузбассе комбинированным способом разработки с выделением как открытого способа добычи, так и подземного по модульной геотехнологической структуре шахтоучастка на угольном разрезе с использованием единой производственной инфраструктуры угледобывающего комплекса (рис. 6).

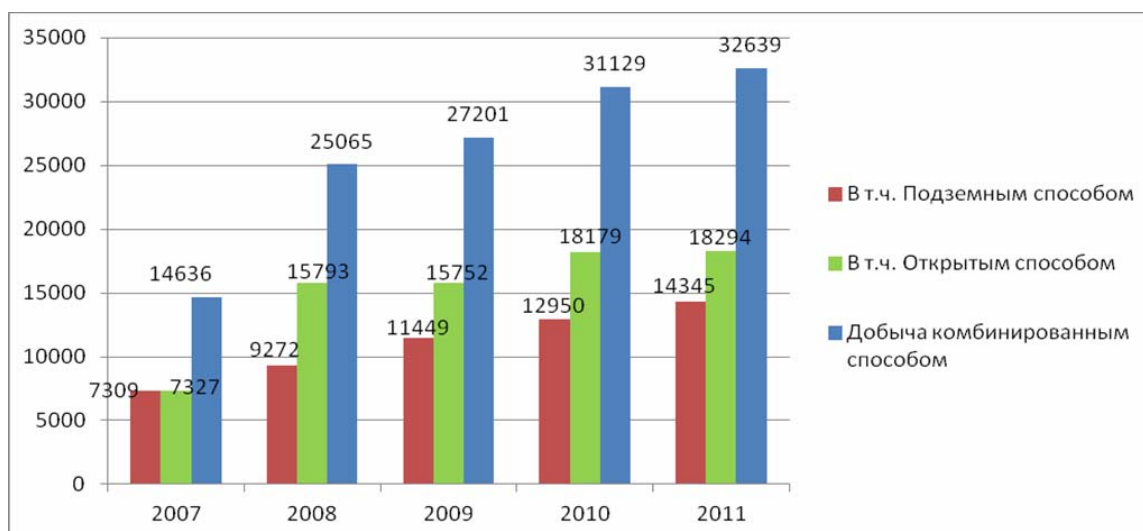


Рис. 6. Соотношение объемов добычи угля в Кузбассе комбинированным способом (тыс.т/год).

Установлено, что добыча на модульных шахтоучастках угольных разрезов за 5 лет была увеличена в 2 раза (с 7,3 до 14,3 млн.т). Открытым способом при комбинированной технологии добыча угля была увеличена в 2,5 раза (с 7,3 до 18,3 млн.т).

Общее соотношение открытого и подземного способов добычи угля в комбинированной (физико-технической) геотехнологии разработки угольных месторождений Кузбасса в 2007 году составляла 50/50% при общей добыче - 14,6 млн.т угля. В 2011 году соотношение изменилось на 44/56% при общей добыче комбинированным способом – 32,6 млн.т в год.

Привлекательными особенностями освоения модульных технологий шахтоучастков для отработки угольных пластов из открытых горных выработок являются минимальные инвестиции, минимальный срок строительства и окупаемости вложенных средств, высокая производительность труда шахтеров при низкой себестоимости добываемого угля.

Технологические схемы открыто-подземных (комбинированных) разработок хорошо сочетаются с модульными структурами и позволяют быстро вводить в действие новые мощности, полнее использовать запасы месторождения, обеспечить более экономичную их разработку [4,5].

Практическое значение работы заключается в том, что полученные результаты позволяют:

- использовать методические положения и технологические принципы проектирования комбинированной разработки при освоения угольных месторождений Кузбасса, в том числе и по безвзрывной технологии ведения горных работ для ускоренного ввода в действие производственных мощностей с минимальными капитальными и эксплуатационными затратами,;
- синтезировать подземные модульные шахтоучастки с пространственно-временной и структурной увязкой элементов открытой и подземной технологий ведения горных работ для снижения потерь угля в недрах и сокращения сроков перехода от открытых к подземным горным работам;
- установить рациональные параметры технологических звеньев подземных модульных шахтоучастков для угольных разрезов с целью снижения себестоимости и экологической нагрузки на природную среду;
- обеспечить поточность технологических процессов угледобычи подземных модульных шахтоучастков для повышения производительности и их адаптацию к горно-геологическим условиям ведения горных работ на угольных разрезах;
- увеличить коэффициент извлечение запасов угля по эффективным технологиям и продлить срок эксплуатации угледобывающих предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ялевский В.Д., Федорин В.А. Модульные горнотехнологические структуры вскрытия и подготовки шахтных полей Кузбасса. (Теория, Опыт, Проекты). – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2000. -224 с., ил.
2. Каплунов Д.Р., Рьльникова М.В. Комбинированная разработка рудных месторождений: Учебное пособие. – М.: Издательство «Горная книга», 2012. -344 с.: ил.
3. Михайлов А.Ю. Шахты угольных разрезов – новые тенденции развития комбинированной (открыто-подземной) геотехнологии// Научное издание «Технологии разработки и использования минеральных ресурсов: Материалы международной научно-практической конференции: сборник научных статей // СибГИУ; Под ред. В.Н. Фрянова, Е.В. Пугачева. – Новокузнецк, 2005. –С.260-265.
4. Федорин В.А., Михайлов А.Ю., Ивершина Г.Е. Геотехнологические аспекты открыто-подземного (совмещенного) способа освоения угольных месторождений Кузбасса./ГИАБ № 11, Москва, 2008. –С. 261-269.
5. Шахматов В.Я., Михайлов А.Ю. Комбинированный способ разработки угольных месторождений с использованием инфраструктуры смежной шахты./ ГИАБ № 7, Москва, 2011. – С. 49-51.

Аннотация

Модульные шахтоучастки в комбинированной геотехнологии освоения недр являются ведущей тенденцией современной разработки угольных месторождений Кузбасса открыто-подземным способом. Угольные предприятия рассматривают технологические вопросы перехода на комбинированный способ разработки, используя полученные научные результаты Института угля СО РАН.

Abstract

Module mining sites in combination development geotechnology of mineral resources are the leading tendency of opened-underground way of Kuzbass modern mining of coal deposits. Coal companies are considering the technological issues of transition to a combined method of mining, using scientific results of the Institute of Coal SB RAS

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ БУРЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН С НЕКРУГЛУГЛЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ

Хуснутдинов М. К., ст. преподаватель, Малышкин Д. А., к.т.н., доцент, Начеев К. В., к.т.н., доцент, Кузбасский государственный технический университет. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Аннотация

Рассмотрены направления и технические решения по созданию бурового инструмента, проведен их анализ, обоснование шарошечного инструмента для ведения буровзрывных работ на открытых горных работах с использованием скважин с многоугольным поперечным сечением.

The summary

Directions and technical decisions on creation of the drilling tool are considered, their analysis, a substantiation roller cutter drilling tool for carrying out of blast operations on open mountain works with use of holes with polygonal cross-section is carried out.

Осуществление взрывного дробления сопряжено с бурением большого количества скважин на открытых горных работах. Взрывное дробление и бурение скважин являются взаимосвязанными технологическими процессами, так как необходимо создавать рациональные параметры буровых скважин, таких как диаметр, форма, расположение. В то время как диаметр и расположение скважин можно варьировать в широких пределах, создавать инструмент для бурения скважин с некруглой формой поперечного сечения скважины практически затруднительно, используя механические способы, так как они основаны на вращении породоразрушающего инструмента.

Известны технические решения, направленные на создание такого инструмента (рис. 1). Формирование некруглой формы поперечного сечения скважины после бурения скважины с круглым поперечным сечением может производиться с использованием нескольких видов бурового инструмента, но значительно снижает производительность бурового станка. Одновременное разрушение всей площади скважины с некруглым поперечным сечением, при механическом способе бурения, связано с передачей энергии от бурового станка, которая реализуется одновременно с помощью вращения и поступательного осевого перемещения. Если исключить вращение, то создание скважины с некруглой формой поперечного сечения осуществимо с инструментом без подвижных частей при ударном бесповоротном бурении [1]. В этом случае вся энергия на разрушение реализуется только с помощью осевого перемещения (энергии удара), а это, очевидно, требует большой энергии единичного удара при разрушении большого поперечного сечения забоя скважины. Использование вращения инструмента сопряжено с наличием узлов трения, которые должны передавать значительные усилия и работают в условиях абразивной внешней среды. Однако последний описанный вариант инструмента является наиболее распространенным на открытых горных работах – это шарошечный буровой инструмент для бурения цилиндрических скважин, в котором имеются подвижно установленные шарошки на лапах. В настоящее время уровень техники позволяет достигать высоких показателей при бурении шарошечными долотами, не смотря на то, что такой инструмент является дорогостоящим.

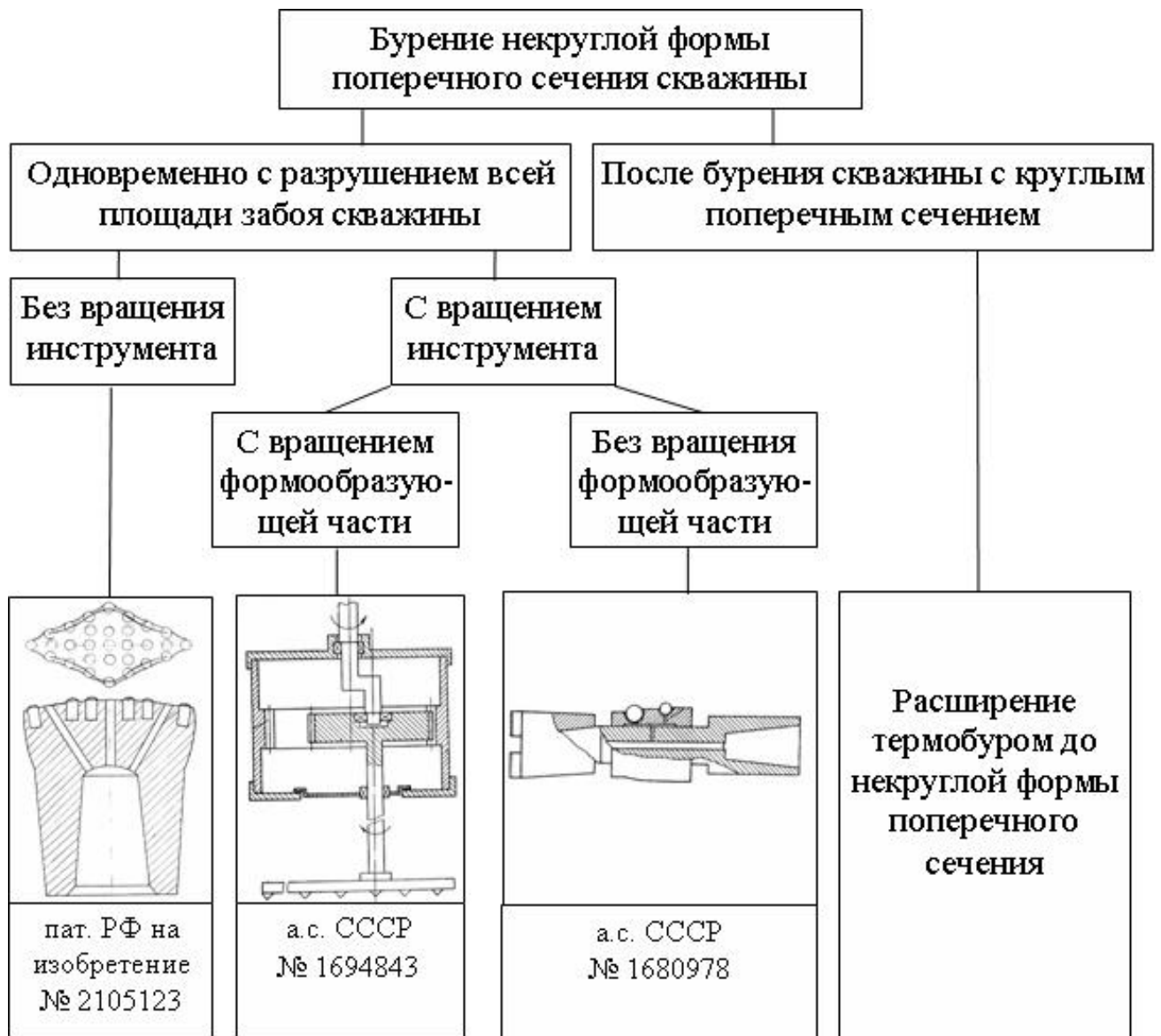


Рис. 1. Направления по созданию бурового инструмента для бурения скважин с некруглым поперечным сечением.

На кафедре горных машин и комплексов КузГТУ был изготовлен и испытан опытный образец двухшарошечного долота для получения скважин с квадратным поперечным сечением [2]. Получение скважины с некруглым поперечным сечением происходит благодаря изменению конструкции шарошек. Испытанный образец долота имеет вооружение шарошек, образующее совершенный конус, а при развертке боковой поверхности шарошек на поверхность забоя, калибрующая кромка создает некруглую форму скважины. Рассмотрены варианты с квадратным и треугольным поперечным сечением [3]. Если скважина имеет, квадратное или треугольное (в виде равностороннего треугольника) поперечное сечение, площадь боковой поверхности скважины, отнесенной к объему взрывчатого вещества, по сравнению с круглым, соответственно на 12% и 27% больше. Кроме этого, углы, образованные сопряжением стенок скважины, являются концентраторами растягивающих напряжений, а значит можно получать прогнозируемое количество и направление распространения первоначальных магистральных трещин, в которые устремляются газы при взрыве, оказывая поршневое воздействие.

На карьерах при ведении буровзрывных работ не использован резерв повышения эффективности действия взрыва при помощи изменения формы поперечного сечения скважины. В основном это связано с отсутствием созданного на сегодняшний бурового инструмента, который может конкурировать с долотами для бурения скважин с круглым поперечным сечением. Требуется исследование и промышленные испытания по бурению скважин с некруглым поперечным сечением с использованием шарошек и взрыванию таких скважин. Использование шарошечного способа для бурения скважин с некруглым поперечным сечением может давать следующие преимущества:

- могут использоваться современные и прогрессивные технологии долотостроения;
- охватывается большая часть спектра буримых пород по крепости на карьерах;

используется вращательный способ бурения, а значит ими могут быть оснащены наиболее распространенные отечественные и зарубежные шарошечные станки для бурения.

Список литературы

1. Дворников Л. Т. Губанов Е. Ф. О бурении шпуров без вращения инструмента // Изв. ВУЗов Горный журнал. – 1997. – № 1-2. – С. 95-100
2. Богомолов И. Д., Хуснутдинов М. К. Забуривание квадратной скважины шарошечным долотом // Вестн. КузГТУ – 2004. – № 6.1. – С. 39-41
3. Богомолов И. Д., Хуснутдинов М. К. Кинематические и геометрические аспекты бурения скважин некруглой формы шарошечным долотом // Вестн. КузГТУ – 2004. – № 6.1. – С. 15-18

УДК: 622.271.4:621.879:62-587.5

О МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ РЕДУКТОРОВ ЭКСКАВАТОРОВ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА

*Хорешок Алексей Алексеевич, д.т.н., профессор, Кудреватых Андрей Валерьевич, к.т.н., доцент
Кузбасский Государственный Технический Университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово*

Предложена методика определения технического состояния поворотного и подъемного редукторов экскаватора по степени нагрева масла.

The technique of definition of a technical condition of rotary and elevating reducers of a dredge on heating degree oils is offered.

Значительная доля незапланированных простоев предприятия приходится на простои из-за отказов оборудования. Например, в ОАО «УК Кузбассразрезуголь» в 2008г. число внезапных отказов составило 9288 общей продолжительностью 72677 моточасов (3,2% от календарного фонда рабочего времени или 8,8% от фактического времени работы). В структуре внезапных отказов наибольший удельный вес приходится на отказы механической части (51%).

Проведенное исследование показало, что, в целом наибольшее время простоев экскаваторов приходится на отказы (поломки) ковша, генераторов и редукторов. Так, например, по причине отказа работы редукторов было потеряно 2870,6 моточасов или 15,3%.

Таким образом, очевидна актуальность разработки направлений совершенствования методики эксплуатации данных деталей и механизмов экскаваторов.

Основной причиной изменения технического состояния редукторов является износ. В целях его своевременного обнаружения и сокращения незапланированных простоев целесообразно применять техническую диагностику. Углубленная диагностика позволяет не только быстро обнаружить неисправный агрегат или узел, но и точно установить причину неисправности.

Для диагностирования технического состояния редукторов экскаваторов применяются различные способы, в том числе: тепловые методы (контроль температуры, тепловизионная диагностика); метод диагностирования по герметичности рабочих объемов; диагностирование по параметрам виброакустических сигналов (вибродиагностика и вибромониторинг); методы, оценивающие состояние редукторов по физико-химическому составу отработавших эксплуатационных материалов (эмиссионный спектральный анализ масла, экспресс-анализ отработанного масла на загрязнение); ультразвуковая дефектоскопия; обнаружение источников вибрации (шума) и др.

Выбор метода диагностирования технического состояния агрегата обусловлен следующими условиями: экономическая целесообразность; наличие приборной базы; методика определения технического состояния и его прогнозирования; обученный персонал; контролепригодность оборудования.

В настоящее время для своевременного предупреждения отказа редукторов экскаваторов на разрезах ОАО «УК Кузбассразрезуголь» применяется эмиссионный спектральный анализ масла с помощью многоканальной фотометрической системы МФС-7. Установка при помощи спектрального анализа механических примесей масла осуществляет определение концентраций металлических частиц в нем – продуктов изнашивания деталей (содержание щелочных металлов, Са и Ва – основы моюще-диспергирующих и других присадок к маслам, а также кремния, как основы абразивных, самых опасных загрязнений масла). При анализе масла определяются следующие параметры: вязкость, температура вспышки, капельная проба, содержание воды, механические примеси, содержание металлов. Основными металлами, применяемыми для диагностирования технического состояния редукторов, являются железо, медь, хром, никель и кремний.

На разрезах ОАО УК «Кузбассразрезуголь» проведение анализа масла из редукторов экскаваторов осуществляется согласно руководству по эксплуатации - 7513-3902015 рэ.

Предприятием применяется следующая периодичность снятия проб:

- во время регулярных проверок при каждом ТО-1;
- перед сменой масла;
- более часто, если подозревается ненормативный износ [2].

При значительном увеличении какого-либо элемента необходимо выполнить проверку зубчатых колес, шлицевых соединений и подшипников.

Если значительно изменилось содержание одного кремния, то следует заменить масло. Замену масла следует выполнить и в случае постепенного накопления в масле металлических частиц с концентрацией их превышающей 5 г/л (0,5%).

Наличие меди в масле обусловлено использованием подшипников с латунными сепараторами. При этом концентрация меди в масле до 0,1 г/л (0,001%) соответствует нормальному изнашиванию. Концентрация меди выше указанной величины свидетельствует об интенсивном изнашивании сепаратора, при этом частицы латуни просматриваются визуально в стеклянной пробирке в виде золотистого блеска. В подобных случаях необходимо выполнить замену масла и произвести осмотр подшипников и при необходимости их заменить [2].

Данный подход позволяет сократить затраты на ремонт, предупредить незапланированные простои и пр. Но, в то же время, в данном случае не применяется индивидуальный подход к горному оборудованию. Это обусловлено тем, что в процессе работы масло претерпевает целый ряд изменений, некоторые из которых могут способствовать снижению надежности и долговечности механизма. Для предотвращения этого заводом-изготовителем или положением по техническому обслуживанию регламентируется срок службы масла, что не гарантирует от снижения качества последнего, поскольку старение его в каждом механизме протекает индивидуально. Более того, часто ухудшение качества работающего масла происходит из-за перегрева редуктора и нарушения его технического состояния. Отсюда возникает необходимость применения контроля за температурным режимом работающего масла в процессе эксплуатации с целью его замены или предупреждения отказа редуктора. Применение температуры, как диагностического параметра позволяет проводить мониторинг фактического технического состояния редуктора.

Это возможно применить посредством встроенных систем диагностирования, замеряющих температурный режим масла. Для этого целесообразно установить беспроводной температурный датчик в редуктор.

Взаимодействие масла с трущимися поверхностями влечет за собой изменение температуры работающего масла. Изменение температуры работающего масла является одним из диагностических параметров, характеризующих состояние работающего редуктора. Эти изменения – богатейшая информация о процессах, протекающих в машине и в работающем масле, она даёт возможность по результатам анализа масла одновременно оценивать работоспособность машины без разборки и влияние работающего масла на ее надежность.

Для того чтобы машинист экскаватора мог контролировать работоспособность и состояние редукторов, по данному параметру, необходимо вывести на приборную панель указатель температуры масла в редукторах.

Для установления зависимости температуры масла и нарастанием механических примесей был установлен температурный датчик в поворотный и подъемный редуктор экскаватора ЭКГ-5А. По проведенному опыту и полученным результатам были построены графики, отражающие характер изменения содержания механических примесей и температуры работающего масла в зависимости от наработки и природно-климатических условий эксплуатации (времени года). Данные проведенных экспериментов позволили выявить зависимости температуры масла от наработки, механических примесей от наработки, температуры масла от механических примесей.

Результаты вычислений свидетельствуют о том, что независимо от времени года работы группы поворотных и подъемных редукторов экскаваторов ЭКГ-5А данные зависимости подчиняются полиномиальной функциональной зависимости (при прочих постоянных условиях).

Результаты эксперимента показали наличие зависимости между температурой нагрева масла и износом редукторов. Выявлено, что критической является температура 90°C. При повышении температуры масла увеличивается концентрация механических примесей, а, следовательно, возрастает износ агрегата.

Кроме этого, проведенные исследования позволили сделать вывод о необходимости корректирования периодичности проведения ТО и замены масла в редукторах. В настоящее время на разрезах ОАО УК «Кузбассразрезуголь» замена масла по плану производится через 2500 моточасов, а необходимо через 1600 моточасов в летний период для подъемного редуктора и столько же в летний и осенний периоды для поворотного редуктора.

Нецелесообразна эксплуатация горного оборудования на пределе критической температуры масла, так как это влечет за собой отказ редуктора. Здесь необходимо остановить работу техники для предупреждения отказа редуктора до выявления причины повышения температуры.

Предлагается на практике брать пробы масла не только с заданной периодичностью, но и основываться на температуре как на диагностический параметр, позволяющий определять фактическое состояние агрегата.

Установленный датчик температуры масла позволит решить следующие задачи:

1. Своевременное уведомление машиниста экскаватора о неисправности редуктора и (или) неправильных условиях эксплуатации.
2. Возможность взятия проб масла лаборантами лаборатории ГСМ по фактическому техническому состоянию агрегата.

3. Увеличение интервалов между плановым обслуживанием и ремонтом редукторов.
4. Постоянный (непрерывный) контроль за состоянием редуктора и масла.
5. Своевременная замена трансмиссионного масла.

Решение данных задач позволит сократить незапланированные отказы подъемного и поворотного редукторов экскаваторов и повысить их надежность и долговечность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хорешок А.А. О целесообразности диагностики поворотного и подъемного редукторов экскаваторов по фактическому состоянию на основе изменения температуры масла (на примере ОАО «УК Кузбассразрезуголь»). – Горный журнал, №11-2011.
2. Руководство по эксплуатации 7513-3902015 рэ

УДК 681.518

ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

*Герике Б.Л. д.т.н., профессор КузГТУ, г. Кемерово, Кузин Е.Г. старший преподаватель
Филиал КузГТУ в г. Прокопьевске, Россия*

Аннотация доклада: Рассмотрено комплексное применение виброакустического и теплового методов диагностики оборудования карьерных экскаваторов на опасных производственных объектах. Определены рациональные области применения этих методов. Дана оценка влияния диагностики на безопасность эксплуатации оборудования горных предприятий.

Annotation: We consider the use of complex vibro-acoustic and thermal diagnostics equipment mining excavators at hazardous production facilities. The rational application of these methods were defined. The definition of the influence of the diagnosis to the safety equipment of mining enterprises was made.

Безопасность труда – одна из главных составляющих ведения бизнеса, а горнодобывающий сектор – это большой бизнес, сопряженный с огромным риском для здоровья работающих в нем людей. Использование высокотехнологичного и дорогостоящего оборудования значительно снижает риск для жизни и здоровья людей, работающих на горных предприятиях. В связи с этим ставится задача обеспечения сохранности и безопасной эксплуатации данного оборудования, с учетом интереса горнодобывающих компаний в увеличении добычи полезных ископаемых. В связи с этим весьма актуальной задачей является своевременная диагностика горношахтного оборудования неразрушающими методами в процессе непосредственной эксплуатации.

Задачами диагностики являются распознавание состояния эксплуатируемого агрегата и выявление причин, вызывающих неисправности, которые следует устранить. При этом следует учитывать, что дефекты характеризуются комплексом диагностических признаков. Носителем информации о техническом состоянии элементов рабочего оборудования в вибродиагностике является акустический сигнал [1], а в тепловом методе контроля – уровни температуры различных элементов.

Рассмотрим применение и взаимодополнение двух указанных методов неразрушающего контроля при обследовании оборудования карьерного экскаватора.

Подшипниковые узлы при наличии износа начинают сильнее нагреваться и кинестетический способ контроля состояния подшипников (рукой на ощупь) известен и широко применяется. Там, где невозможно прикоснуться непосредственно рукой находит широкое применение тепловизионный контроль. Особенно широко тепловой контроль используется в электроэнергетике. Электрооборудование экскаватора не является исключением, и достаточно быстро, безопасно и без остановки агрегата можно обнаружить неисправности, например плохой контакт в месте присоединения кабеля (см. рис. 1), неравномерность нагрузки на щетки генератора (см. рис. 2) и т. д.

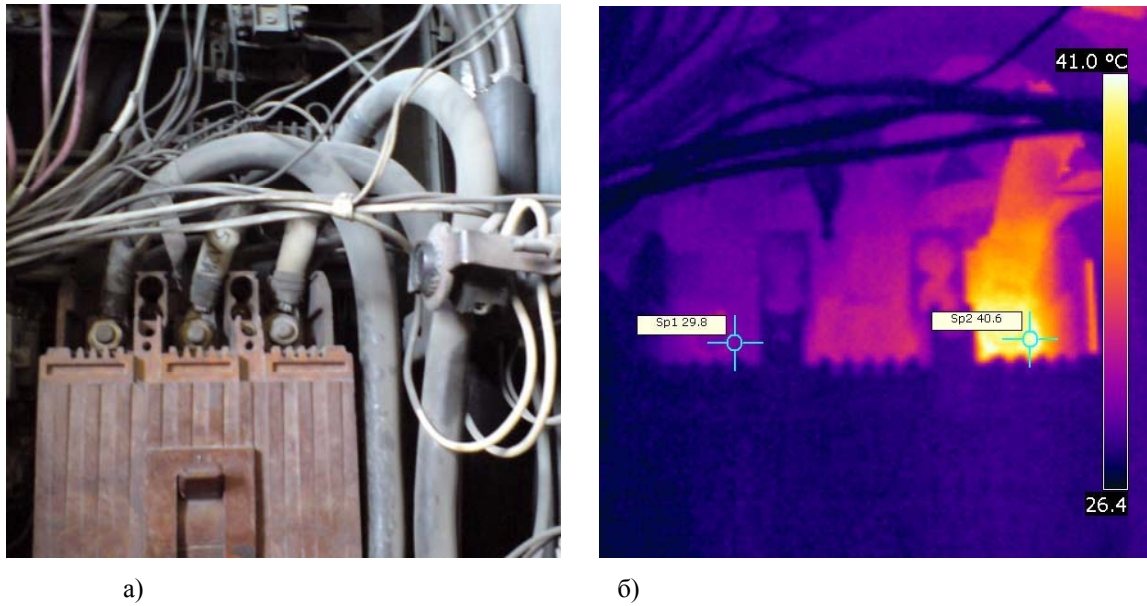


Рис. 1. Вводной автомат низковольтного шита ЭШ – 10/70: а) обычное фото, б) инфракрасный снимок (справа видно превышение температуры, соответствующее слабому контакту правой фазы)

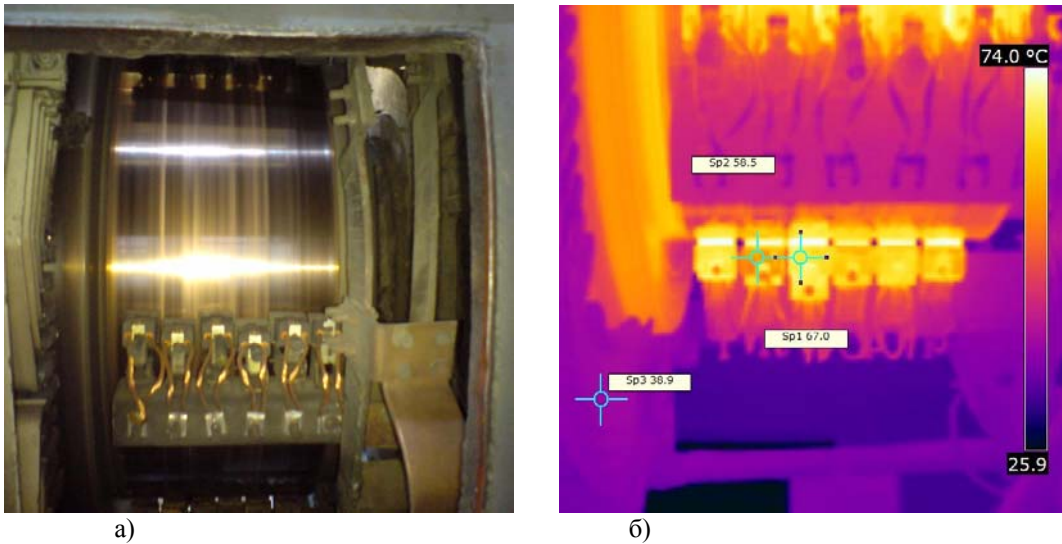


Рис. 2. Щеточно-коллекторный узел генератора напора экскаватора ЭШ-10/70: а) фото, б) инфракрасный снимок (разность температур в 9,5°C на щетках говорит о их неравномерном прилегании к коллектору)

Рассмотрим сетевую группу шагающего экскаватора ЭШ – 10/70. Процедуру диагностирования усложняет расположение четырех роторных агрегатов, а именно приводного синхронного двигателя и трех генераторов на одной общей раме, при этом валы расположены на одной линии и соединены муфтами. Такое расположение приводит к взаимозависимости и сложности локализации источников вибрации. К тому же, на стадии зарождения дефектов помеха во многих случаях превышает уровень полезного сигнала, содержащего информацию об изменении технического состояния агрегатов [2].

На рис. 3 представлено фото и тепловой снимок одного и того же подшипникового узла (синхронный двигатель преобразовательного агрегата).

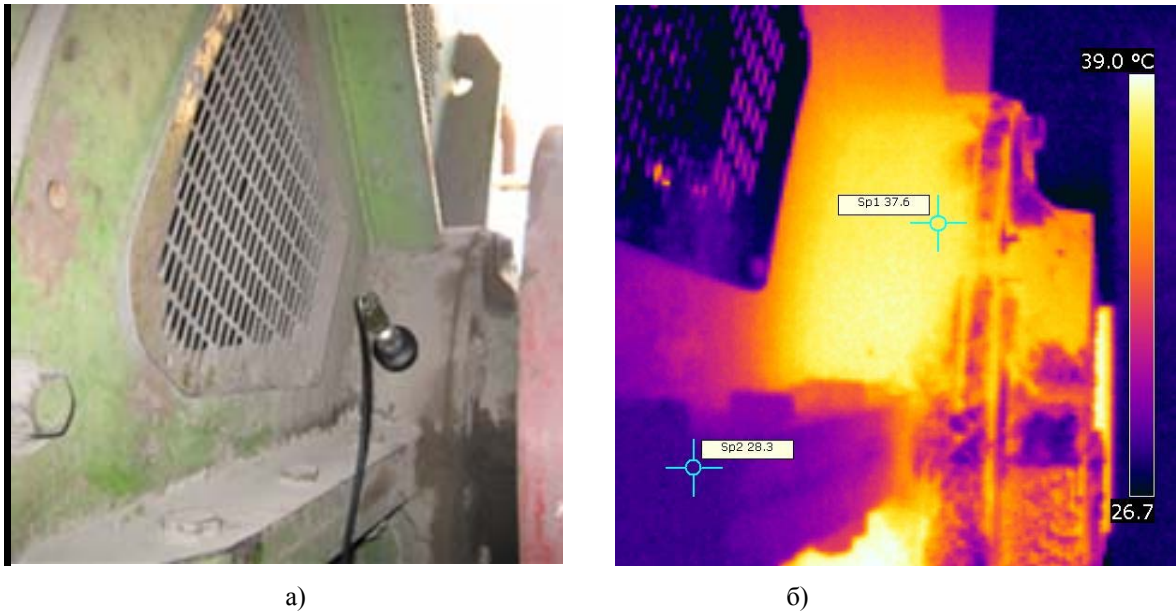


Рис. 3. Фото (а) и инфракрасный снимок (б) подшипникового узла сетевого двигателя преобразовательного агрегата ЭШ – 10/70.

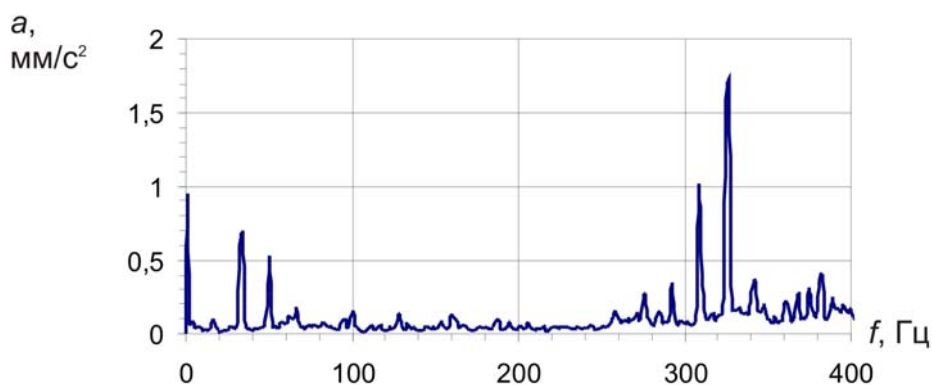
Данная информация получена при отсутствии нагрузки на генераторах, что примерно соответствует 10% нагрузке приводного синхронного двигателя, через 15 минут после запуска. Таким образом, разность температур подшипникового узла и корпуса двигателя составила $\Delta t = 9,3$ °C. Для этого же узла сняты спектры виброакустических сигналов (рис. 4) и проведена диагностика состояния подшипника с помощью прибора АГАТ-М (рис. 5). Анализируя спектр виброскорости (см. рис. 5, б) можно сделать вывод, что состояние подшипника удовлетворительное (зона В в соответствии с [3]), однако сопоставляя диагностическую информацию с прибора и превышение температуры подшипника на 9,3 °C, при столь малой нагрузке, было принято решение о замене подшипника.



а)



б)



в)

Рис. 4. Спектры: а) – виброперемещения, б) – виброскорости, с) – виброускорения подшипникового узла сетевого двигателя экскаватора ЭШ – 10/70

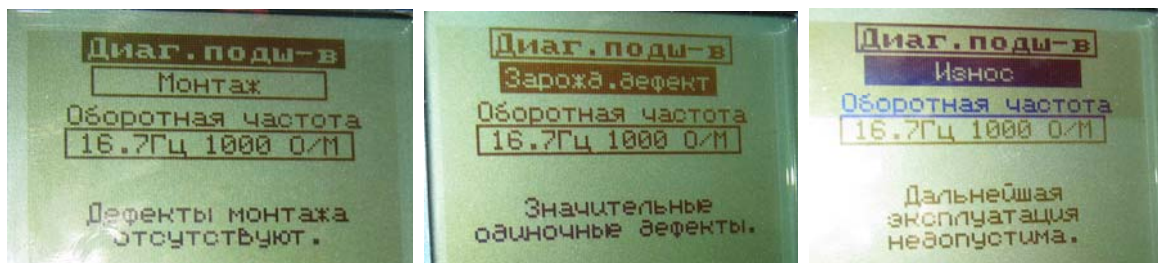


Рис. 5. Диагностика подшипника синхронного двигателя: а) – проверка монтажа, б) – наличие зарождающихся дефектов, в) – износ.

Анализируя спектр виброускорения (см. рис. 4, с) видно, что с увеличением частоты виброускорение растет, а значит, растет и сила, действующая на подшипниковый узел.

Таким образом, оценка состояния оборудования экскаватора по общему уровню вибрации нечувствительна к изменениям сравнительно низкоуровневых частотных составляющих вибросигнала, характерных для зарождающихся и развивающихся дефектов подшипников качения [1].

В результате можно сделать вывод, что для каждого ряда горно-шахтных машин необходимы экспериментальные исследования в рабочем и неисправном состояниях, по результатам которых должна создаваться методика определения их технического состояния. Кроме того, можно определить рациональные области применения теплового метода неразрушающего контроля – это электрооборудование и выявление локальных перегревов подшипниковых узлов непосредственно при работе оборудования (быстро и безопасно). Для более точной постановки диагноза требуется проведение вибрационного контроля и анализа полученной информации.

Карьерные экскаваторы работают в весьма тяжелых условиях на опасных производственных объектах. Поломки, аварии некоторого оборудования, помимо простоев, затрат на восстановление могут привести к опасности для здоровья и жизни людей. Диагностика или даже систематический мониторинг состояния позволяет не только выявлять дефекты на ранней стадии, что сокращает объемы, трудоемкость, и соответственно, травмоопасность восстановительных работ, но и обеспечивать стабильную безопасность персонала.

Литература

- 1.Б.Л. Герике, И.Л. Абрамов, П.Б. Герике. Вибродиагностика горных машин и оборудования. Учебное пособие. Кемерово, 2007, 167 с.;
- 2.А.Р. Ширман, А.Б. Соловьев. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования. Москва, 1996, 276 с.;
- 3.ГОСТ ИСО 10816-1-97 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 1. Общие требования.

ОБОСНОВАНИЕ ПЕРИОДА И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПЕРЕХОДА К ОТРАБОТКЕ ВСКРЫШИ ВЫСОКИМИ УСТУПАМИ КАК ФАКТОРА ВЫБОРА СТРАТЕГИИ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ.

*Федотенко В.С., аспирант Московского государственного горного университета
Федотенко Н.А., к.э.н., доцент КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово*

При проектировании карьера, как сложной горнотехнической системы с развитой иерархической структурой, большим числом элементов и внутренних связей, задачи, решаемые в части установления параметров, оказывают непосредственное влияние на процесс дальнейшего принятия альтернирующих горно-технологических решений. При этом одним из наиболее релевантных показателей, определяющим взаимообусловленность функциональных подсистем является уступ как интегральный параметр систем разработки, оказывающий влияние на технико-экономические и экологические показатели открытой угледобычи.

Выбор стратегии освоения месторождения, как этап проектирования нового или реконструкции старого карьера является актуальной и весьма сложной проблемой, оказывающей сильное влияние на принятие всех последующих горно-технологических решений. Процесс детерминации общего плана развития карьера в процессе освоения месторождения находится в сложной зависимости от широкого спектра горно-геологических и производственных факторов, таких как структура залегания и качество извлекаемого полезного ископаемого, рыночная конъюнктура, требуемая производственная мощность которые в свою очередь определяют последующий выбор параметров технологии.

При проектировании на уровне систем и объектов карьера зачастую неотъемлемым является принятие решения об изменении на некотором этапе развития горнотехнической системы одного или нескольких параметров либо об осуществлении коренной перестройки – реконструкции для регулирования режима работы предприятия. Одним из параметров карьера, посредством которого осуществляют управление эксплуатационными показателями, является высота уступа.

Задача обоснования периода и целесообразности перехода к ведению горных работ высокими уступами во вскрышной зоне разреза решалась в рамках углубочной продольной однобортовой системы разработки с соблюдением принципа определения границ карьера, установленного академиком Ржевским В.В., принципа, в котором заложено равенство граничного и текущего коэффициентов вскрыши ($k_{zp} \geq k_m$). Учитывались также требования Долгосрочной программы развития угольной промышленности России на период до 2030 г. о рациональном недропользовании и рекомендации проф. Юматова Б.П. о том, что «...необходимо рассматривать фактический график календарного распределения объемов горных работ, улучшать его и выделять в пользу открытых разработок максимальные запасы полезного ископаемого на данном месторождении», актуальные в настоящее время, в том числе и для Кузбасса.

Известен переход к работе высокими уступами, предполагающий его осуществление в течение реконструкции, завершаемой до момента достижения равенства текущего коэффициента вскрыши граничному. Подобный концепт перехода обеспечивает перераспределение объемов вскрышных работ во времени, перенося их часть на более поздний период, тем самым достигая снижения текущих объемов вскрыши и как следствие эксплуатационных затрат. При этом совокупный объем добытого угля, а также срок эксплуатации месторождения остается неизменным как при работе по традиционной технологии, так и при переходе к ведению горных работ высокими уступами. Особого внимание заслуживает то, что в известном варианте организации ведения горных работ момент достижения максимального значения текущего коэффициента вскрыши сдвигается во времени на более поздний срок, при этом его значение остается меньше граничного на протяжении всего срока эксплуатации (рис.1).

Подобное перераспределение объемов вскрышных работ существенно уменьшает значение такого показателя как граничный коэффициент вскрыши, который перестает быть важным ориентиром, используемым при проектировании и планировании горных работ. В частности с момента начала реконструкции граничный

коэффициент вскрыши более не выступает в качестве средства для определения конечной глубины горных работ, т.к. в ее ходе конечная глубина, заложенная в проекте, будет достигнута при меньшем текущем коэффициенте вскрыши. Отмеченная особенность позволила предположить, что переход на работу высокими уступами может быть рассмотрен как инструмент увеличения конечной глубины горных работ.

Были проанализированы варианты перехода к работе высокими уступами во вскрышной зоне разреза осуществляемые в различные моменты времени при условии развития рабочего борта до тех пор, пока текущий коэффициент вскрыши не станет равен граничному с последующим погашением горных работ.

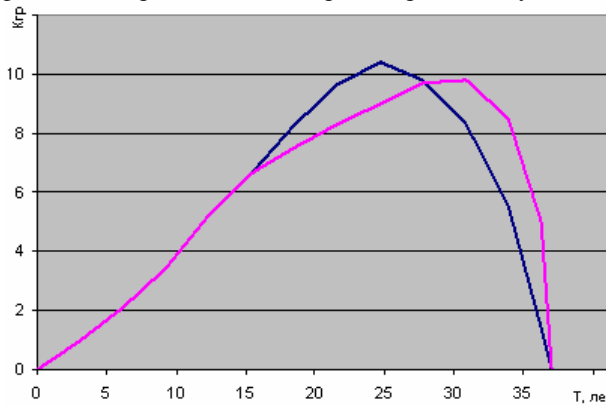


Рисунок 1 – Изменение текущего коэффициента вскрыши при переходе к ведению горных работ высокими уступами во вскрышной зоне разреза в некоторый момент времени до достижения равенства текущего коэффициента вскрыши граничному и без перехода

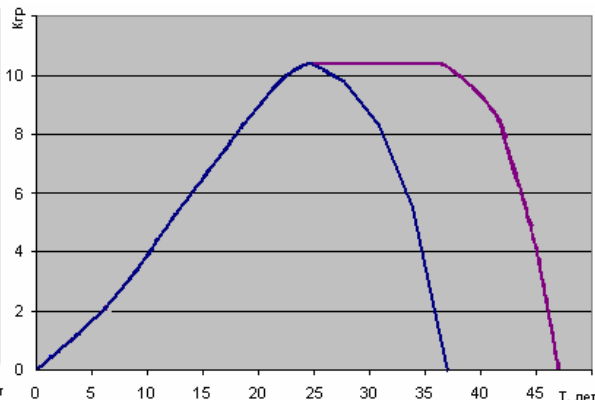


Рисунок 2 – Изменение текущего коэффициента вскрыши при переходе к ведению горных работ высокими уступами во вскрышной зоне разреза в момент достижения равенства текущего коэффициента вскрыши граничному и без перехода

Установлено, что смещение момента начала перехода на более поздний период эксплуатации позволяет управлять приращением глубины горных работ. Так для обеспечения наибольшего прироста конечной глубины карьера переход к отработке вскрыши высокими уступами должен осуществляться в момент максимального развития горных работ (Рис. 2). Под моментом максимального развития горных работ понимается момент равенства текущего коэффициента вскрыши граничному.

Продолжительность перехода определяется исходя из групп горно-геологических (мощность залежи, угол падения пласта, прочностные характеристики пород) и производственных факторов (граничного коэффициента вскрыши, производственной мощности, положения борта на момент достижения максимального развития горных работ).

Вариативность момента начала перехода к работе высокими уступами также обуславливает возможность управления приращением конечной глубины горных работ, а также объемами вскрыши, переносимыми на более поздний период отработки.

Рис. 3 и 4 наглядно иллюстрируют взаимобратную тенденцию изменения объемов вскрыши, переносимой на более поздний период и приращения конечной глубины горных работ от момента начала перехода к отработке вскрышных пород высокими уступами.

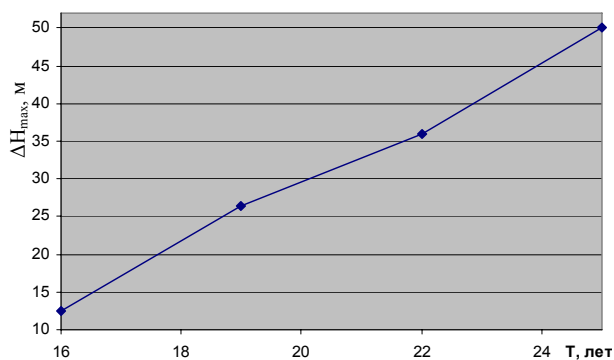


Рисунок 3 – Приращение конечной глубины горных работ в зависимости от момента начала перехода на работу высокими уступами

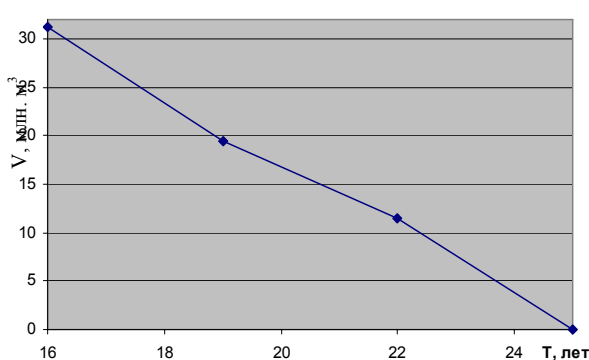


Рисунок 4 – Изменение объема вскрыши, переносимой на более поздний период в зависимости от момента начала отработки вскрышных пород высокими уступами

Таким образом, при выборе момента, в пространстве и времени, начала перехода к отработке вскрышных пород высокими уступами необходимо учитывать изменение природы экономического эффекта и принимать

решение исходя из долгосрочных и краткосрочных целей и задач угледобывающего предприятия. Так осуществление перехода в более ранний срок сопровождается увеличением объемов вскрыши, переносимых на последующие периоды разработки месторождения, но уменьшением приращения глубины горных работ. Верно и обратное – при переходе к отработке вскрышных пород высокими уступами в момент равенства текущего коэффициента вскрыши граничному обеспечивается максимальное приращение конечной глубины карьера, при этом объем вскрыши, оставляемой, для отработки в более поздний период сводится к минимуму.

УДК 621.371.392

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ИСПОЛНЕНИЙ КОВШЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ

*А.А. Хорешок, д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный
технический университет им. Т.Ф. Горбачева», Кемерово, Российская Федерация; Е.Ю. Пудов,
преподаватель, филиал КузГТУ в г. Прокопьевске, Российская Федерация*

Обосновывается актуальность проведения научно-исследовательских изысканий, проектирования и последующего производства ковшей гидравлических экскаваторов на основе имеющихся перспективных конструктивных предложений и запатентованных разработок в целях проведения ремонтно-восстановительных работ после окончания гарантийного сервисного обслуживания экскавационной техники.

Substantiates the relevance of the research survey, design and subsequent production of buckets of hydraulic excavators on the basis of advanced design proposals and patented innovations to undertake the repair work after the expiration of the warranty service of excavators.

Ключевые слова: гидравлический экскаватор, ковш, ремонт, изготовление, восстановление, надежность.

Keywords: hydraulic excavator, bucket, repair, production, recovery, reliability.

С увеличением объемов добычи угля открытым способом собственники предприятий акцентируют внимание на расширении парка экскавационной техники за счет приобретения новых, современных, высокопроизводительных машин. Зачастую, выбор останавливается на гидравлических экскаваторах схемы «обратная лопата» импортного производства. Данная продукция представлена на рынке карьерной техники несколькими конкурентоспособными представителями: KOMATSU, HITACHI, LIEBHERR, CATERPILLAR и др. Наличие конкуренции предопределило высокое качество и достойные технические характеристики каждого из представителей.

Одним из основных маркетинговых ходов со стороны производителей экскавационной техники, направленных на привлечение покупателя, является обеспечение гарантийного сервисного обслуживания в течение определенного срока службы техники, который, как правило, составляет 1 – 3 года.

Однако, покупая новую технику, следует учитывать и тот факт, что в ней по умолчанию заложен ресурс равный, либо превышающий срок гарантийного сервисного обслуживания. Основные вопросы, связанные с необходимостью проведения плановых и аварийных ремонтно-восстановительных работ (РВР), требуют решений, как правило, именно после окончания гарантийного обслуживания.

И первыми на данном этапе жизненного цикла экскавационной техники начинают появляться проблемы с механическим оборудованием. Исследования и собранные статистические данные показали, что значимую часть поломок механического оборудования занимает выход из строя исполнительного органа – ковша и его конструктивных элементов. В подобной ситуации приходится проводить РВР либо собственными силами предприятия, либо пользоваться дорогостоящим сервисным обслуживанием фирмы-производителя. В первом случае основной проблемой при проведении ремонтно-восстановительных работ является отсутствие технических рекомендаций и конструкторской документации, что требует дополнительных экспериментальных исследований в целях подтверждения возможности их применения. Во втором случае недостатками являются дороговизна и неудовлетворительная оперативность проведения РВР. В случае необходимости проведения замены какого-либо узла заказчик вынужден обращаться в специализированные сервисные центры за оформлением заказа, либо на предприятия, занимающиеся изготовлением навесного оборудования. К сожалению, основная их часть сконцентрирована в европейской части России, что накладывает отпечаток на неудобство сотрудничества и доставки комплектующих.

Перспективным и требующим внимания выходом в такой ситуации является рассмотрение возможности разработки технической (ТД) и конструкторской (КД) документации для изготовления и проведения РВР отдельных комплектующих, в частности – ковшей экскаваторов. При этом основной проблемой, препятствующей разработке ТД и КД является отсутствие теоретического обоснования по применимости конкретных конструктивных параметров проектируемых элементов. Эта задача требует дополнительного проведения научно-

исследовательских изысканий. Вышеупомянутые задачи затрагивались в ряде исследований, направленных на определение рациональных конструктивных параметров ковшей гидравлических экскаваторов схемы «обратная лопата» [1-4]. К тому же, представляет большой интерес возможность внедрения в производство имеющихся авторских запатентованных разработок, таких как перспективное конструктивное исполнение «энергосберегающего ковша» (патент РФ №118325 от 25.04.2012 г.).

Модель энергосберегающего ковша основана на преобразовании конструктивного исполнения ковша экскаватора схемы «обратная лопата» любого типоразмера.

Задачей предлагаемого конструктивного исполнения является улучшение технико-эксплуатационных характеристик ковша, а так же уменьшение затрат мощности на внедрение ковша в грунт при ведении экскавационных работ.

Технический результат заявляемого конструктивного исполнения энергосберегающего ковша заключается в повышении жесткости конструктивного исполнения ковша, уменьшении сопротивляемости грунту при зачерпывании, плавном внедрении ковша в грунт, увеличении коэффициента наполняемости ковша.

Указанный технический результат достигается тем, что в конструкции энергосберегающего ковша используется передняя кромка с измененной геометрией, а именно она имеет желобообразную форму радиально изогнутого сечения и вогнутый вырез режущей кромки.

На рис. 1 схематично показано конструктивное исполнение энергосберегающего ковша. Конструкция ковша является сварной, основными элементами которой являются плоские боковины 1, сопряженные сварным соединением с задней стенкой 2, изогнутой по криволинейному контуру, и передней кромкой 3 радиально изогнутого сечения с вогнутым радиальным вырезом относительно тела ковша, на которой крепятся зубья или адаптерные узлы со сменными коронками 4.

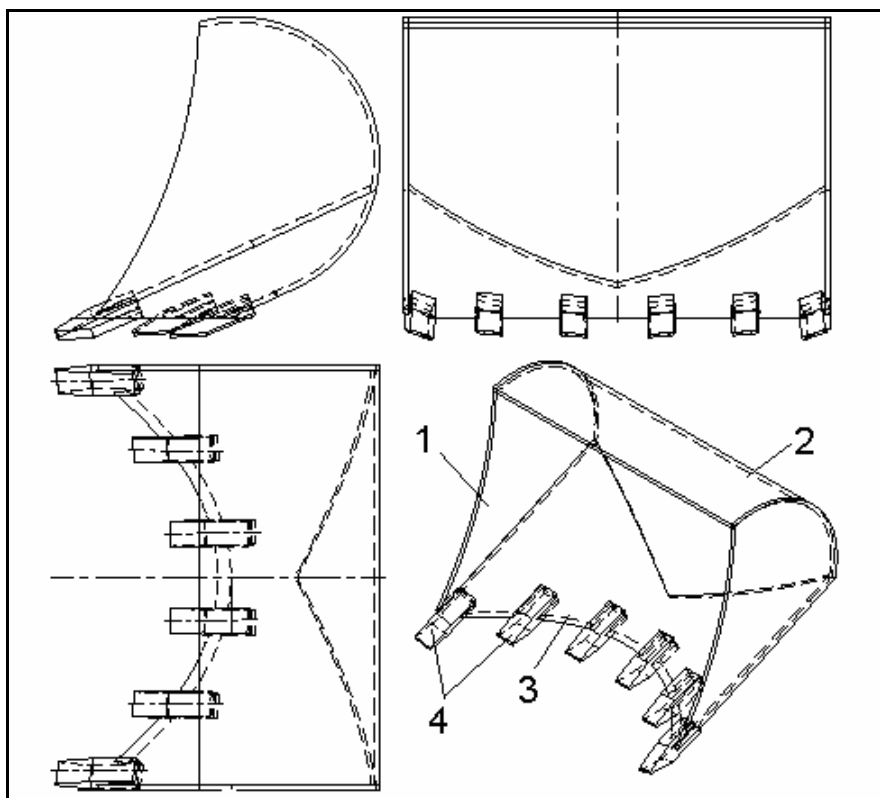


Рис. 1 – Принципиальное конструктивное исполнение «энергосберегающего ковша»

Предлагаемое исполнение ковша не требует существенного изменения и усложнения конструкции. Оно основано на преобразовании формы только передней кромки, что не влечет за собой повышения себестоимости изготовления.

Внедряя перспективные разработки в процессе проектирования ковшей экскаваторов для дальнейшего их изготовления, могут быть получены значительные преимущества, среди которых:

- создание собственной информационной базы КД и ТД по изготовлению ковшей экскаваторов и проведению их РВР;
- получение технико-экономических преимуществ изготавливаемых образцов путем внедрения перспективных разработок;
- развитие импортозамещающего производства комплектующих для экскавационной техники внутри угольных регионов;

- развитие более тесного сотрудничества между производственными предприятиями машиностроительной и угледобывающей отраслей и научными школами, занимающимися аналогичной проблематикой.

Список литературы

1. Силютин, С. М. Влияние конструктивных особенностей адаптерных узлов на эксплуатационную надежность ковшей гидравлических экскаваторов / С. М. Силютин, А. А. Хорешок, Е. Ю. Пудов // Горное оборудование и электромеханика. – 2009. – № 5. – С. 15–17.

2. Хорешок, А. А., Пудов, Е. Ю. Влияние кинематической схемы рабочего оборудования экскаватора на расчет конструктивных характеристик ковша / Е. Ю. Пудов, А. А. Хорешок // Перспективы развития Прокопьевско-Киселевского угольного района как составная часть комплексного инновационного плана моногородов : сб. тр. III междунар. науч.-практ. конф. – Прокопьевск : Изд-во филиала ГУ КузГТУ в г. Прокопьевске, 2011. – С. 141–151.

3. Хорешок, А. А. Статистический анализ изношенности ковшей малой и средней вместимости гидравлических экскаваторов / А. А. Хорешок, Е. Ю. Пудов, О. В. Любимов // Вестн. КузГТУ. – 2010. – № 5(81). – С. 86–89.

4. Хорешок, А. А. Конструктивные и эксплуатационные особенности адаптерных узлов ковшей гидравлических экскаваторов / А. А. Хорешок, Е. Ю. Пудов, О. В. Любимов // Материалы Кит.-Рус. Форума «Безопасное производство, шахты и технологическое оборудование», Ляонинский технический университет (КНР), г. Фусинь 2009. – С. 36–38.

УДК 622.6.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ РОЛИКА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

А.Ю. Захаров, д.т.н., профессор, Д.А. Ширямов, инженер, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф.Горбачева, г. Кемерово

Ролик является одним из основных и самым многочисленным элементом ленточного конвейера. Даже при самых рациональных современных схемах линейных секций става, при длине конвейера 2000 м, роликов может быть около 6000 [1]. Неисправные ролики ведут к увеличению сопротивления движения, увеличивая тем самым эксплуатационные расходы, к повышенному износу ленты, а также могут стать причиной возникновения пожаров. Своевременное выявление неисправных роликов и их замена – один из путей сокращения эксплуатационных расходов ленточного конвейера.

Для определения сопротивления вращения роликов ленточного конвейера в работе [2] предлагается использование упруго-деформируемого датчика.

В процессе проведения мониторинга состояния роликов необходимо иметь образцовый ролик с известным сопротивлением вращения.

Для этого был разработан V-образный колодочный тормоз, позволяющий регулировать вращение ролика, который делает возможным имитировать неисправность подшипникового узла (рис. 2).

Он представляет собой два плеча тормоза 6, 7 закрепленных на раме 13 при помощи винта 3. Конструкция шарнира 2 позволяет изменять положение плеча тормоза относительно рамы под действием приложенного груза 12.

Усилие прижатия колодки к ролику передается при помощи тросика 7, который соединяет между собой левое 6 и правое 7 плечи тормоза. На правом плече он жестко закреплен при помощи винта 14, а на левом, проходя через тросовый мост 9, имеет свободный ход. К свободному концу тросика подвешен груз 12, который перекинут через блок 10. При увеличении массы груза, возрастает прижимное усилие создаваемое колодками. Таким образом, можно регулировать степень прижатия колодки к ролику, увеличивая тем самым сопротивление вращения. Для создания постоянного усилия на тормозных колодках и устранения погрешности от вибрации, после подвешивания груза, тросик фиксируется прижимным винтом 10. Регулировка положения и смена колодки осуществляется при помощи винта 5.

Используя данное устройство на испытательном стенде, можно определить зависимость сопротивления вращения ролика, от массы груза подвешенного на тросике и построить график зависимости. Затем производится измерения на реальном конвейере с использованием упруго-деформируемого датчика. Зная, какое сопротивление соответствует массе приложенной к тросику тормоза, становится возможным установить зависимость сопротивления вращения от выходного сигнала датчика.

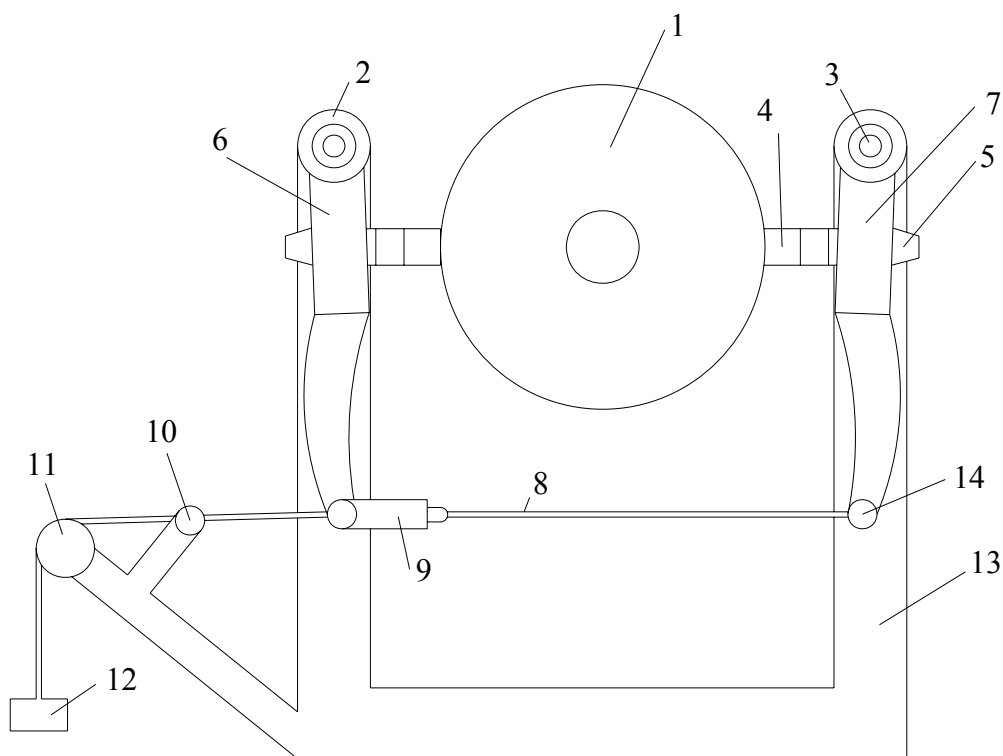


Рисунок 2 – Конструкция регулируемого колодочного тормоза:
 1 – ролик; 2 – шарнир; 3 – винт крепления тормоза к раме; 4 – тормозная колодка; 5 – винт фиксации колодки; 6 – левое плечо тормоза; 7 – правое плечо тормоза 8 – трос; 9 – тросовый мост; 10 – фиксирующий винт; 11 – блок; 12 – груз; 13 – рама; 14 – винт крепления троса.

Также при помощи данного устройства можно определить предельное значение сопротивления ролика, при котором происходит его заклинивание. При заклинивании ролика наблюдается интенсивное истирание его обечайки и обкладки ленты, повышается температура в зоне контакта.

Таким образом, предложенное устройство изменение сопротивления вращения ролика ленточного конвейера может достаточно широко использоваться при проведении исследований направленных на повышение эффективности работы конвейерного транспорта.

Список литературы:

1. Долгов Э.П. О повышении долговечности роликов ленточных конвейеров (не традиционный подход к проблеме) / Э.П. Долгов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. Т 10. № 12. – С. 29-37.
2. Ширямов Д.А. Возможности измерения сил сопротивления вращения роликов ленточных конвейеров в производственных условиях / Д.А. Ширямов, А.Ю. Захаров // Сборник докладов «Россия молодая». 2012

УДК 622.333:658.64

О РОЛИ МОРСКИХ ПОРТОВ ПРИ ЭКСПОРТНЫХ ПОСТАВКАХ УГЛЯ ON THE ROLE OF SEA TERMINALS IN EXPORT COAL SUPPLY

В.Л. Гаврилов, старший научный сотрудник, ИГДС им. Н.В. Черского СО РАН, г.Якутск, Россия

Аннотация. Показана возрастающая роль морских портов при поставках минерального сырья на экспорт. Обоснована целесообразность участия (включения) логистических звеньев предприятий горнопромышленного комплекса в системах управления качеством угля.

Abstract. The increasing role of sea terminals in export supply of mineral raw materials is shown. The appropriateness of inclusion of logistic elements of mining enterprises into coal quality management systems is justified.

В мировой практике достаточно давно существует практика объединения основных и вспомогательных производств, в том числе логистических, вокруг разрабатываемых или планируемых к освоению месторождений полезных ископаемых. В последние годы и в России одной из ярко выраженных тенденций стало включение в состав крупных горнодобывающих и металлургических холдингов в рамках создания ими вертикально интегрированных компаний (ВИК) портовых мощностей. Объединение активов вокруг одной действующей или проектируемой технологической цепочки создания добавленной стоимости позволяет при условии грамотного менеджмента: снизить влияние внешней среды за счет системного управления рисками и перераспределения ресурсов; повысить производительность труда; разработать и реализовать долгосрочные инвестиционные программы модернизации и технологического перевооружения существующих и создания новых производственных мощностей; внедрить и эффективно использовать современные технологии управления; освоить выпуск новых видов продукции и расширить производство существующей; на основе системного подхода получить от имеющихся возможностей каждого из звеньев цепочки «месторождение – потребитель» дополнительный синергетический эффект.

Согласно «Энергетической стратегии развития России на период до 2030 г.» для достижения стратегических целей угольной промышленностью, в числе других, поставлены задачи дальнейшего развития экспортного потенциала отрасли и расширения портовых мощностей, обеспечивающих диверсификацию направлений поставки угля, его перевозку и перевалку по экономически обоснованным тарифам. Предусматривается расширение мощностей действующих и строительство новых угольных терминалов с соответствующей припортовой инфраструктурой в Приморском, Хабаровском, Краснодарском краях, Ленинградской, Мурманской и Сахалинской областях, на Чукотке.

Появление и успешная деятельность таким ВИК как «Мечел», «СУЭК», «Кузбассразрезуголь», «Северсталь» и др. позволили подготовить к реализации и реализовать ряд крупных проектов по добыче и обогащению коксующихся и энергетических углей. Характерным стало участие этих компаний в строительстве и реконструкции угольных комплексов портов, одного из самых узких мест при экспорте твердого топлива (таблица).

Таблица - Характеристики действующих, строящихся и перспективных угольных терминалов морских портов по перегрузке российского угля*

Угольный комплекс порта	Владелец / совладелец	Годовая мощность, млн. т	Грузоподъемность судов, тыс. т	Ёмкость складов, тыс. т
Восточный (Приморский край)	«Кузбассразрез уголь»	12,5 (проект), 3,0 (грейферная перевалка) 16,2 (факт, 2011 г.)	100,0 - 150,0 75,0	700,0 – 750,0
	«Сумма»	До 18,0-20,0 (перспектива)	-	-
	GlobalPorts	1,0 (перспектива)	-	-
Находка (Приморский край)	Evrax Group	2,5 До 5,0 (перспектива)	15,0-20,0	-
Посьет (Приморский край)	«Мечел»	2,5 (действующий проект), □4,0 - факт (2011 г.), 7,0-9,0 (новый проект)	23,0 – 25,0	120,0 – 180,0
Бухта Суходол (Приморский край)	«Сибуглемет»	До 8,0 (перспектива)	-	-
Ванино (Хабаровский край)	СУЭК	0,6 (2007г., 12,0–13,0 (1 очередь), 20,0–24,0 (2 очередь)	22,0-158,0	-
	«Мечел»	Проект 12,0-13,0 (1 очередь),	22,0-158,0	До 3000, 0

		25,0 (2 очередь)	До 160,0-170,0	
Сахалинская область	Шахтерск, «Сахалин-уголь»	2,0	35,0 (рейд)	-
	Углегорск, «Углегорск-уголь»	1,5	-	-
Бухта Аринай (Чукотка)	"Северо-Тихоокеанская угольная компания"	Под объем 4,0 (1 очередь) до 10,0–12,0 (2 очередь)	Н.д.	Н.д.
Темрюк (Азовское море)	«Мечел»	1,8 (план 2012 г.)	-	-
Усть – Луга (Ленинградская область)	«Кузбассразрез уголь»	8,0 (1 очередь), 12,4 (план 2012 г.)	70,0-80,0	580,0– 790,0
Высоцкий (Ленинградская область)	-	3,5 (факт 2011 г.) 7,5 (проект)	55,0 (в порту) 80,0 (рейд)	-
Мурманск	СУЭК	12,9	До 80,0	-
Лавна, Мурманск	СДС, «Кузбассразрез уголь»	До 18,0 в несколько очередей (перспектива)	-	-
Вентспилс (Латвия)	Indtec Finance B.V. (Голландия)	6,0 (1 очередь), 8,5 (2 очередь), 10,0 (3 очередь)	120,0	210, 0

* При составлении использована таблица из [1] с учетом произошедших дополнений и изменений, сведения о которых получены из материалов периодической печати, сайтов компаний, материалов автора

Рассмотрим подробнее ситуацию с созданием собственных портовых мощностей в «Мечеле», намеренного выстроить всю логистику экспортных поставок своей продукции на их базе и отказаться от использования услуг сторонних операторов, в том числе Восточного порта, который в свое время был построен, в первую очередь, для перевалки южно-якутского угля. Планируется поэтапное наращивание пропускной способности морских терминалов на Дальнем Востоке и на Азовском море.

В настоящее время, обладая угольным терминалом в морском порту Посьет, проектной пропускной способностью в 2,5 млн. т угля в год, «Мечел-Транс» смог выйти на годовой грузооборот в более чем 4 млн. т в год за счет оптимизации логистики и улучшения организации работ при минимальных капитальных вложениях. В порту построены вагоноопрокидыватель, депо для размораживания вагонов с углем в зимнее время, обеспечена возможность автоматической перестановки вагонов. Это позволило довести суточную выгрузку до 300 вагонов. Дальнейший рост пропускной способности терминала с перевалкой угля до 9 млн. т в год возможен только за счет проведения масштабной модернизации с выполнением дноуглубительных работ, строительством дополнительного причала и оборудования его под суда типоразмера Panamax. Данную работу компания предполагает завершить в очень сжатые сроки. У «Мечела» имеются планы развития порта Темрюк, через который перегружаются уголь (в двух направлениях), кокс, металлопрокат. На угольном терминале работает 2 причала, планируемый грузооборот за 2012 г. должен составить 1,8 млн. т. Программа развития предусматривает запуск дополнительных причалов с созданием необходимой для этого инфраструктуры.

В дополнение к данным портам «Мечел» планирует строительство нового терминала в бухте Мучке порта Ванино. Подготовлен проект терминала, который будет расположен напротив введенного в строй терминала СУЭКа. Преимуществом данного места является наличие значительных глубин, обеспечивающих возможность захода и загрузки судов грузоподъемностью до 160 - 170 тыс. т. После завершения реконструкции Кузнецовского тоннеля к 2020 г. грузооборот терминала может составить до 25 млн. т угля в год. Твердое топливо будет поступать в основном с южно-якутских месторождений, в первую очередь Эльгинского.

Появление в ВИК новых достаточно дорогих активов, предполагает целесообразность выявления и оценки дополнительных явных и неявных возможностей для повышения эффективности управления всей динамической системой «георесурс – добыча – обогащение – потребление» и обеспечения роста её конкурентоспособности.

Сравнение применяемых и проектируемых техники и технологий перегрузки угля в портах показывает, что практически все они используют или предполагают к применению схожие по структуре схемы перевалки угля, аналогичные тем, которые имеются в Восточном порту. Следовательно, к ним после привязки и адаптации к конкретным условиям можно применить полученные ранее результаты [2] для решения задач, связанных с повышением потребительских свойств отгружаемого поставщикам угля на основе непрерывного менеджмента качества.

Покупателя интересуют потребительские свойства топлива в точке перехода права собственности. При экспортных поставках это, как правило, угольные терминалы морских портов. Продавец оценивает итог своей деятельности по управлению также по результатам передачи товара. Учитывая то, что окончательная оценка поставляемой продукции происходит во время погрузки её в суда, ряд характеристик качества изменяется и после отправки угля из районов добычи и обогащения, а некоторые показатели требуют дополнительного усреднения, логично использовать имеющиеся и оцененные технические, технологические, организационные, информационные и, как следствие, экономические возможности транспортно-логистических звеньев, в системах менеджмента качества, в том числе за счет перераспределения усилий внутри системы [2-3].

Вертикальная интеграция компаний, экономическая заинтересованность акционеров в повышении эффективности использования всех возможностей своих активов позволяют упростить решение задачи повышения качества угля за счет применения современных принципов и методов управления, базирующихся на информационных технологиях.

Список использованной литературы

1. Гаврилов В.Л. Управление качеством угля в динамической системе «георесурс – технологическое воздействие – потребитель» // Горный информ.-аналитич. бюллетень. – 2009. - № 12. – . вып. 6.- С. 56-61.
2. Гаврилов В.Л. Обоснование использования конечных звеньев цепей разрез-потребитель для управления качеством угля при разработке сложноструктурных месторождений / Автореф. диссертации на соиск. уч. степ. канд. техн. наук, Якутск. – 1989. - 20с.
3. Гаврилов В. Л., Ткач С.М. Управления качеством угля при разработке сложноструктурных месторождений южной Якутии // «Геомеханические и геотехнологические проблемы эффективного освоения месторождений твердых полезных ископаемых северных и северо-восточных регионов России»: материалы Всероссийской научно-практической конференции.- Якутск, 2011.- С. 92-96.

СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИКА УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ»

УДК 338.45(075) ББК 65.304.11

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПЛАНОВ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

*Трушина Г.С., д-р экон. наук, профессор ФБГОУ Кузбасского государственного технического
университета им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия*

При централизованной системе управления в России планирование на предприятиях угольной промышленности осуществлялось в соответствии с контрольными цифрами основных технико-экономических показателей, нормативами и лимитами, утвержденными министерством угольной промышленности объединениям угольных бассейнов, которые впоследствии доводили их до каждого угледобывающего предприятия. Планирование имело силу закона, было обязательным и осуществлялось на предприятиях в соответствии с отраслевыми инструкциями, разработанными в центральном научно-исследовательском институте «ЦНИЭИУГОЛЬ» и утвержденными министерством угольной промышленности. Разработанные и утвержденные планы на предприятиях были обязательными для их выполнения.

В настоящий период планирование для предприятий не является обязательным и осуществляется в угольных компаниях лишь в соответствии с требованиями собственника. При переходе России на европейскую систему планирования, учета и анализа на предприятиях перешли к разработке стратегических и бизнес-планов. Широкое распространение имеет разработка бюджетных планов. Особое значение для выбора стратегии предприятия имеют стратегические планы.

Для выбора правильного курса развития предприятия разрабатываемые планы должны быть объективными и достоверными, учитывающими влияние на деятельность предприятия внешней и внутренней среды. Для учета специфических особенностей функционирования горно-добывающих предприятий при изменении внешней и внутренней среды, необходимы новые методические подходы к разработке стратегических планов, учитывающих конкуренцию предприятий на мировом и внутреннем рынках. Однако, в настоящий период на предприятиях нет научно-обоснованных методических инструкций по разработке стратегических планов. Из-за отсутствия финансирования и заказов на выполнение методических рекомендаций и инструкций по планированию деятельности предприятий в рыночных условиях ЦНИЭИУГОЛЬ не выполняет эти виды работ, а в учебной литературе данные вопросы освещены явно недостаточно. Следует отметить то, что работникам предприятий сложно определиться с этапами выполнения необходимых видов работ в процессе разработки стратегических планов, выбором наиболее эффективной стратегии предприятия, так как в научной литературе в этой области отсутствует единая точка зрения о сущности стратегического планирования, этапах работ разработки планов, последовательности их выполнения, оценке планов и выбору наиболее эффективной стратегии предприятия из ряда альтернативных вариантов.

Анализ угольной промышленности в разных периодах развития российской экономики показывает то, что в зависимости от влияния внешней среды в угольной промышленности возникают различные проблемы, сдерживающие эффективность работы предприятий. В связи с этим *при стратегическом планировании последовательность и этапы выполнения работ в различные периоды могут существенно отличаться*. Так как стратегическое планирование должно определять общие основные направления развития предприятия, в том числе и те, которые позволят снизить негативное влияние внешней среды, то необходимо особое внимание *уделять совершенствованию методических подходов к анализу проблемных ситуаций* и выявлению причин, сдерживающих эффективность хозяйственной деятельности предприятия. В данное время экономические службы угольных компаний используют методы и принципы планирования по своему усмотрению, базируясь на процедуре планирования, осуществляемой при централизованной системе управления при разработке перспективных, годовых и оперативно-производственных планов, не учитывающей особенностей развития рыночной экономики.

Предварительным этапом перед разработкой планов является анализ производственно-хозяйственной и финансовой деятельности предприятия и его структурных подразделений за отчетный период с целью выявления причин невыполнения планового задания и разработки организационно-технических мероприятий по повышению эффективности работы предприятия. Анализ производственно-хозяйственной деятельности осуществляется на предприятиях по методикам, разработанным для угольной промышленности учеными России Г.Г. Бро, Бокий, Скотков, Козубенко и др. до 80-х годов прошлого столетия без учета работы предприятий в условиях рынка и конкуренции на мировом и угольных рынках.

На современном этапе одной из проблем, сдерживающей увеличение добычи угля в Кузбассе, является сложная экологическая обстановка, обусловленная, в основном, деятельностью угледобывающих предприятий и

переработкой угля. При стратегическом планировании необходимо применять новые методические подходы, ориентирующие предприятия на экологоориентированную деятельность и соблюдение требований международных стандартов по природоохранной деятельности. Это имеет большое значение для укрепления предприятиями позиций на мировом рынке при вхождении России в состав ВТО.

Другой проблемой является то, что в Кемеровской области численность активного населения ежегодно уменьшается. На предприятиях угольной промышленности в настоящий период наблюдаются проблемы с формированием квалифицированного штата работников. Для решения сложившейся проблемы также необходимо применять новые методические подходы к анализу формирования квалифицированных кадров на географическом сегменте рынка труда, учитывающие конкурентоспособность по привлекательности рабочих мест на угледобывающих предприятиях.

Учитывая точку зрения различных авторов, в своем исследовании мы считаем, что *стратегическое планирование на угледобывающем предприятии – это процесс определения наиболее эффективных стратегических направлений функционирования угледобывающего предприятия, способного обеспечить в перспективе достижение поставленных целей при соблюдении международных стандартов по охране окружающей среды*. При разработке стратегических планов рекомендуем выполнять следующие виды работ: «Анализ жизненного цикла предприятия»; «Формулирование цели»; «Анализ внешней среды», который включает в себя «Анализ конъюнктуры мирового и внутреннего угольного рынков», «Определение стратегических зон хозяйствования», «Изучение законодательных актов», «Анализ развития угольной промышленности мира», «Анализ мировых запасов основных энергоресурсов», «Анализ конкурентоспособности потенциала предприятия по сегментам угольного рынка», «Анализ возможностей формирования квалифицированных кадров на географическом сегменте рынка труда»; «Анализ внутренней среды», включающий в себя «Анализ финансовой и хозяйственной деятельности в текущем периоде» и «Анализ экологических аспектов по операциям производственных подразделений предприятия»; «Разработка стратегических направлений деятельности предприятия и средств их достижения»; «Оценка альтернатив»; «Анализ технико-экономических, финансовых показателей и конкурентоспособности потенциала предприятия при различных вариантах стратегического видения»; «Разработка стратегического плана»; «Реализация планов»; «Контроль результатов»; «Разработка и осуществление корректирующих действий». Новые методические подходы, предлагаемые нами для анализа внешней и внутренней среды, выбора варианта стратегии предприятия освещены в монографии [1].

Литература:

1. Трушина Г. С., Щипачев М. С. Стратегическое планирование на угледобывающем предприятии. – Кемерово: Изд-во Кузбасского государственного технического университета, 2012. – с.191.
2. Трушина Г.С. Роль стратегических планов в повышении эффективности и конкурентоспособности угледобывающих предприятий Кузбасса /Г.С.Трушина, М.С. Щипачев//Уголь.- 2011. – №9.
3. Трушина Г. С., Лобойко Н. Г. Конкурентоспособность и методы ее измерения (на примере угледобывающих объединений России, шахт и разрезов Кузбасса).- Томск: Изд-во Томского ун-та, 1998.-170 с.
- 4.

Аннотация

В статье показаны проблемы планирования на угледобывающих предприятиях и обоснована необходимость совершенствования методологических и методических основ разработки планов в угольной промышленности.

Abstract

In article planning problems at the coal-mining enterprises are shown and need of improvement of methodological and methodical bases of development of plans for the coal industry is proved.

УДК 33.332.02

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ СЛИЯНИЯ И ПОГЛОЩЕНИЯ КАК ФОРМЫ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Воронина М.Ю. аспирант, Савосина З.П., к.э.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачёва», г.Кемерово

Именно слияние и поглощение (С/П) становится стратегией роста, которая позволяет предприятию не только сохранить свои позиции на рынке, но и «выбиться» в лидеры. Важно уметь ориентироваться в типах слияний компаний, выявлять основные цели, которые преследуют стороны при заключении сделки, оценивать эффективность такой сделки и ее возможные последствия.

Столь бурное развитие проходит без необходимого теоретического обоснования, учитывающего российскую специфику.

Методические подходы к оценке эффективности процессов С/П предприятий как формы корпоративного управления охватывают лишь часть отдельных показателей, имеют узкую направленность и не дают представление об устойчивости системы.

В связи с этим возникла актуальная задача формирования объективных и научно обоснованных подходов и возможности мониторинга изменения состояния производственно–экономической системы по функциональным показателям предприятий.

В данной статье рассматриваются предприятия угольной (ОАО Разрез «Шестаки» (далее ОАО «РШ»), ООО «Разрез Пермьяковский» (далее ООО «РП»)) и машиностроительной (ООО «Завод горного машиностроения» (далее ООО «ЗГМ»), ОАО «КемеровоХиммаш» (далее ОАО «КХМ») (после слияния ОАО «Кузбасская вагоностроительная компания» (ОАО «КВСК»), ООО НПО «Кузбассэлектромотор» (далее ООО НПО «КЭМ») промышленности, прошедшие процедуру С/П. На основе сравнительного анализа основных показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятий дана оценка эффективности процессов слияния и поглощения путем оценки ресурсного потенциала предприятия, оценки морфоорганизационной эффективности корпоративного управления развитием систем, информационного моделирования.

Оценка ресурсного потенциала предприятия заключается в определении совокупности его возможностей и применении балльной системы оценки основных факторов производства. Достоинством метода является использование широкого спектра показателей. Алгоритм расчета предусматривает три этапа.

На первом этапе проводится расчет единичных показателей критериев оценки ресурсного потенциала по шести группам факторов.

После расчета единичных показателей по группам факторов, необходимо осуществить их перевод в относительные величины (баллы), это позволит оценить конкретные показатели относительно выбранных критериев.

На втором этапе оценки ресурсного потенциала предприятия рассчитываются критерии ресурсного потенциала по группам факторов.

На третьем этапе оценки ресурсного потенциала предприятия рассчитывается его общий рейтинг.

В таблице 1 представлен сводный рейтинг ресурсного потенциала предприятий до и после проведения процедуры С/П.

Оценка ресурсного потенциала охватывает наиболее важные показатели хозяйственной деятельности предприятия, исключает дублирование отдельных показателей, позволяет быстро и эффективно оценить финансово-хозяйственное состояние предприятия. Использование показателей одного предприятия за разные годы позволяет судить об эффективности проведения процессов С/П. Несмотря на то, что процессы С/П практически оказались временно полезной для ряда предприятий, уже через год нельзя однозначно судить о её эффективности.

Таблица 1 – Сводный рейтинг ресурсного потенциала

	ООО НПО «КЭМ»	ОАО «КХМ»	ООО «РШ»	ООО «РП»	ООО «ЗГМ»
До слияния	0,22	0,18	0,27	0,24	0,16
2009	0,19	0,23	0,33	0,27	0,24
2010	0,19	0,28	0,39	0,26	0,26

При резких изменениях внешних и внутренних факторов особое внимание уделяется не только совершенствованию управления ими, но и управлению развитием систем, как целенаправленного и своевременного процесса качественных преобразований, в частности повышение морфоорганизационной эффективности корпоративного управления развитием систем (КУРС).

В качестве стратегических целей выступают цели развития системы: формирование высокоприбыльного капитала, гармоничных взаимосвязей и гибкого производства.

Тактические цели выводятся из стратегических. Это соответственно эффективное развитие форм организации: капитала (ФОК), взаимосвязей (ФОВ) и производства (ФОП). Морфоорганизационное исследование КУРСа показало жизненно важную заинтересованность корпорации в получении прибыли. Это дает основание выделения этого показателя в качестве результативного для оценки эффективности КУРСа.

Отбор показателей, характеризующих формы организации КУРСа, является достаточно многогранной задачей, охватывающей ФОК, ФОП и ФОВ. Особенности форм организации КУРСа не позволяют во всех случаях выявить показатели, от которых непосредственно зависит получение прибыли. Поэтому при морфоорганизационном измерении КУРСа использованы факторы (показатели), которые непосредственно не влияют на величину прибыли.

Однако данные показатели обладают сложностью и разнородностью, так как они отвечают различным классификационным признакам. С помощью индексов можно оценить среднее изменение сложных разнородных явлений, каковыми выступают формы организации КУРСа. Состав доминирующих показателей, отражающих, например, формы организации капитала представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав доминирующих показателей, отражающих формы организации капитала КУРСа на примере предприятия ОАО «КХМ»

Наименование доминирующих показателей	Индивидуальный индекс			Цепной индекс		
	2008/	2009/	2010/	2008/	2009/	2010/
	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Интеграция						
Всего оборотных активов	2,13	0,71	0,32			
Всего краткосрочных пассивов	1,36	0,69	0,70	8,23	0,80	0,67
Уставный капитал	21,20	1,00	1,00			
Дифференциация						
Инвестиции в другие организации						
Кредиторская задолженность	3,88	0,16	1,77	1,29	0,05	0,59
Краткосрочные кредиты банков	0,00		0,00			
Групповой индекс	4,76	0,43	0,63			

Полученные значения групповых индексов свидетельствуют о том, что по форме организации капитала в 2008 году произошло значительное улучшение, за счет резкого увеличения почти всех представленных показателей, в том числе существенно выросла доля оборотных средств и уставного капитала, а доля кредиторской задолженности снизилась. В связи с негативным влиянием финансового кризиса показатели 2009 года снизились.

Методика оценки морфоорганизационной эффективности отражает обобщающий показатель – прибыль, в которой отражаются интегральные изменения форм организации КУРСа, т.е. представляет собой отношение прироста прибыли (индекс изменения прибыли) к соответствующему виду средств (в данном случае к изменению сводного индекса по формам организации), используемых в процессе корпоративного управления.

В таблице 4 представлены значения сводного индекса по формам организации КУРСа, цепного индекса прибыли и морфоорганизационной эффективности КУРСа.

Таблица 4 – Морфоорганизационная эффективность КУРСа ОАО «КХМ» (ОАО «КВСК»)

Показатели	2008/2007	2009/2008	2010/2009
Сводный индекс	2,65	0,87	1,63
Цепной индекс прибыли	1,07	0,05	20,37
Морфоорганизационная эффективность КУРС	0,40	0,05	12,48

Результаты свидетельствуют об эффективности процессов С/П предприятий как формы корпоративного управления предприятием, несмотря на значительное влияние кризиса. Процедура С/П, произошедшая в период с 2007-2008 годы, оказала положительное влияние на финансовые показатели предприятия.

Стандартные приёмы математической статистики, сведённые в эконометрику, плохо приспособлены к исследованию компаний, включающих разнотипные предприятия (в данном случае: разрезы и заводы), а главное, к анализу стохастических переходных процессов, если его нельзя свести к сравнению с прецедентами. Таким образом, актуальным является расширение математического аппарата анализа состояний уникальных систем [1].

Отобраны восемь наиболее информативных аддитивных показателей, которые участвовали в дальнейшем анализе с четырьмя неаддитивными показателями

Модель реализована в форме: «рейтинга» по аддитивным показателям

$$X (i / \text{№} I) \approx \ln \left\{ \left[\begin{array}{c} \text{основные} \\ \text{средства} \end{array} \right]^{0,695} \cdot \left[\begin{array}{c} \text{запасы} \end{array} \right]^{0,775} \cdot \left[\begin{array}{c} \text{дебиторская} \\ \text{задолженность} \end{array} \right]^{0,835} \cdot \left[\begin{array}{c} \text{кредиторская} \\ \text{задолженность} \end{array} \right]^{1,175} \times \\ \times \left[\begin{array}{c} \text{займы и} \\ \text{кредиты} \end{array} \right]^{0,27} \cdot \left[\begin{array}{c} \text{выручка от} \\ \text{продаж} \end{array} \right]^{0,89} \cdot \left[\begin{array}{c} \text{прибыль от} \\ \text{продаж} \end{array} \right]^{0,56} \cdot \left[\begin{array}{c} \text{прибыль до} \\ \text{налогообложения} \end{array} \right]^{0,60} \right\}^{1/5,25} - Const$$

И «эффективности» по относительным показателям

$$Y (i / \text{№} VIII) \approx \ln \left\{ \frac{\left[\begin{array}{c} \text{рентабельность} \\ \text{производства} \end{array} \right]^{0,90} \left[\begin{array}{c} \text{рентабельность} \\ \text{фондов} \end{array} \right]^{18,6}}{\left[\begin{array}{c} \text{себестоимость} \\ \text{товаров} \end{array} \right]^{1,01} \left[\begin{array}{c} \text{себестоимость} \\ \text{общая} \end{array} \right]^{0,999}} \right\}^{1/2,37} + Const$$

Отображение «рейтинга» по оси абсцисс и «эффективности» по оси ординат привело к построению фазового портрета (рис. 1)

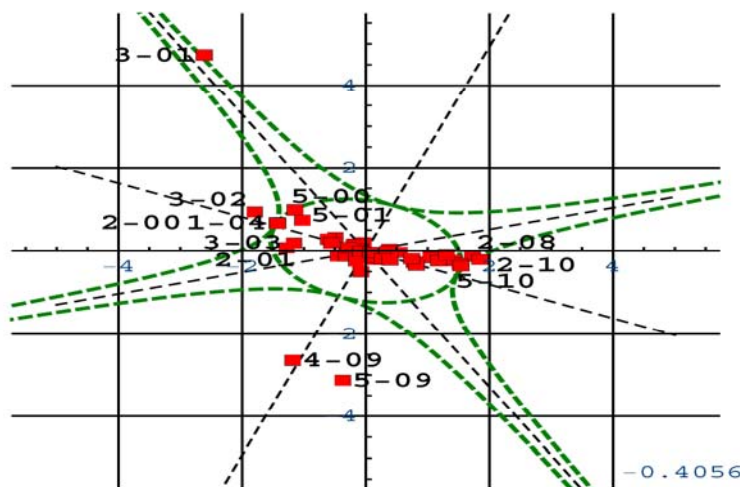


Рисунок 1 – Общий результат управления путём слияния / поглощения. Обозначения: № завода – год

Приходится сделать негативный вывод – процедура С/П привела к повышению «рейтинга», но к заметному снижению «эффективности».

Исключив взятые для сравнения ОАО «КХМ» и ООО НПО «КЭМ», выделим портрет, представляющий результат С/П для исследуемого ЗАО «СС» (рис. 2).

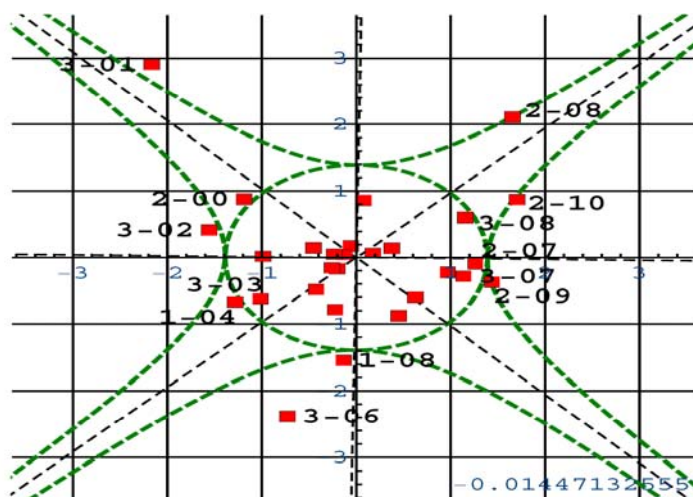


Рисунок 2 – Результат управления ЗАО "Стройсервис" путём слияния / поглощения

С пренебрежимо малой погрешностью – 1,4% получен замечательный результат:

- модели комбинаций «рейтинг» и «эффективность» оказались независимыми;
- слияние / поглощение привело к существенному росту «рейтинга» при неизменной «эффективности» (!);
- практически отсутствующая линейная связь показателей указывает на то, что система достигла предельного уровня устойчивости. Ряд исследователей считает это главной целью процедуры С/П. Результат рассматривается как строгое доказательство адекватности использованных моделей.

Таким образом, предложенные методы оценки эффективности корпоративного управления через слияние и поглощение предприятий позволят анализировать и оценивать состояния предприятий при осуществлении данной процедуры.

Литература:

1. Логов, А.Б. Анализ состояния уникальных объектов: учебное пособие / А.Б. Логов, Р.Ю. Замаев, А.А. Логов; ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2011. – 194 с.

Аннотация

В данной статье процедура слияния рассматривается как эффективная форма управления состоянием отдельных предприятий и компании в целом. Результаты слияния и доказательство эффекта представлены в виде фазовых портретов систем, являющиеся моделями пространства состояний.

Abstract

In this article procedure of confluence examined as an effective form by the upravleniya state of separate enterprises and company on the whole. The results of confluence and do-kazatel'stvo effect are presented as phase portraits of the systems, being mode-lyami problem spaces.

УДК 622.33:338 (571.56)

ЗАБАЛАНСОВЫЕ ЗАПАСЫ КАК РЕЗЕРВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ OFF-BALANCE RESOURCES AS THE RESERVE OF EFFICIENCY ENHANCEMENT OF COAL FIELD DEVELOPMENT

В.Л. Гаврилов, старший научный сотрудник, П.Н. Васильев, старший научный сотрудник, ИГДС им. Н.В. Черского СО РАН, Якутск, Россия

АННОТАЦИЯ. На примере южно-якутских угольных месторождений для повышения эффективности их освоения показаны геологические и технологические возможности извлечения забалансовых запасов

Abstract. On example of Southern Yakutia coal fields to improve their development efficiency the geological and technological possibilities of off-balance resources extraction are shown.

К забалансовым запасам традиционно относят такие запасы, использование которых при достигнутом техническом уровне экономически нецелесообразно вследствие их малого количества, малой мощности залежей,

низкого содержания ценных компонентов, особой сложности условий эксплуатации или необходимости применения очень сложных процессов переработки, но которые в дальнейшем могут явиться объектом промышленного освоения [1].

В условиях постоянного ухудшения качества минерально-сырьевой базы, необходимости постоянного повышения конкурентоспособности и эффективности работы предприятий горнопромышленного комплекса решению вопросов вовлечения забалансовых запасов в отработку в последнее время уделяется всё больше внимания.

Постоянное совершенствование горного оборудования, появление его новых образцов с более широкими техническими возможностями позволяет разрабатывать такие технологические схемы, использование которых в той или иной степени повышает полноту извлечения полезных ископаемых из недр и, как следствие, способствует росту эффективности их освоения.

К их числу можно отнести технологии извлечения пластов, в том числе маломощных, с применением комплексов глубокой разработки угольных пластов (КГРП), достаточно широко применяемых в мире и обладающих рядом преимуществ, к которым можно отнести:

- полную автоматизацию;
- отсутствие людей в забое;
- высокую производительность;
- быстрый ввод в эксплуатацию;
- возможность применения для отработки забалансовых по мощности запасов.

Предварительный анализ, выполненный для угольных месторождений южно-якутского бассейна с использованием опубликованных [2 и др.] и фондовых материалов («Южякутгеология»), показывает, что имеется определенный потенциал для прироста запасов, пригодных для открытых горных работ. Здесь имеется в виду возможность добычи угля с использованием комбинированных технологий, в частности КГРП, который может отрабатывать пласты с мощностью менее 1 м (нижняя граница для подсчета запасов, пригодных для ОГР для большинства месторождений региона).

Для условий одного из самых перспективных с точки зрения инвестиционной привлекательности Эльгинского месторождения рассмотрим вопрос возможной отработки забалансовых запасов подробнее.

Данная залежь характеризуется:

- большими запасами (более 2,1 млрд. т только на Северо-Западном участке) и размерами в плане (около 100 км²);
- расчлененным рельефом с крутыми склонами;
- наличием нескольких свит угольных пластов, представленных коксующимися углями разных технологических марок;
- сложными границами многолетнемерзлых пород, линий расщепления отдельных пачек пластов, зон окисленных и неокисленных углей.
- высокой изменчивостью мощности пластов и междупластий, основных технологических показателей качества угля.

Исходя из описанных особенностей месторождения, в дополнение к строящемуся разрезу возможна организация работы в новых добычных забоях по периметру мульды для решения задач, связанных с обеспечением задаваемого потребителями уровня качества угольной продукции, повышения общей производительности предприятия при резком изменении конъюнктуры рынка в положительную сторону, технико-экономической целесообразности извлечения забалансовых запасов. Учет этих обстоятельств необходим при подготовке стратегии освоения месторождения на весь жизненный цикл проекта.

На основе сформированной электронной базы данных по месторождению с использованием горно-геологической информационной системы «Майнфрейм» (ГоИ КНЦ РАН) проанализированы все основные пласты Эльги, рассчитаны их основные статистические характеристики, выделены пластопересечения с мощностями менее 1 м, отображены расположенные в непосредственной близости друг от друга скважины с мощностями пластов менее 1 м и построены карты предварительно выделенных забалансовых участков в кондиционных пластах (рис. 1) и кондиционного участка в забалансовой верхней пачке пласта У14 (рис. 2).

Выполненная работа позволила показать то, что для угольных месторождений (или их участков) Южной Якутии в целом и отдельных участков Эльгинского в частности, представленных свитой пологопадающих пластов, характерны ситуации, когда кондиционные для открытых горных работ по мощности пласты чередуются с забалансовыми. Как правило, эти пласты извлекаются или будут извлекаться вместе с породой вскрыши, являясь одновременно причиной потенциального горения породных отвалов или дополнительной экологической нагрузки на окружающую среду.

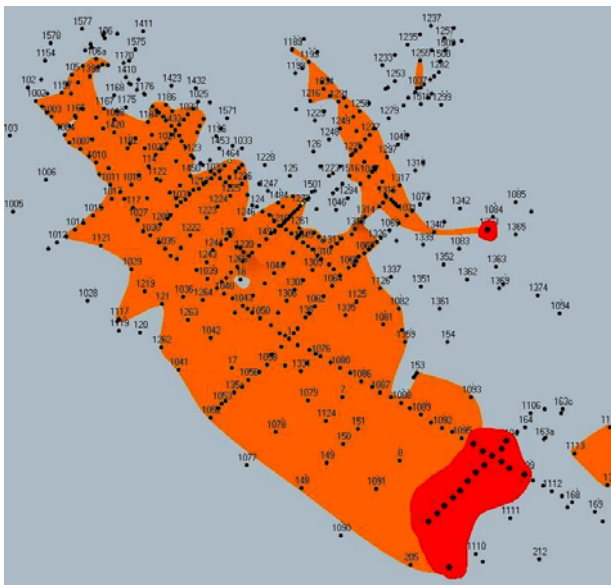


Рис. 1. Забалансовый участок (темный цвет)
пласта У4

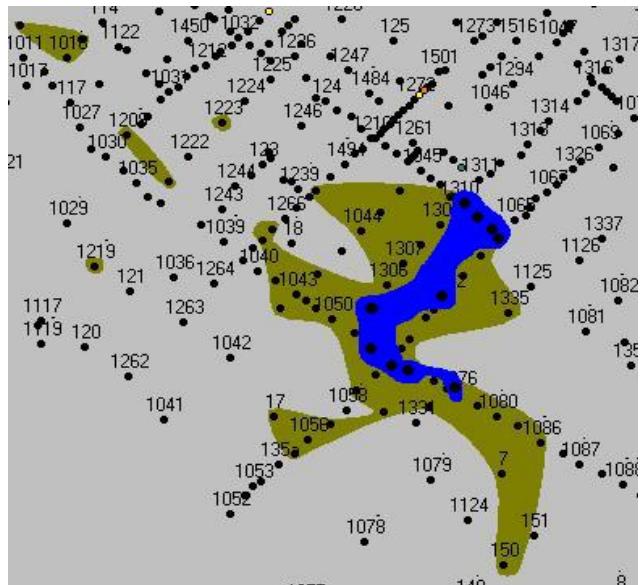


Рис. 2. Балансовый участок (темный цвет)
забалансового пласта У14в

Для снижения потерь угля в недрах при разработке месторождений возможно применение различных технологических решений. Одним из них может стать рассмотренной ниже [3].

Планирование вскрышных работ осуществляется таким образом, чтобы рабочая площадка одного из уступов совпала с почвой пласта малой мощности с забалансовыми запасами (рис. 3). После вскрытия выходов этого пласта начинаются работы по его выбурированию с использованием КГРП без дополнительной подсыпки пород. При этом глубину (длину) камер выполняют максимально возможной для конкретных горно-геологических условий. Практика работы КГРП в Кузбассе и Южной Якутии показала, что эта длина может быть до 300 м [3].

Вскрышные работы как выше выбуренного пласта, так и ниже его ведут, обнажая и извлекая рабочий пласт. На процессы извлечения пород вскрыши тяжелой горной техникой выше забалансового пласта пустоты камер и междукамерные угольные целики оказывают минимальное влияние. К тому же при ведении плановых для разреза буровзрывных работ на вскрыше с небольшой корректировкой их параметров основная часть целиков может быть разрушена с одновременным заполнением остающихся пустот в отработанных камерах.

Для выемки нижележащего рабочего пласта производится несколько заходов при одном проходе КГРП. Следующее выбурирование забалансового пласта ведется после выемки вскрытой части нижележащего с повторением такого процесса циклически до полной отработки некондиционного пласта, находящегося в поле угольного разреза.

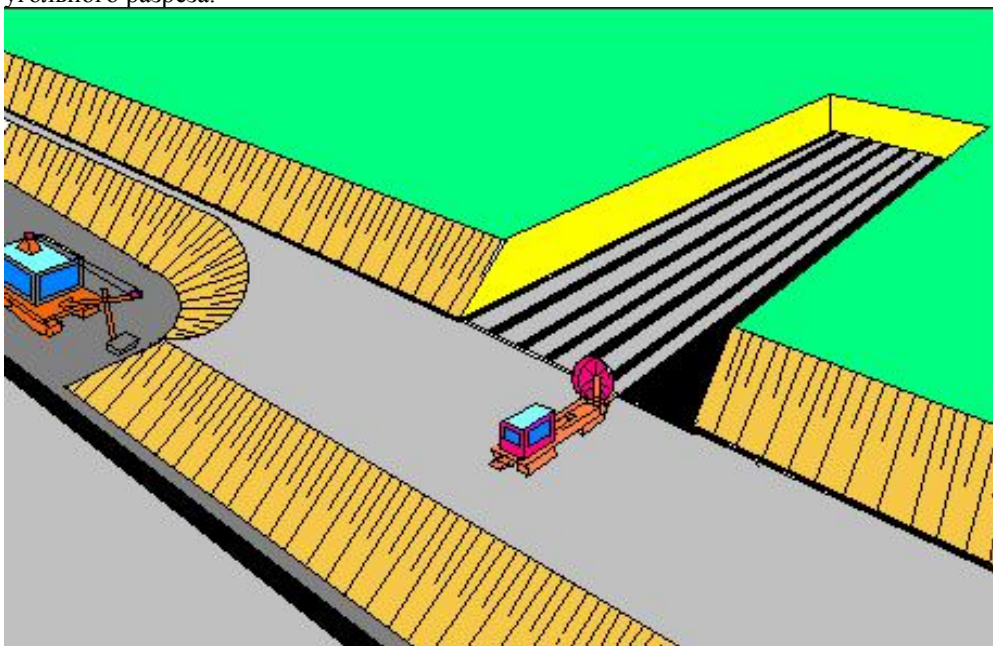


Рис. 3 Схема отработки пласта забалансовой мощности

Высокая угленосность бассейна, наличие в каждой из выделяемых на стадии геологической разведки свит большого числа угольных пластов, разнообразие горно-геологических условий говорит о том, что существует определенный потенциал перевода обозначенных выше забалансовых запасов в пригодные для открытой и комбинированной разработки, в т.ч. с использованием предложенного способа. Кроме того, аналогичный подход может быть использован и для других угольных районов страны.

Список использованной литературы

1. Инструкция по учету запасов полезных ископаемых и по составлению отчетных балансов по формам п 5-гр и 5-гр (уголь). - Приложение 1 к Приказу Министра геологии СССР N 558 от 29.11.1971 <http://www.consultant.ru>

2. Угольная база России. Том V. Кн. 2: Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока России. - М., 1999. - 638 с.

3. Пат. 2455488 Российская Федерация, МПК E21C 41/00. Способ извлечения забалансовых запасов при комбинированной разработке угольных пластов / Васильев П.Н., Гаврилов В.Л.; заявитель и патентообладатель Ин-т горного дела Севера СО РАН.- №2010139709/03; заявл. 27.09.2010; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 19.

УДК 647

КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНТАКТОВО-МЕТАМОРФИЗОВАННЫХ УГЛЕЙ ВЫСОКИХ РАНГОВ

Косинский В.А., Гонцов А.А., Бобырев С.А., Быкадоров Д.Н. ФГУП «ВНИГРИуголь», г. Ростов-на-Дону, РФ.

При воздействии магматических тел, даек и жил происходят заметные изменения в составе и свойствах углей. Эти изменения выражаются в петрографическом, химическом составе, в физических и технологических свойствах. В докладе обоснованы основные классификационные параметры для разделения контактово-метаморфизованных углей.

When exposed igneous bodies, dikes and veins are significant changes in the composition and properties of coal. These changes are expressed in petrographic, chemical, physical and technological properties. The report substantiated main classification parameters to separate contact- metamorphosed coals.

Свойства углей ряда бассейнов и месторождений России формировались под влиянием интенсивного проявления магматизма (Таймырский, Тунгусский, Зырянский, Партизанский бассейны; отдельные площади Кузнецкого бассейна, месторождения Сахалина, Магаданской области, и др.).

Комплекс методов применяемых для изучения таких углей, направлен главным образом на решение задач, связанных с проблемами количественной оценки изменения их свойств под воздействием интрузивных тел и установления границ между углями термального, контактового и регионального типов метаморфизма.

Проблема характеризуется особой актуальностью в связи с тем, что запасы контактово-метаморфизованных антрацитов не всегда подсчитываются из-за отсутствия четких критериев определения их классификационных показателей.

Сравнительный анализ особенностей изменения физических, химических и других свойств углей позволяет отнести к параметрам особо чувствительным к процессам термального воздействия показатели отражения витринита, выход летучих веществ, анизотропию и удельное электрическое сопротивление (УЭС). В предполагаемом докладе обоснована классификация контактово- метаморфизованных углей высокого ранга. Классификационные показатели приведены в таблице.

Таблица – Классификационные показатели контактово-метаморфизованных углей

Марка угля	Обо значение	Классификационный показатель			
		Показатель отражения витринита, R_o , %	Выход летучих веществ, V^{daf} , %	Анизотропия отражения витринита, A_R , %	Удельное электросопротивление, ρ , Ом·м
Полуантрацит	ПА	2,4-3,6	6-9	–	–
Антрацит	А	2,4-5,0	<9,0	19,0-80,0	0,01-5000
Природный кокс	ПК	$\geq 3,0$	5,0-9,0	35,0-55,0	>0,2
Обоженный уголь	ОУ	4-8	1,6-6,0	18-30	>0,2
Термоантрацит (мета)	ТА	>5,0	3,0-5,0	–	<0,01
Графит	Гр	>6,0	<1,5	–	0,001

Проведенный комплекс исследований и промышленных испытаний позволяет оценить контактово-метаморфизованные угли как сырье для обжига известняка, доломита, получения электродной массы, как заменителя кокса в доменном производстве и агломерации руд при производстве цветных и черных металлов, при производстве фосфора, ферросплавов, соды, активных углей, пигментов, фильтрующих материалов, для электрохимической защиты трубопроводов.

УДК 622:658.323.1+622.8

ПРОБЛЕМЫ СДЕЛЬНОЙ ФОРМЫ ОПЛАТЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

к.т.н., проф. Нифонтов А.И., СибГИУ, г.Новокузнецк,; аспирант МГГУ Ермаков Е.А., г.Москва

За весь период развития горной отрасли, и по настоящее время, на шахтах России применяется сдельная форма оплаты труда с различными ее системами. При данной форме оплаты труда, работники стремятся к выполнению и перевыполнению плана и показывают хорошие показатели при проведении горных выработок и на очистных работах.

На первый взгляд, сдельная форма оплаты труда наиболее полно отвечает интересам и работника, и работодателя, поскольку величина заработка зависит от объема сделанной (проданной) продукции или оказанных услуг, от результатов труда и его продуктивности. Прямую зависимость между результатами работы и величиной вознаграждения действительно следует отнести к достоинствам сдельной оплаты труда. Интересы нанимателя успешно реализуются, поскольку работник заинтересован в увеличении выработки и в этом отношении его не нужно контролировать. Если работник по тем или иным причинам снизит выработку или производительность, он же и понесет в первую очередь потери. Следовательно, его риск выше, чем риск нанимателя. Если учесть, что сдельная оплата привлекает работников, согласных работать усердно и интенсивно, то это может восприниматься как своего рода рыночный сигнал работодателю о желании работать производительно, что немаловажно в условиях неполной и асимметричной информации.

Для работника преимущества сдельной оплаты связаны с тем, что у него есть реальная возможность увеличить свой заработок путем выполнения большего объема работ, роста производительности труда.

При сдельной оплате полезность работника зависит от его способностей. Исследования американских экономистов показали, что производительность работников со сдельной оплатой труда выше, чем с повременной.

С середины XX в. в большинстве развитых стран доля рабочих-сдельщиков начинает стремительно снижаться. В США за 1950-70-е годы их доля уменьшилась с 70 до 30%; во Франции за 15 лет (начиная с начала 60-х) она упала с 40 до 15%; в 90-е годы в среднем 70-80% работников в развитых странах получают повременную заработную плату, в США их доля достигла 86%. Дело в том, что сдельная оплата связана с целым рядом недостатков и порождает немало проблем - как для работников, так и для работодателей.

Рассмотрим недостатки использования сдельной формы оплаты труда на горных предприятиях. Нанимателю бывает сложно учесть факторы, не зависящие от работника, но влияющие на выработку (болезнь, поломка оборудования, перебои со снабжением, погодные условия и т.п.). Если заработок не будет зависеть от результатов, то он едва ли захочет особенно усердствовать. Следует иметь в виду, что рост выработки рабочих-сдельщиков обусловлен не только их собственными усилиями, повышением квалификации и развитием своих способностей. Он определяется всей совокупностью факторов эффективного функционирования данного рабочего места - его технической, организационной, экономической подготовкой. В результатах работы сдельщиков воплощается труд инженеров, вспомогательных рабочих и многих других специалистов предприятия.

Серьезным недостатком сдельной оплаты для работодателя является опасность того, что в погоне за количеством продукции работники не станут уделять внимание ее качеству. Затраты на контроль качества продукции (услуг) могут свести на нет экономию на других формах контроля. При прохождении горных выработок некачественное ее крепление может вызвать обрушение.

Сдельная система оплаты труда увязывает заработок работника с его индивидуальными результатами, оставляя без внимания работу отдела, подразделения или организации в целом, что отрицательно сказывается на коллективной мотивации и групповой работе. Происходит ослабление чувства сопричастности и принадлежности к коллективу. Сдельщику не слишком важны успехи коллег по работе и общие результаты деятельности фирмы. У него нет стимулов к достижению результатов в долгосрочном периоде, важно, сколько он заработал сейчас. Одним из последствий этого является высокая текучесть кадров.

Нередко возникают проблемы с правильным использованием техники. Излишняя спешка работников приводит к поломкам оборудования, нарушению норм техники безопасности, росту травматизма, перерасходу материалов. Данный аспект имеют большую актуальность на предприятиях горной промышленности. Например, поломка очистного оборудования вызывающая долговременные простои из-за непрогнозируемого обрушения пород кровли. Нарушение норм и правил техники безопасности чаще всего несет за собой летальный исход не

только работников, которые их нарушили, но и всех работников, находившихся в данный момент на рабочем месте (например, при взрыве пылеметановоздушной смеси).

Очень непросто установить обоснованные нормы выработки, особенно при их пересмотре в период внедрения нового оборудования. Это особенно актуально для отраслей с частой сменой продукции и технологии. Необходимы специалисты-нормировщики, документальное оформление изменений и т.п.

При одной и той же годовой сумме заработка работникам предпочтительнее повременная оплата. Большинство из них, испытывая естественную неприязнь к риску и имея финансовые обязательства, связанные с регулярными затратами (плата за квартиру, покупка продуктов питания и т.п.), предпочтут большую определенность заработка. Значит, переход на сдельную оплату потребует выравнивающих различий в оплате, которые компенсируют беспокойство работников по поводу возможных колебаний в их зарплате, что принесет нанимателю дополнительные расходы. Кстати, это также объясняет, почему выработки сдельщиков выше, чем повременщиков.

При использовании сдельной системы оплаты работники нередко сталкиваются с так называемым «эффектом храповика». Он заключается в следующем. Работник производит продукции больше, чем предполагает предприятие. Менеджер связывает это с тем, что работа не слишком тяжелая и, следовательно, заработная плата слишком высока. Поэтому возникает высокая вероятность, что ставка заработной платы понизится. Также это вызывает увеличение затрат на складирование угольной продукции, т.к. при долгом нахождении угольной продукции на складах может привести к ее возгоранию.

Групповая сдельная оплата позволяет теснее увязать интересы работника и работодателя, связав сумму коллективного заработка с результатами деятельности фирмы. Основная проблема при этом - «проблема безбилетника», когда лень одних работников компенсируется усердием других, что, конечно, не способствует мотивации труда последних. Эта проблема легче разрешается в небольших группах. Но что делать, если коллектив велик и одни работники не слишком уверены в старании и производительности других? Помочь может создание атмосферы сопричастности (к интересам всей организации). При сдельной оплате сделать это значительно труднее.

Объемы добычи угля ежегодно растут, производительность труда рабочего по добыче возросла в целом по отрасли в 2,5 раза. Увеличилась себестоимость добычи 1 т угля, но повышение цен на уголь позволяет многим акционерным обществам работать рентабельно. Казалось бы, что все хорошо. Однако аварии, которые произошли на шахтах Кузбасса в 2007 года и на шахте «Распадская» в 2010 году, показывают, что есть проблемы, которые мы не хотим или не можем решить. Многие аналитики России отмечают, что одна из основных проблем является оплата труда шахтеров.

Вышеуказанное не позволяют рассматривать, применяющуюся систему оплаты труда, как надежную основу для успешной реализации курса на ускорение социально-экономического развития предприятий угледобывающей промышленности, всемерную интенсификацию производства, высокие темпы научно-технического прогресса. Требуется коренная перестройка системы оплаты труда в направлении более полного соответствия ее потребностям современного производства и новому хозяйственному механизму.

УДК 622:658.32+622.8

АНАЛИЗ ФОРМ ОПЛАТЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

к.т.н., проф. Нифонтов А.И., СибГИУ, г.Новокузнецк; аспирант МГГУ Ермаков Е.А., г.Москва

Сдельная форма оплаты труда, на первый взгляд, наиболее полно отвечает интересам и работника, и работодателя, поскольку величина заработка зависит от объема сделанной (проданной) продукции или оказанных услуг, от результатов труда и его продуктивности. В то же время рабочие бригады заинтересованы в перевыполнении нормы выработки и увеличении заработной платы, а не в повышении нагрузки на механизированный комплекс (комбайн) и эффективной работе предприятия. При сдельной форме оплаты труда работники стремятся добиться максимального уровня добычи, идя при этом на все возможные нарушения правил и норм техники безопасности.

Немало проблем накопилось и в оплате за интенсивность труда. Заработная плата мало зависит от степени технической (проектной) загрузки оборудования, на котором работает рабочий или звено. Работая на одном и том же виде оборудования на разных шахтах, активная занятость трудом отличается в два-три раза. Между тем тарифная ставка у всех рабочих практически одинакова.

В современных рыночных отношениях объемы производства планируются исходя из действующего на рынке спроса на угольную продукцию. Плановый уровень добычи угля должен обеспечивать условия контракта на поставку угля. Увеличения добычи и резкие колебания в течение года не целесообразны, так как весь излишек угля будет необходимо складировать. Увеличение добычи за счет стремления работников получать больше денег не имеет смысла для предприятия, лишь может вызвать лишние затраты на складирование и транспортировку угля.

Объемы добычи угля ежегодно растут, производительность труда рабочего по добыче возросла в целом по отрасли в 2,5 раза. Увеличилась себестоимость добычи 1 т угля, но повышение цен на уголь позволяет многим акционерным обществам работать рентабельно. Казалось бы, что все хорошо. Однако аварии, которые произошли на шахтах Кузбасса в 2007 года и на шахте «Распадская» в 2010 году, показывают, что есть проблемы, которые мы не хотим или не можем решить. Многие аналитики России отмечают, что одна из основных проблем является оплата труда шахтеров.

Как отмечают многие аналитики России и мира один из рычагов повышения безопасности является переход от сдельной формы оплаты труда к повременной.

Сдельная форма оплаты труда на угольных шахтах сохранилась в основном в бывших соцстранах – России, Китае, Польше, Чехии. Повременная же форма оплаты труда используются на шахтах таких стран, как: США, Япония, Австралия и др. Повременная форма применяется в данных странах в различных ее системах. В США, Великобритании на шахтах давно применяют повременную оплату труда, но в сочетании с премированием.

Рассмотрим возможность применения повременной формы оплаты труда на предприятиях угольной промышленности.

Важным преимуществом повременной формы оплаты для работодателя является уменьшение издержек контроля качества продукции. При этом легче формировать у работника чувство причастности к интересам всей организации (фирменный патриотизм). Снижается текучесть кадров, можно использовать такие модели мотивации персонала, которые «работают» только при долговременном сотрудничестве работника с фирмой.

Повременная оплата для работника - это гарантия относительно стабильного заработка. Трудовой коллектив, в котором работа оплачивается повременно, обычно бывает более сплоченным, поскольку текучесть кадров меньше, а экономические интересы одних работников реже противостоят интересам других.

Есть также и проблемы в использовании повременной формы оплаты труда. Работник получает деньги фактически за присутствие на рабочем месте, у него нет стимулов к производительному труду. Появляется необходимость в надзирателе, который контролирует процесс труда, объем выпуска продукции. Но это требует немалых затрат, снижает возможности специализации. Наблюдатель должен иметь достаточно полную информацию. Иногда детальный контроль просто неосуществим. Контролеры могут сговариваться с теми, за кем призваны следить, поэтому их самих приходится контролировать.

Оплачивая труд работника повременно, т.е. фактически лишь за присутствие в определенные часы на рабочем месте, наниматель берет на себя риск колебаний в его производительности. Продуктивный работник увеличивает прибыль фирмы, непродуктивный - наоборот, а заработная плата у них одинакова. Оплату труда сложнее связать с конечным результатом. Кроме того, работники могут поставить свои собственные интересы выше интересов потребителя, что в долгосрочном периоде может принести фирме ущерб.

Так как, получая ежемесячно 40-50 тыс. руб., ГРОЗ либо проходчик хочет иметь еще больше. У него одна возможность – добыть больше угля или пройти как можно больше метров выработок. Поэтому на незначительные, казалось бы, нарушения пытаются закрыть глаза. Именно вследствие этого и происходят крупные аварии, о причинах которых мы еще долго не узнаем.

Для устранения такого положения предлагается пересмотреть систему оплаты труда рабочего на всех процессах. Для этого необходимо горнорабочему платить не за тонну добытого угля, а за время работы и соблюдение техники безопасности, гарантируя при этом твердый заработок и 100%-ную безопасность. Все остальные проблемы должны решать руководители и специалисты шахты, начиная от технологии, техники и организации производства. Мощная и дорогостоящая техника (особенно импортная) требует от руководителей и специалистов глубоких знаний по ее эксплуатации и новой организации труда в очистных и подготовительных забоях. При организации производства надо учитывать не только конечную цель: добыть больше угля с меньшими затратами, но и роль каждого горнорабочего.

При этом, спускаясь в шахту, он не будет придумывать какие-то уловки для увеличения своего заработка, т.е. рабочий не должен искать пути повышения уровня жизни, а должен пытаться быть в такой форме, которая позволит ему полностью выполнять требования, предъявляемые новой организацией производства и труда.

Для этого ему надо быть физически здоровым, постоянно повышать свой профессиональный уровень. Не следует забывать организаторам нового подхода к оплате труда и о психофизиологических особенностях горнорабочих, их совместимости в коллективе и морально-волевых качествах и т.д. При решении этих вопросов руководством шахты эффективность работы предприятия будет высокой, а аварийность и травматизм – снижены.

Таким образом, резюмируя вышесказанное, отметим, что применяющиеся системы оплаты труда не позволяют рассматривать их, как надежную основу для успешной реализации курса на ускорение социально-экономического развития предприятий угледобывающей промышленности, всемерную интенсификацию производства, высокие темпы научно-технического прогресса. Требуется коренная перестройка системы оплаты труда в направлении более полного соответствия ее потребностям современного производства и новому хозяйственному механизму, через повышение доли постоянной части заработной платы.

**ЭКОЛОГООРИЕНТИРОВАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ –
ОДИН ИЗ ПУТЕЙ УКРЕПЛЕНИЯ ПОЗИЦИЙ НА МИРОВОМ УГОЛЬНОМ РЫНКЕ**

Орлов И.А, экономист планово-экономического отдела ОАО «Междуречье», г. Междуреченск, Россия

ОАО «Междуречье» осуществляет производственную деятельность в Междуреченском и Новокузнецком районах и является в Кузбассе одним из крупных поставщиков угля марок ОС, КС, СС, Т, А. В 2011г. общая годовая добыча составила 5664,7 тыс. т или 89,8% от уровня 2010 г. из-за снижения спроса на марки угля СС, Т и А. Несмотря на снижение объема добычи угля численность экскаваторов увеличилась на единицу, коэффициент их использования составил 0,7. Предприятие планирует в дальнейшем увеличивать объем добычи угля. Эффективность использования экскаваторов сдерживается увеличением доли простоев экскаваторов по организационным и техническим причинам (46% от общих простоев). Это указывает на необходимость совершенствования организации производства и замену устаревшего парка оборудования.

Для повышения эффективности работы оборудования на предприятии предусмотрено приобретение высокопроизводительного горного оборудования с целью повышения объема добычи угля и роста производительности труда.

На предприятии особое внимание уделяется вопросам охраны труда и промышленной безопасности, по условиям труда все рабочие места аттестованы, но из них 96% относятся к классу вредных и (или) опасных.

Для укрепления позиций по сбыту угля на мировом рынке в настоящий период необходимо учитывать то, что при заключении договоров на поставку угля предпочтение отдается предприятиям, имеющим международный сертификат экологического менеджмента. Специфика ведения горных работ по добыче угля на ОАО «Междуречье» не позволяет в полной мере исключить загрязнение окружающей среды. Основными факторами загрязнения являются выбросы вредных веществ в атмосферу, сбросы в поверхностные водные объекты, нарушение земель. Источниками выбросов в атмосферу являются породные отвалы, буровзрывные работы, погрузочные работы, котельные, механические цеха, автотракторно-бульдозерный цех, цех по ремонту подвижного состава. В процессе производственной деятельности предприятия в атмосферу поступают пыль породная, пыль каменноугольная, сажа и зола от сжигания угля в котельных, азота оксиды.

Для соблюдения нормативов по природоохранной деятельности в планах предприятия предусматриваются мероприятия и соответствующее финансирование по охране окружающей среды. Так, в 2011 г. в котельных выполнены мероприятия по увеличению эффективности работы циклонов, позволившие снизить выбросы золы и сажи на 106 тонн по сравнению с 2010 годом. Однако, мероприятия разрабатываются при разработке стратегических и годовых планов без анализа и учета экологических аспектов по операциям производственных и непроизводственных подразделений предприятия.

Для вовлечения всех работников предприятия по соблюдению нормативов по природоохранной деятельности на предприятии целесообразно применять следующую экологическую политику: производственную деятельность осуществлять в соответствии с требованиями экологического законодательства Российской Федерации; разрабатывать и внедрять систему экологического менеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 14001:2004; совершенствовать систему экологического менеджмента, управляя экологическими аспектами и непрерывно снижая воздействие на окружающую среду; модернизировать производственные процессы с целью ресурсосбережения и снижения негативного воздействия на окружающую среду; совершенствовать систему охраны труда, промышленной безопасности; улучшать инфраструктуру производства; постоянно информировать все заинтересованные стороны об экологически значимых мероприятиях на предприятии; постоянно повышать образовательный уровень персонала в области экологической безопасности. Генеральный директор должен нести ответственность за выполнение провозглашенной экологической политики, создавать условия и выделять необходимые ресурсы для ее реализации. В рамках системы экологического менеджмента определяются цели, задачи и разрабатывается программа для снижения значимости экологических аспектов. В «Программе достижения целей и задач по управлению значимыми экологическими аспектами предприятия», предусматриваются плановые показатели по каждому значимому аспекту, определяются ответственные лица и материальные ресурсы. Экологические цели формируются, исходя из технологических возможностей предприятия, и достижения их на уровне структурных подразделений [1-4].

Ежеквартальный анализ экологических аспектов по каждой операции процессов подразделений предприятия позволит постоянно определять наиболее значимые экологические аспекты, оказывающих существенное воздействие на окружающую среду, и разрабатывать мероприятия по снижению их воздействия. Учитывая близкое расположение предприятий к населенным пунктам, ограничивается наращивание производственных мощностей по экологическим факторам в пределах устанавливаемой санитарной зоны предприятия. Уменьшение суммарного вредного воздействия экологических аспектов предприятия по каждой операции производственных и непроизводственных процессов служб позволит увеличить объем добычи угля при соблюдении нормативов по природоохранной деятельности предприятия, снизить размер платежей за загрязнение окружающей среды и

снизить себестоимость добычи одной тонны угля за счет условно-постоянных расходов. Это позволит снизить цену реализации угля и обеспечить дополнительные ниши сбыта угля, а также увеличить прибыль предприятия.

Литература:

1. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 14001-2007 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» (Приказ Ростехрегулирования от 12 июля 2007г. N 175-ст).

2. Руководство по разработке и внедрению систем экологического менеджмента./ Под редакцией к.э.н. П. А. Макеенко, к.э.н. А.А. Никольский М.: Изд-во науч. и уч-метод. центра, 2004.

3. Трушина Г.С., Щипачев М.С. Стратегическое планирование на угледобывающем предприятии. планирование на угледобывающем предприятии. – Кемерово: Изд-во Кузбасского государственного технического университета, 2012. – с.191.

4. Щипачев М.С. Роль оценки экологических аспектов угледобывающих предприятий в разработке стратегических планов//ТЭК и ресурсы Кузбасса.- 2012 - № 3.

УДК:622. 33(470)

ОБЪЕМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ РОССИЙСКОГО УГЛЯ В ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

Писаренко М.В., ученый секретарь, к.т.н., ИУ СО РАН, г.Кемерово

Россия обладает огромными ресурсами разнообразных по качеству углей, от бурых до антрацитов. Общие ресурсы оцениваются 4 089 млрд т, а балансовые запасы составляют около 272,7 млрд т [1]. Преобладающую долю ресурсов составляет энергетический уголь - 3641,9 млрд т (89%) и только 445,6 млрд т (11%) - коксующийся уголь[1].

В территориальном отношении 66% угольных ресурсов сосредоточено в Западной и Восточной Сибири , 28% - в Дальневосточном регионе и около 6% в европейской части и на Урале [1]. Таким образом, Россия обладает огромным потенциалом наращивания объемов добычи угля в Сибири и на дальнем Востоке.

Потребности страны в ресурсах, основные пропорции и направления развития отраслей топливно-энергетического комплекса (ТЭК) определены Энергетической стратегией России на период до 2030 года (далее ЭС-2030) [2]. Развитие отраслей ТЭК конкретизируется и уточняется в соответствующих генеральных схемах развития. Однако в принятых за период 2009-2012 гг стратегических документах ключевые показатели, определяющие тенденции развития отраслей ТЭК, постоянно корректируются.

В программе ЭС -2030 (2009 г) объем добычи угля к 2030 году прогнозируется на уровне 430-470 млн т (В проекте этого документа этот показатель составлял 530 млн т), из них 250 млн т –внутреннее потребление. Доля угля для выработки электроэнергии на тепловых электростанциях должна существенно увеличиться с 28 до 36%[2].

В Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2020 года (2010 г), эти цифры скромнее. Доля угля в структуре топливного баланса тепловых электростанций должна возрасти уже только до 32 % к 2020 году (в проекте этого документа, этот показатель был 39%)[3].

Согласно Долгосрочной программы развития угольной промышленности России на период до 2030 года (2012 г), добыча угля составит 430 млн т, и будет осуществляться на 82 разрезах и 64 шахтах, при благоприятной конъюнктуре рынка (вариант 1) рис. 1, в противном случае оценивается на уровне 325 млн т (вариант 2)., т.е. останется на достигнутом уровне. При этом ожидается рост добычи угля коксующихся марок до 77 млн т (вариант 2) и до 153 млн т (варианту 1)[1].

Основным угледобывающим бассейном, на долю которого приходится около 57-58% добываемого угля в России, является Кузнецкий угольный бассейн. Согласно «Долгосрочной программе» планируется увеличить добычу угля в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке с созданием новых угледобывающих центров в этих регионах. Доля этих регионов в общей добыче угля по России возрастет с 35,7 % в 2011г до 47% к 2030 году. Хотя Кузнецкий угольный бассейн по прежнему останется основным угледобывающим центром, однако его вклад в общую добычу снизится с 58 до 46 %, а объем добычи составит 197 млн т в 2030 г(в 2011 году -194 млн т).

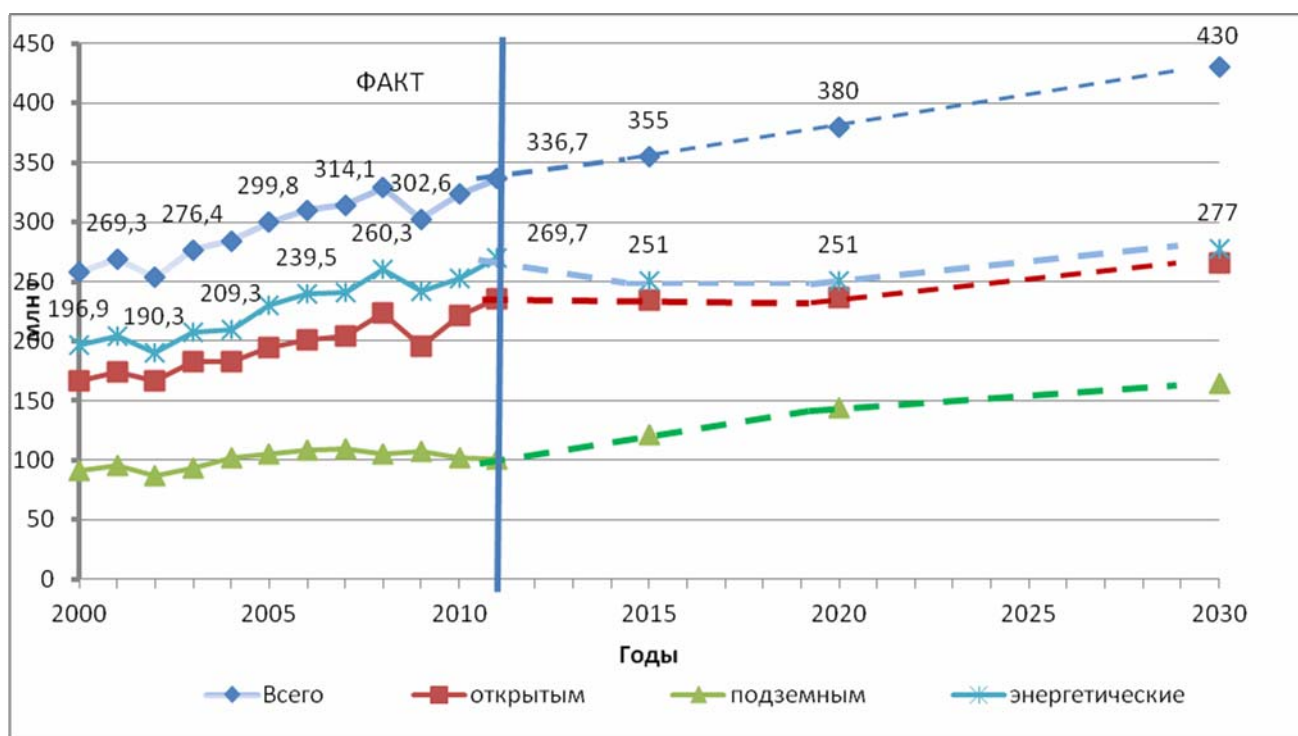


Рисунок 1. Фактический и прогнозные объемы добычи угля

В принятой программе социально-экономического развития Кемеровской области до 2025 года прогнозные объемы добычи в Кузнецком угольном бассейне определены в 260-270 млн т, на этот объем разработаны программные меры. Данная программа была разработана согласно инвестиционным планам угледобывающих предприятий и заложенным в проекте ЭС-2030 тенденциям, по-видимому, требует серьезной переработки.

Основной объем потребления угля внутри страны приходится на тепловые электростанции и коксохимические заводы. Однако доля выработки электроэнергии с использованием угля продолжает снижаться, несмотря на принятые программы [2,3], в которых заложена тенденция к увеличению угольной генерации и опережающий рост цен на природный газ за годы (соотношение цены потребления в уголь:газ в 2010 г составило 1:1,5). По данным Минэнерго в 2011 году было введено в эксплуатацию 5,8 ГВт генерирующих мощностей, в основном газовых (около 70%), а доля угля в выработке электроэнергии на ТЭС снизилась на 1,4%.

Ожидается, что потребление российского угля на тепловых электростанциях должно увеличиться с нынешних 96 млн т до 120 млн т [1]. Однако в 2011 году эти потребности составляли 126,5 млн т, из них около 30 млн т это импортный уголь. Прогнозируемый рост потребления российского угля электростанциями будет происходить, по-видимому, в основном за счет вытеснения импортного. Существенного увеличения ввода новых мощностей угольной генерации не предвидится. В разработанной в 2011 году в программе «Модернизации электроэнергетики России на период до 2020 года», предполагается ввод 10,8 МВт новых генерирующих мощностей на угле, при этом за это время будет выведено около 6,1 МВт физически и морально устаревших. Таким образом, прирост угольной генерации до 2020 года составит около 4,7 МВт, что увеличит потребности в угле не более чем на 10 млн т.

Добыча коксующихся углей в России, в последнее десятилетие претерпела незначительные колебания, и составляла порядка 61-70 млн т. Колебание объемов добычи в основном зависело от спроса и цены коксующихся углей на внешнем рынке.

Потребление коксующихся углей на внутреннем рынке определено имеющимся спросом со стороны черной металлургии и уже длительное время сохраняется на постоянном уровне 40-47 млн т. Эти потребности сбалансированы и полностью удовлетворяются, в основном за счет добычи коксующихся углей в Кузнецком бассейне (≈ 80%). В настоящее время отмечается стабилизация этого рынка и небольшое увеличение спроса.

Однако ожидать заметного роста потребления коксующихся углей в ближайшие годы на внутреннем рынке нет оснований, ввиду постоянного совершенствования металлургического производства в части сокращения удельного расхода кокса и расширения использования технологий безкоксового производства. Кроме того в ближайшей перспективе существенного увеличения ввода новых коксовых батарей не планируется. Поэтому прогнозируется, что общий объем потребления коксующихся углей на внутреннем рынке сохранится на достигнутом уровне вплоть до 2030 года.

Прогнозируемые объемы потребления российского угля внутри страны составят около 220 млн т к 2030 г, т.е. рост около 32 млн т за 20 лет. (для справки - В 2011 году поставки российского угля составляли 188 млн т, а общее потребление угля внутри страны с учетом импортных поставок – 220,5 млн т). Доля поставок угля на

внутренний рынок к 2030 году уменьшится, составив 56% угля от общих потребностей. Таким образом, в программе [1], весь прогнозируемый прирост добычи угля связан с экспортными объемами угля.

Анализ мирового производства и потребления угля за последние 10 лет показывает его рост с 4,5 до 7,6 млрд т в год (темп роста около 5% в год). В мировом топливно-энергетическом балансе первичных источников энергии доля угля увеличилась с 24% в 2001 г до 30,3% в 2011 году. Около 42% произведенной электроэнергии в мире - угольная генерация [5].

Годовой объем торговли каменным углем в мире составляет около 15% от объема мирового производства (рис.3). Объем торговли энергетическим углем за 10 лет вырос более чем 2 раза и составил в 2011г. около 861 млн т, коксующимся углем в 1,4 раза и составил 276 млн т[5].



Рис. 3. Динамика объемов мировой торговли углем

Рынок коксующегося угля является более стабильным, объемы его торговли долгое время находились на уровне 200 млн т, и в последние годы увеличились в связи с возросшим спросом со стороны развивающихся стран и прежде всего Китая (рис.3).

На мировом рынке угля наблюдается перераспределение экспортных поставок, уменьшается объем потребления угля в развитых странах входящих в ОЭСР, и увеличивается в развивающихся странах АТР. Так Китай из страны крупного экспортера угля, в связи с ростом его внутреннего потребления, прекратил поставки, и стал самым крупным импортером угля. В 2011 году объем импортного угля в Китай составил 190 млн т (из них 38 млн т коксующиеся угли). По прогнозам тенденция роста импортного в Китай продолжить вплоть до 2025 года, однако темпы роста будут снижены. В планах Китая вести до 2035 года 600 ГВт угольной генерации.

Существенно увеличили закупки угля Индия, Южной Корея и эта тенденция сохранится (рис.4).

По оценке Мирового энергетического агентства (МЭА), выполненной в 2010 г, произойдет снижение доли нефти в мире ТЭБе с 32 до 25% до 2030г, угля с 29 до 26%, а доля газа напротив возрастет с 22 до 28%. В дальнейшем по прогнозам МЭА, между собой будут конкурировать уголь и альтернативные источники энергии. Ожидаемый рост потребления угля составит около 20% до 2030 г, темп роста мирового экспорта угля сохранится, но большая загрузка пойдет на страны АТР, а страны Европы потихонечку будут отказываться от экспорта угля, правда этот отказ до 2030 г не выглядит катастрофическим.

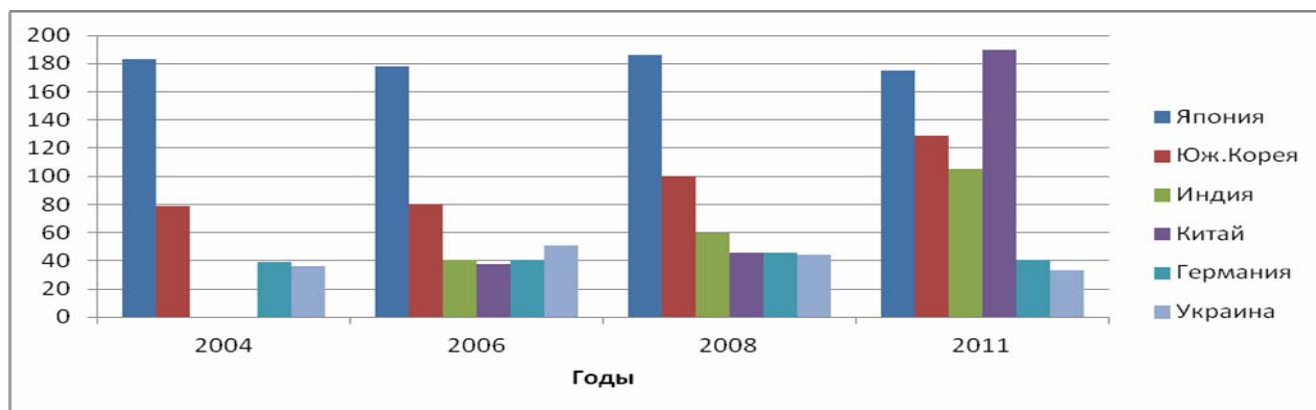


Рис.4. Страны основные импортеры каменного угля

Вероятным является продолжение тенденции дальнейшего увеличения экспортных поставок российского угля. Поэтому при благоприятной конъюнктуре мирового рынка угля, объемы экспортных поставок вырастут с нынешних 117 до 170 млн т, из которых около 125 млн т это энергетические и 45 млн т коксующиеся угли. При этом объем экспорта угля в страны Европы немного уменьшится с 82 до 79 млн т, а в страны АТР возрастет с 32 до 85 млн т.[1]

Основным минусом российского экспорта угля является удаленность основных поставщиков угля от потребителя (средняя дальность перевозки угольной продукции до портов составляет от 2300 до 4500 км), зависимость конечной цены продукции от транспортной составляющей, ее доля доходит до 50 и более процентов, неразвитость транспортной инфраструктуры, ограниченные пропускные способности основных железнодорожных магистралей и портовых мощностей. Будущее экспорта российского угля зависит от успешного решения обозначенных выше проблем.

В этом смысле хорошей перспективой обладают угольные месторождения, которые находятся ближе к тихоокеанскому побережью. Поэтому в долгосрочной перспективе намечается создание новых центров добычи угля. Это, прежде всего Эльгинское месторождение (Республика Саха (Якутия)), Апсатское месторождение (Забайкалье), месторождения Республики Коми и Улуг-Хемский бассейн (Республика Тыва). Из них наиболее крупными являются Улуг-Хемский бассейн и Эльгинское месторождение.

Реализация планов по освоению новых угольных месторождений Якутии и Тувы не могут осуществиться без строительства железнодорожных веток, которые бы соединили угольные месторождения с основными железнодорожными магистралями (БАМ и Транссиб). Данная проблема на сегодняшний день, решается, так построена железнодорожная ветка, соединяющая с Улак (БАМ) с Эльгой, начато строительство ветки Кызыл – Курагино (соединяющая Улуг-Хемский бассейн с Транссибом).

Однако если это проблема на сегодня уже находит решение, то непонятно как будет решаться вопрос со снятием ограничений пропускной способности магистральной железнодорожной сети (загрузка которых на сегодня составляет 90 и более процентов), к которым примкнут ветки. Решение данной проблемы требует огромных капитальных вливаний на реконструкцию и расширения железнодорожных путей БАМа и Трансиба.

Таким образом, объемы экспортных поставок угля, помимо конъюнктуры мирового рынка угля, будут определяться транспортной логистикой и стоимостью перевозок. Успешное решение этих проблем требует принятия на правительственном уровне программы, в которой будут определены механизмы решения и программные мероприятия, календарь выполнения и необходимые объемы инвестиций.

Список литературы:

1. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года. Утверждена Правительством РФ 24.01.2012 г.
2. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 13.11.2009 № 1715-р.
3. Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 года. Утверждена Правительством РФ 03.06.2010.
4. Разработка программы модернизации электроэнергетики России на период до 2020 года. ОАО «ЭНИН», 2011. -244 с.
5. <http://www.worldcoal.org/>

Аннотация

Анализ стратегических документов принятых правительством РФ в 2009-2012 гг, определяющих основные тенденции развития угольной промышленности РФ .

Summary

The analysis of strategic documents of the Russian Federations accepted by the government in 2009-2012 гг, defining the basic tendencies of development of the coal industry of the Russian Federation.

УДК 658.562

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ СТАНДАРТ ISO 50001:2011.

Е. В. Полухин, директор ООО «ЭС СИ СИ», г.Кемерово, управляющий партнер SCC GROUP

В последние годы в мире для снижения негативного влияния на окружающую среду принимаются все более и более строгие требования к энергетической эффективности предприятий и организаций. Вызвано это, прежде всего, увеличением нагрузки на окружающую среду посредством отходов и выбросов предприятий.

Снижение потребления энергетических ресурсов предприятиями и организациями страны признано приоритетным направлением развития экономики России и определено законодательно в подписанном

Президентом РФ 23 ноября 2009 г. Федеральным законом «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

С момента принятия, одной из основных проблем исполнения закона являлась не проработанность механизмов его исполнения. Помимо требований к проведению энергетических обследований и формированию паспортов энергоэффективности предприятий необходимо разрабатывать и проводить изменения, направленные на сокращение потерь и уменьшение потребления энергии всех видов.

Ответом на возникающую перед предприятием проблему повышения энергоэффективности и выполнения требований указанного выше ФЗ является внедрение международного стандарта ISO 50001:2011.

ISO 50001 – это новый международный стандарт для систем энергетического менеджмента, разработанный комитетом ISO (Международная организация по стандартизации) и принятый 17 июня 2011 в Женеве. Цель данного стандарта заключается в предоставлении компаниям структурированного и всеобъемлющего руководства по оптимизации процесса потребления энергетических ресурсов и системному управлению данным процессом.

Система энергоменеджмента, выстроенная на основе стандарта ISO 50001 способна обеспечить контроль и сокращение потерь, связанных с нерациональным использованием энергетических ресурсов. Систему энергоменеджмента можно рассматривать как один из элементов системы экологического менеджмента, направленный на снижение таких экологических аспектов, как потребление природных (энергетических) ресурсов, выброс парниковых газов и т.п. Таким образом, область применения стандарта ISO 50001 пересекается с областью применения международного стандарта ISO 14001 «Системы экологического менеджмента» и, частично, с международным стандартом OHSAS 18001 «Системы менеджмента профессионального здоровья и безопасности».

Организация, работающая в любом секторе экономики, может улучшить свои экологические и экономические показатели, увеличить свою энергоэффективность через внедрение стандарта ИСО 50001.

Особый интерес внедрение стандарта ИСО 50001 может вызвать у предприятий, чья деятельность связана с высокими энергозатратами.

Стандарт ISO 50001 отражает в себе передовой международный опыт создания систем управления энергетическими ресурсами и дает возможность системно работать в направлении повышения энергоэффективности предприятия, что в конечном итоге благоприятно сказывается на его экономических показателях.

Назначение Системы Энергетического Менеджмента (СЭнМ) по международному стандарту ISO 50001:2011 – это постоянное повышение энергорезультативности.

Под энергорезультативностью понимаются результаты энергетического менеджмента по отношению к энергетической политике, целям и задачам. Показатели энергорезультативности определяет сама организация. По стандарту – энергорезультативность имеет три адресата: типы энергопотребления, энергоэффективность и расход энергии.

Примеры типов энергопотребления – освещение, вентиляция, кондиционирование, отопление, производство электроэнергии, сжигание попутного нефтяного газа, цех, производственная линия, жилой дом и прочие. Все эти типы имеют свои показатели энергорезультативности. Например, для электроламп – это отношение светового потока в люменах к мощности лампы. Для жилого дома – это энергоэффективность, определяемая как удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию в кДж на м² градус сутки. Для электростанции – это удельный расход условного топлива на кВт·ч отпущенной электроэнергии. Для угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий показатель энергорезультативности может выражаться в величине затраченной энергии в джоулях на тонну произведенной продукции – так называемая энергоемкость.

Показателем энергорезультативности является также энергоэффективность, определяемая как отношение полезно использованной энергии к затраченной. Это, например, коэффициент полезного действия электродвигателя, турбины, насоса, котла.

Наконец, стандарт связывает энергорезультативность с абсолютной величиной расхода энергии. Пример – расход электроэнергии на освещение.

Стандарт ISO 50001:2011 построен по циклу Деминга: Планируй работу – Выполняй запланированное – Проверяй выполнение плана – Делай улучшения. Структура элементов этого цикла совпадает с той, которая была ранее использована в стандарте на Системы экологического менеджмента ISO 14001:2004.

В стандарте выделены Общие требования к системе - определить и документировать границы и области применения системы, а кроме того, документировать, как организация будет выполнять требования настоящего стандарта.

Отдельно сформулированы детальные требования к высшему руководству, включая представителя руководства по системе. Введено понятие команды энергетического менеджмента, которая будет способствовать внедрению стандарта.

Энергетическая политика Системы Энергетического Менеджмента должна включать такие специфические обязательства, как постоянно улучшать энергорезультативность, обеспечивать доступность информации и необходимых ресурсов для достижения целей и задач, поддерживать закупки энергоэффективной продукции и услуг, а также поддерживать проекты улучшения энергорезультативности.

Состав энергетического анализа по стандарту ISO 50001:2011 не отличается от состава энергетического обследования по Федеральному закону №261–ФЗ от 23 ноября 2009 года «Об энергосбережении и о повышении

энергетической эффективности». С учетом результатов энергетического анализа согласно стандарту устанавливаются энергетические цели, задачи и рабочие планы.

Энергетическое планирование по стандарту основано на энергетическом анализе, который включает сбор и обработку измеренных данных и иной информации об использовании энергетических ресурсов и о типах энергопотребления в прошлом и в настоящем периоде. На основе этой информации идентифицируются области существенного потребления энергии и, соответственно, значимые типы энергопотребления, для которых определяется энергорезультативность, а также потенциал и меры повышения энергорезультативности. Кроме того, прогнозируется потребление энергии в предстоящие периоды.

Критерии значимости энергопотребления определяет сама организация. Ряд элементов стандарта применим только к значимым типам энергопотребления – компетентность персонала и подрядчиков, управление операциями, закупка, проекты, мониторинг.

СЭнМ обеспечит внедрение запланированных мероприятий с проверкой их исполнения с помощью мониторинга, измерений и анализа процессов с существенным потреблением энергии, а также внутреннего аудита и механизма корректирующих и предупреждающих действий.

Особенностью мониторинга и измерений является наличие плана измерений (прототипом может служить план мониторинга в проектах совместного осуществления Киотского механизма). Кроме того, включено такое специфическое требование, как проводить расследование ситуаций с существенным перерасходом энергии.

Внедрение системы обеспечит также выполнение операций с существенным потреблением энергии в установленных условиях с помощью разработанных операционных критериев.

Результаты энергетического менеджмента должны периодически анализироваться высшим руководством, которое будет принимать решения и действия по улучшению СЭнМ и повышению энергорезультативности.

Преимущества внедрения стандарта ISO 50001:2011 можно свести к следующим основным мотивам:

- Улучшение экологических показателей
- Сокращение расходов за счет оптимизации расходования энергии, минимизации выбросов парниковых газов
- Своевременное выявление существующих законодательных требований и их оперативное применение на производстве
- Эффективное систематическое управление всеми энергоёмкими элементами своей инфраструктуры
- Улучшение имиджа организации. Потребители выбирают тех, кто контролирует и минимизирует воздействие на окружающую среду
- Прозрачность своей деятельности по сохранению энергоресурсов положительно воспринимается органами власти и партнёрами в бизнесе
- Возможность оценки и ранжирования эффекта от применения тех или иных энергосберегающих технологий, определение их приоритетности

Список литературы:

1. Стандарт ISO/DIN 50001
2. Методическое пособие для производственных малых и средних предприятий по вопросам повышения ресурсо- и энергоэффективности (практика энергоменеджмента)/ Т.Е. Троцкий-Марков, Д.В. Сенновский, В.И. Зуев, А.В. Журова; М., 2010-145 с.
3. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
4. Хохлявин С.А. Стандарты в области энергоменеджмента: США, Европа, Корея и другие страны//Энергоаудит.- 2009.-№2(10).
5. Хохлявин С.А. Каким будет стандарт ISO 50001 в области энергоменеджмента?// Энергобезопасность и Энергосбережение. – 2008. – № 3(24). – С.40-44; Энергоаудит. – 2009. – № 1(9). – С.42-47; Мир стандартов. – 2009. – №2(33). – С.18-23.

УДК 330.322.013:622

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНТАЖНО-ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОАО «СУЭК-КУЗБАСС» НА ОСНОВЕ СЦЕНАРНЫХ ПОДХОДОВ.

*Скукин В.А. Орлов Д.А., Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф.Горбачева*

Кузбасс – один из самых крупных по запасам угля и объемам добычи бассейнов России. Качество угля, добываемого в Кузбассе, считается одним из лучших в мире по всем оценочным характеристикам, в том числе по содержанию серы и золы. Недаром этот уголь высоко ценится на внешнем рынке.

В Кузбассе при переходе к рыночной экономике сформировались ряд угольных компаний, в том числе и Филиал Сибирской Угольной Энергетической Компании, ОАО «СУЭК-Кузбасс», являющаяся одним из крупнейших угледобывающих представителей региона и страны, в целом, не только на внутреннем, но и на мировом рынке. В его состав входят Зразреза и 9 шахт с общим объемом добычи угля почти 30 млн. т.

По мере перехода к динамичным рыночным отношениям в условиях ожесточившейся конкуренции и нестабильности прогнозов состояния топливно - энергетического рынка перед собственником предприятия возникает задача распределения ресурсов по тем направлениям, где они могут обеспечить наиболее высокое расширенное воспроизводство и создать условия для развития предприятия. В ходе ее решения формируется набор вариантов или сценариев развития, выбор наиболее предпочтительного из которых должен определяться на основе установленных критериев с учетом целей и задач предприятия и может стать основой разработки процесса подготовки вновь вводимых очистных забоев в стратегии развития предприятия.

Обеспечение экономического развития предприятия определяется состоянием его адаптации к условиям неопределенности и необходимостью защиты от угрожающих процессов в экономике, характеризуемой категорией «спрос-предложение». Внешняя среда меняется настолько быстро, что одних только оперативных мер по адаптации к новым реалиям уже недостаточно. Предприятия, не создавшие эффективную систему по управлению имеющимися и привлекаемыми ресурсами, рискуют значительно ухудшить свое экономическое положение, либо прекратить деятельность.

В связи с этим возникает необходимость в разработке стратегии, позволяющей обеспечить устойчиво-сбалансированные темпы перманентного роста и безопасного экономического развития предприятия с учетом его защиты от изменяющихся внутренних и внешних угроз на достаточно длительный период времени [1].

На шахтах филиала ежегодно выполняются важные монтажно - демонтажные работы, являющиеся составной частью производственного процесса добычи угля. Эффективность этой части производственного процесса зависит от подготовки выемочного участка и его отработки. Выполнение непосредственно монтажно-демонтажных работ зависит от ряда факторов, таких как природные, технические, технологические, организационные и другие. Не маловажными являются факторы внешней среды: потребность и качественные показатели добываемого угля,

Разработка сценарных подходов на различных этапах монтажно-демонтажных работ: подготовительном, текущем, заключительном изменяет эффективность. Возникающие разрывы, остановки в ведении монтажно-демонтажных работ увеличивают срок отработки выемочного участка, снижают производительность выемочного участка и работающих на различных этапах работников, что приводит к снижению эффективности эксплуатации выемочного участка и финансовым потерям. Следовательно, необходимо совершенствовать организацию производственного процесса, при каждом сценарии разрабатывать инженерные решения и проводить оценку их эффективности.

На кафедре «Отраслевая экономика» выполнены научные исследования результатов проведения монтажных и демонтажных работ на шахтах Кузбасса, разработаны критерии и основные показатели эффективности, установлен порядок и очередность оценки, выбор инженерных решений при различных сценариях.

Для подготовки сценарных подходов разработан механизм формирования стратегии развития предприятия (рис.1). С учетом его потенциальных возможностей применения на ОАО «СУЭК-Кузбасс» подтверждена его практическая значимость, что предполагает возможность его дальнейшего использования другими шахтами.. Практическую значимость для предприятий также имеет организационное и документальное обеспечение, предложенное в исследовании.

Оценка уровня ЭБП и формирование на этой основе перечня показателей и направлений деятельности, где предприятие «отстает» от нормативных пороговых значений, позволяет предложить ряд сценариев – вариантов распределения ресурсов, для достижения развития предприятия и повышения вероятного уровня ЭБП.

Выбор наиболее предпочтительного сценария стратегии развития предпр предлагается определять по двум критериям: рентабельность совокупного капитала при его сбалансированной структуре как критерий развития и вероятный уровень ЭБП.

Таким образом, для реализации изложенного механизма формирования стратегии развития предприятия с учетом его экономической безопасности первоначально необходимо оценить уровень ЭБП. При этом оценка уровня ЭБП предполагает на начальном этапе анализ факторов, оказывающих влияние на состояние ЭБП.

Монтажно-демонтажные работы являются составной частью производственного процесса добычи угля, поэтому факторы, влияющие на эффективность, оказывают воздействие и другие части [2].

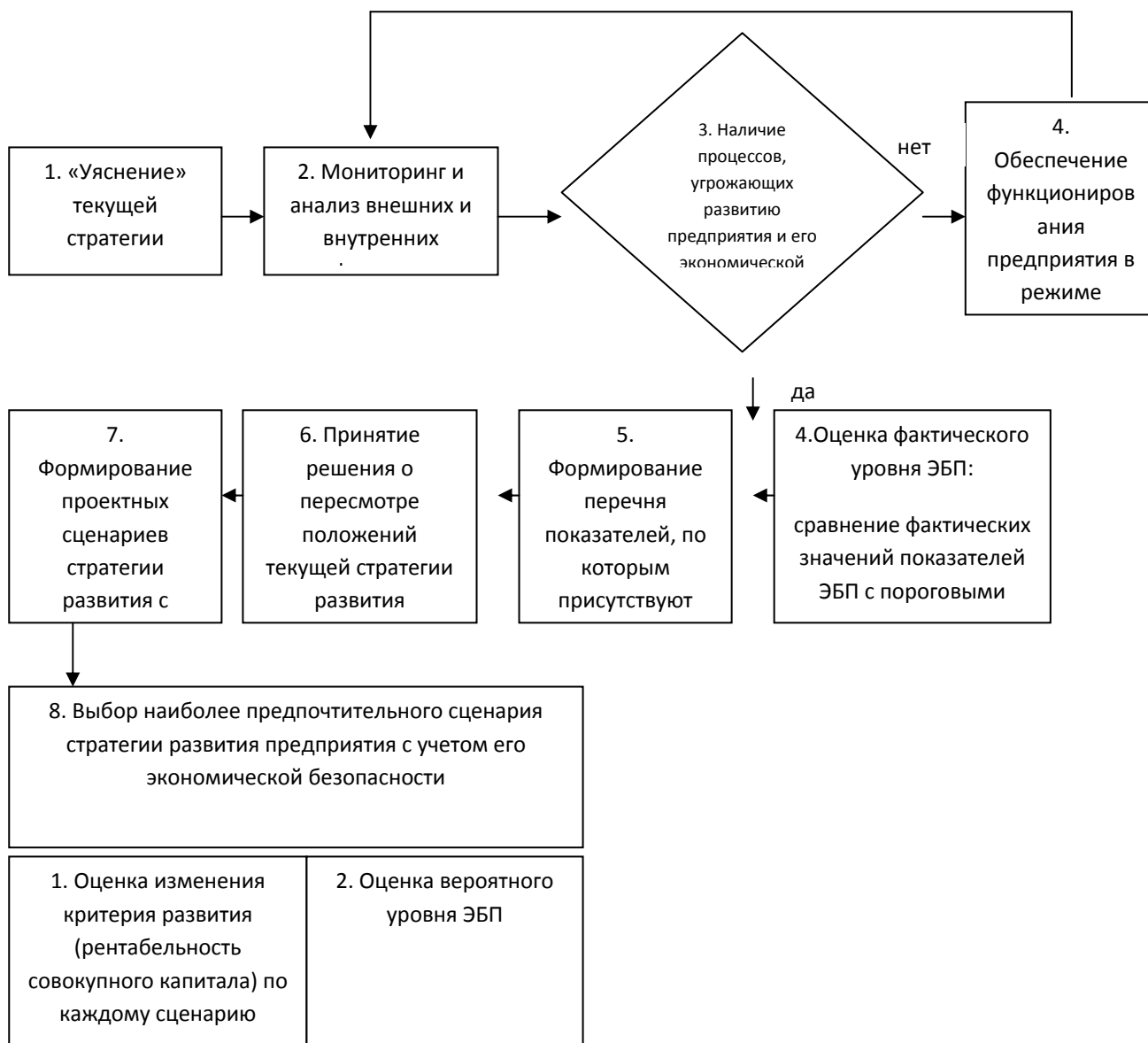


Рис. 1 - Механизм формирования стратегии развития предприятия с учетом его экономической безопасности

Производственный процесс состоит из следующих работ: проведение горных выработок, создающие условия и рабочие места для размещения средств монтажа и демонтажа; подготовка или приобретение средств монтажа или демонтажа; доставка средств монтажа до рабочих мест; монтаж объектов; эксплуатация и техническое обслуживание при выемке угля; подготовка демонтажной камеры; демонтажные работы объектов.

Эффективность монтажно-демонтажных работ зависит от факторов, объединенных 2 группы: монтажные и демонтажные. В каждой группе факторы подразделяются на подгруппы: природные, технические; технологические и организационные. Социальные и экологические факторы косвенно отражаются в подгруппах: организационных и технологических. По классификационному признаку- видам объектов: механизированные секции крепи, конвейеры, маслостанции, крепи сопряжений и электрооборудование очистного забоя; транспортное оборудование для доставки угля, транспортное оборудование для доставки объектов монтажа, материальные и трудовые ресурсы, обслуживающие субъекты (организации, бригады, участки).

Использование указанных факторов и критерия позволяет выбрать наиболее эффективный сценарий разработки ресурсов.

Список литературы

1. Березнев С.В. Стабилизация экономики региона и ее устойчивое развитие (на примере Кемеровской области): автореф. дис. доктора экон.наук.: 08.00.05. -Томск, 2001. - С.20.

2. Скукин В.А.,Скрынник Л.С.,Дороганов В.С.; Экономика горного производства и менеджмент: учеб. пособие/ В.А. Скукин, Л.С. Скрынник; В.С Дороганов; ФБОУ ВПО « Кузбас. гос. Техн. ун-т. им. Т.Ф.Горбачева».- 2-ое изд. перераб. и доп.– Кемерово, 2012. –336 с.

АННОТАЦИЯ

Приведены исследования оценки эффективности принимаемых инженерных решений при монтажно-демонтажных работах на шахтах Кузбасса. Разработан механизм формирования стратегии развития предприятия с учетом его экономической безопасности, обоснованы факторы и критерии экономической оценки монтажно-демонтажных работ шахтах на основе сценарных подходов.

Summary

Researches of an assessment of efficiency of accepted engineering decisions at assembly and dismantling works on mines of Kuzbass are given. The mechanism of formation of strategy of development of the enterprise taking into account its economic safety is developed, factors and criteria of an economic assessment of assembly and dismantling works mines on the basis of scenary approaches are proved.

УДК 622.831.3.02

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПАЛЬНО НОВОГО ПОДХОДА ПРИ СТРАТЕГИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Булат Анатолий Федорович, академик НАН Украины, д-р техн. наук, профессор, директор, Волошин Алексей Иванович, член-корр. НАН Украины, д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе, Рябцев Олег Викторович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, г. Днепрпетровск, Украина., Смирнов Андрей Викторович, канд. полит. наук, действительный член Академии горных наук России, директор по добыче и обогащению угля Донбасской топливной энергетической компании (ДТЭК), г. Донецк, Украина, Коваль Александр Иванович, канд. техн. наук, генеральный директор ООО «ДТЭК Свердловантрацит», г. Свердловск Луганской обл., Украина

Основная задача угледобывающей отрасли – обеспечение максимально возможного уровня добычи угля при сохранении безопасных условий ведения горных работ и максимальной экономической эффективности ведения горных работ.

Ведение горных работ на больших глубинах чрезвычайно осложняется отсутствием достаточных знаний о структуре и свойствах пород и горных массивов, которые часто насыщены газом и нередко обводнены, тектонически нарушены и находятся в условиях высоких сжимающих напряжений; процессов сдвижений горных пород при ведении добычных работ.

Знание закономерностей геомеханики горного массива при ведении горных работ является ключом к решению подавляющего большинства горнотехнических проблем. Однако на сегодняшний день нет единой теории горного давления, поэтому решение задач геомеханики основывается на использовании моделей и гипотез, которые чаще всего адаптированы для решения локальных задач и, в большинстве случаев, основываются на использовании основных положений механики сплошных сред для различных деформационных моделей горного массива.

Одним из распространенных методов, с помощью которого решаются такие задачи, является метод конечных элементов. Сотрудничество по этой проблеме с Институтом кибернетики им. Глушкова НАН Украины показало, что на основе использования основных положений механики сплошных сред и метода конечных элементов возможно решать только локальные задачи геомеханики массива, определяющие напряженно-деформированное состояние горных пород в окрестности одиночных горных выработок, не подверженных влиянию горных работ.

Учитывая, что горные массивы осадочных месторождений относятся к дискретным средам, особо актуальными становятся задачи комбинированных сред на границе сплошной и несплошной среды. Базируясь на полученных результатах исследований в данном направлении, была развита еще одна гипотеза горного давления, основанная на закономерностях механизма сдвижения слоистого, разномодульного горного массива, склонного к расслоениям при ведении горных работ. Этот механизм заключается в последовательном от угольного пласта до дневной поверхности изгибе слоев пород, представленных в виде тонких плит, не жестко защемленных по контуру выработки, с подвижками слоев относительно друг друга по контактам напластований.

Совместная работа в этом направлении Научно-инженерного центра «Экология-Геос» и головного института Национальной академии наук Украины по добыче полезных ископаемых – Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова позволила разработать методологию определения рациональных технологических параметров ведения горных работ [1]. Ее основное достоинство состоит в том, что она комплексно учитывает влияние горно-геологических, горнотехнических факторов и условий ведения работ, а также фактора времени на геомеханическое состояние пород.

Разработанная методология реализована в виде программно-технологического комплекса «Технология стратегического планирования развития горных работ» [2], состоящего из шести программных модулей. Технология позволяет определять закономерности поведения массива горных пород при ведении горных работ и

параметры его деформирования, что в комплексе обеспечивает решение горнотехнических задач любого уровня сложности, которые можно условно разбить на пять больших направлений.

Первое направление – планирование развития горных работ на одном или нескольких угольных пластах с учетом их взаимного влияния. В этом направлении решаются задачи по определению параметров целиков различного назначения: предохранительных целиков для охраны выработок околоствольного двора, стволов, капитальных (магистральных) горных выработок и ленточных целиков между подготовительными выработками смежных выемочных столбов.

Второе направление – определение параметров очистных выработок и выемки угля. В этом направлении решаются задачи по установлению закономерностей для определения рациональной длины лавы во взаимосвязке со среднесуточной скоростью ее подвигания, скоростью подачи выемочной машины и шириной захвата исполнительного органа от геомеханического состояния вмещающих пород в призабойном пространстве лавы, что обеспечивает определение максимальной нагрузки на очистную забой и недопущение посадки механизированного комплекса на «жесткую базу».

Третье направление – определение параметров подготовительных выработок. В этом направлении устанавливаются закономерности, увязывающие опускания и поднятия пород, сближения боков выработки и нормальных нагрузок на крепь выработки в любом характерном сечении ее охраны и поддержания: в массиве вне зоны влияния лавы, в зоне влияния лавы, на сопряжении с лавой и позади лавы, от ее высоты и ширины, формы поперечного сечения, горно-геологических и горно-технических факторов и условий ведения горных работ. Это позволяет определять условия повторного использования выработок, их минимально возможных сечений.

Четвертое направление – подработка (надработка) объектов, включая дневную поверхность. В этом направлении устанавливаются особенности распределения нормальных нагрузок в динамической и стационарной опорных зонах при ведении горных работ от горно-геологических и горнотехнических факторов и условий ведения горных работ, обеспечивающие возможность определения характера и степени подвижек слоев пород, включающих различные объекты (выработки), и земной поверхности с учетом наличия пльвунов, горных работ на смежных пластах, тектонических нарушений и фактора времени.

Пятое направление – определение параметров дегазационных работ при подземной скважинной дегазации. В этом направлении определяются закономерности послойного опускания пород при их подработке и особенности формирования и параметры полостей и трещин расслоения, которые способны содержать метан, от горно-геологических и горнотехнических факторов и условий ведения горных работ.

На сегодняшний день «Технология...» убедительно доказала свою высокую эффективность при практическом применении на шести крупнейших угледобывающих предприятиях Украины: ПАО «ДТЭК Павлоградуголь», ГП ДУЭК, ООО «ДТЭК Свердловантрацит», ГП «Селидовуголь», «Макеевуголь» и ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько». В настоящее время с помощью «Технологии ...» было решено около 100 стратегических горнотехнических проблем, которые находятся на разных этапах технологического использования и, соответственно, на различных этапах практической реализации в соответствии с программами развития горных работ. Фактический экономический эффект от реализованных практических рекомендаций на сегодняшний день составил 8,75 млн. долл. США. Технология принята в качестве стратегической основы для решения актуальных текущих и перспективных задач развития горных работ ООО «ДТЭК Свердловантрацит».

Приведем примеры характерных горнотехнических задач, раскрывающих возможности «Технологии...».

По первому направлению. На ПСП «Шахта «Западно-Донбасская» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» при отработке 900-й и 900-бис лав пласта c_8^B возникла проблема. Данные лавы длиной 150 м каждая обрабатывались в уклонной части шахтного поля по восстанию пласта с выходом на целик, охраняющий выработки околоствольного двора от влияния горных работ. Размер целика согласно проекту, разработанному по рекомендациям нормативных документов, составлял 275 м. Такой размер целика не обеспечил надежной охраны выработок околоствольного двора. В них наблюдалась деформация бетонной крепи, проявлявшаяся в виде вертикально направленных трещин с различной степенью раскрытия, а в нескольких местах произошло разрушение бетонной крепи и вывалы в выработку. Главный и вспомогательный стволы «повело» на 4 минуты, на их бетонной крепи на участках протяженностью до 20 м каждый наблюдались трещины и сколы. Поэтому у специалистов ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» возникли обоснованные опасения по поводу безопасного состояния выработок, учитывая необходимость отработки 800 лавы пласта c_8^H длиной 330 м по такой же схеме – по восстанию с выходом на целик непосредственно под выработанным пространством ранее отработанных 900-х лав. Кроме этого пласты c_8^B и c_8^H являются сближенными – междупластье составляет в среднем 8 м, что является одним из ключевых факторов в усугублении процесса сдвижения. Исходя из вышеизложенного, была решена задача по обоснованию минимально возможного размера целика, исключающего негативное влияние обрабатываемой лавы на выработки околоствольного двора и стволы.

Был проведен комплекс исследований, который позволил обосновать размеры целика для охраны стволов и выработок околоствольного двора не менее 420 м. Данная рекомендация прошла экспертизу на техническом совещании в ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» и были приняты к использованию. После доработки 800-й лавы пласта c_8^H усугубления негативного влияния горных работ на выработки околоствольного двора и стволы не произошло.

Подсчитанный специалистами ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» фактический экономический эффект от использования практических рекомендаций, разработанных при помощи Технологии, с учетом потерь угля в увеличенном целике составил в эквиваленте более 6 млн. долл. США [3, 4].

По второму направлению. Геомеханическая взаимоувязка рациональной длины лавы со скоростью ее подвигания, скоростью подачи выемочного комбайна и скоростью резания исполнительным органом позволяет помимо обеспечения максимально возможной для рассматриваемых условий нагрузки на очистной забой избежать или свести к минимуму такие негативные явления, которые имеют место при несбалансированных горнотехнических параметрах отработки лавы, как вывалы породы и угля в призабойное пространство и посадка механизированного комплекса на «жесткую» базу.

Решение такой горнотехнической задачи для условий отработки лавы №2 пласта l_3 ОП «Шахта «Должанская-Капитальная» ООО «ДТЭК Свердловантрацит» показало, что по геомеханическим особенностям поведения горного массива в выемочном поле лавы максимально возможная ее длина должна составлять 250 м при суточной скорости подвигания до 5 м/сут и скорости подачи выемочного комбайна до 4 м/мин. Данные рекомендации были использованы при разработке Паспорта отработки лавы №2 пласта l_3 . Ожидаемый экономический эффект составит порядка 14,5 млн. долл. США.

По третьему направлению. ОП «Шахта «Харьковская» ООО «ДТЭК Свердловантрацит» отрабатывает пласт k_2^1 лавой № 102. Вентиляционный ходок № 100 был проведен во время отработки лавы № 100 и от ее влияния выработка охранялась угольным целиком шириной 50 м, что позволило сохранить ее в хорошем рабочем состоянии.

Опыт работы шахты в аналогичных условиях показал, что при отработке смежной лавы, в данном случае № 102, поддержать в зоне ее влияния и позади очистного забоя для обеспечения вентиляции, вывода людей при вступлении в действие плана ликвидации аварий и доставки материалов и оборудования, было весьма проблематично. Поэтому задача охраны и поддержания подготовительной выработки позади лавы стала весьма актуальной.

Комплекс проведенных исследований позволил установить значения мощностей расслоившихся породных пачек по кровле и почве, опусканий пород кровли, поднятий пород почвы и сближений боков, параметры опорной зоны для каждого слоя породы, высота свода обрушения и вес обрушенных пород, который должна воспринимать крепь выработки.

Использование практических рекомендаций позволило осуществить охрану и поддержание вентиляционного ходка № 100 с минимальными изменениями существующей технологии. При этом достигнуто удовлетворительное состояние выработки в соответствии с требованиями Правил безопасности. Фактический экономический эффект от реализации комплекса рекомендаций, рассчитанный специалистами ОП «Шахта «Харьковская» составляет около 2,4 млн. долл. США [5].

По четвертому направлению. На ОП «Шахта «Должанская-Капитальная» ООО «ДТЭК Свердловантрацит» возникла ситуация, при которой отработка лав центрального блока пласта l_3 может оказать влияние на магистральные выработки, пройденные по пласту l_6 . Согласно результатам исследований для подработки восточной конвейерной магистрали (ВКМ), восточной грузо-людской магистрали (ВГЛМ) и людского уклона лавой № 1 максимальные опускания слоя породы, в котором заложены рассматриваемые выработки, составят 500 – 590 мм при отходе лавы на 400 м. При этом ВКМ и ВГЛМ будут находиться в зоне повышенного горного давления, вызванной формирующейся стационарной опорной зоной после отхода лавы, а людской уклон будет находиться в зоне активных геомеханических процессов, где начинаются изгибы слоев пород и возникают знакопеременные напряжения различной величины. Людской уклон, исходя из своего заложения, окажется в зоне сжатия, что приведет к пучению пород почвы на 200 – 600 мм на участке общей протяженностью около 200 м.

Проведенные шахтные исследования подтвердили результаты исследований, выполненные при помощи «Технологии...», в качественном и количественном отношении, так же показали хорошую сходимость при их сопоставлении. Знания прогноза степени влияния лав центрального блока на магистральные выработки дали возможность шахте заблаговременно разработать технические мероприятия, направленные на уменьшение негативных последствий этого влияния, и четко спланировать их последовательность во взаимоувязке с дальнейшим развитием горных работ на центральном блоке пласта l_3 [6].

По пятому направлению. Одним из главных факторов, сдерживающих увеличение нагрузки на очистные забои угледобывающих шахт – газовый. Основным мероприятием по снижению выделения метана в горные выработки является дегазация угольных пластов и коллекторов природных скоплений свободного газа. Решающее условие ее эффективности – правильный выбор направления бурения скважин. Они должны попадать в зоны повышенной газоотдачи. К таким зонам относятся полости расслоения (пустоты Вебера и трещины расслоения), формирующиеся при сдвигении слоистого газонасыщенного углепородного массива, находящегося в зоне влияния очистных работ [7].

Прогнозные расчеты динамики формирования полостей расслоения были выполнены для условий отработки 870-й лавы пласта шахты «Западно-Донбасская» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь». Бурение экспериментальных скважин, пробуренных на основании выполненных при помощи «Технологии...» исследований позволило увеличить эффективность дегазации, а именно: уменьшить концентрацию газа в воздушной струе лавы с 0,54 до 0,27 %, или на 50 %, снизить относительную метанообильность с 16,31 м³/т с. д. до 14,53 м³/т с. д., или на 11 %, уменьшить концентрацию газа на исходящей воздушной струе участка с 0,72 до 0,59 %, или на 18 %, что позволяет увеличить нагрузку на очистной забой до 25 % [8].

Таким образом, обобщение мирового опыта в комплексе с выполненными исследованиями авторов в области геомеханики массива горных пород способствовали разработке оригинальной «Технологии...»,

учитывающей связь и взаимовлияние 36 факторов, оказывающих непосредственное или косвенное влияние на производственную и экономическую эффективность ведения горных работ.

«Технология...» впервые позволяет спрогнозировать как на стадии проектирования, так и в процессе ведения горных работ динамику изменения напряженно-деформированного состояния горного массива и закономерности протекания геомеханических процессов вокруг горных выработок, взаимное влияние выработок одна на другую, а также на всю толщу горного массива вплоть до дневной поверхности.

В практическом плане «Технология...» позволяет определить рациональные горнотехнические параметры для каждого добычного участка шахты, обеспечивающие сбалансированное сочетание нагрузки на очистной забой, улучшение условий безопасности с максимально возможными экономическими показателями работы шахты.

Список литературы

1. Методология определения рациональных технологических параметров ведения горных работ / [А. Ф. Булат, А. И. Волошин, О. В. Рябцев, А. В. Савостьянов] // Уголь Украины. – 2010. – № 10. – С. 15 – 18.
2. Технология стратегического планирования развития горных работ / [А. Ф. Булат, А. И. Волошин, О. В. Рябцев, А. И. Коваль] // Уголь. – 2011. – № 2. – С. 22 – 25.
3. Обоснование параметров предохранительного целика выработок околоствольного двора / [А. И. Волошин, О. В. Рябцев, С.Ю. Процак, И.Ю. Аля-Брудзинский] // Матер. II междунар. конф. «Подземные катастрофы: модели, прогноз, предотвращение». – Днепропетровск: НГУ, 2011. – С. 186 – 191.
4. Обоснование параметра целика, исключаяющего влияние лавы на выработки околоствольного двора / [А. И. Волошин, О. В. Рябцев, А. И. Коваль] // Уголь Украины. – 2012. – № 3. – С. 3 – 6.
5. Рекомендации по охране и поддержанию подготовительной выработки позади лавы / [А. И. Волошин, О. В. Рябцев, А. И. Коваль] // Уголь Украины. – 2012. – № 1. – С. 11 – 14.
6. Прогноз характера и степени подработки магистральных выработок / [А. И. Волошин, О. В. Рябцев, А. И. Коваль] // Уголь Украины. – 2012. – № 5. – С. 3 – 6.
7. О механизме формирования полостей расслоения, содержащих метан / [А. И. Волошин, О. В. Рябцев, А. И. Коваль] // Уголь Украины. – 2011. – № 1. – С. 46 – 50.
8. Повышение эффективности дегазации за счет обоснования параметров полостей расслоения / [А. И. Волошин, О. В. Рябцев, Ю.Я. Чередниченко] // Уголь Украины. – 2011. – № 3. – С. 37 – 40.

Аннотация

Представлены основные положения, на которых базируется программно-технологический комплекс «Технология стратегического планирования развития горных работ» и его суть. «Технология...» позволяет определять рациональные горнотехнические параметры ведения горных работ на основе комплексного геомеханического прогноза состояния массива горных пород. Приведены примеры решенных при помощи «Технологии...» горнотехнических задач.

Abstract

The basic assumptions on which to base program and technological complex "technology strategic planning of mining operations" and its essence. "Technology ..." allows you to define a rational mining engineering parameters of mining operations in an integrated prognostic for geomechanical rock massive. Examples of solutions using the "Technology ..." mining tasks.

УДК 622.648.24:622.51

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ КОКСОВОЙ ПЫЛИ

В.П. Кравцов, аспирант ИУХМ СО РАН, инженер Кем НЦ СО РАН, г.Кемерово

Сегодня в России накоплено огромное количество твердых горючих отходов, занимающих большие площади и при этом представляющих существенную опасность для окружающей среды. В одном только Кузнецком бассейне неиспользованной угольной мелочи насчитывается около 30 млн. т. Места складирования подобных отходов без преувеличения можно называть техногенными месторождениями. Параллельно этому в России всё сильнее ощущается дефицит дешевого торгового топлива для коммунально-бытовых нужд.

Основным отходом технологического процесса получения кокса является коксовая пыль. Коксовая пыль мало пригодна к прямому использованию из-за высокой зольности и тонкодисперсного состояния. Проблема утилизации коксовой пыли очень актуальна в наши дни и требует разработки новых технологий.

Согласно литературным данным, оптимальной для утилизации коксовой пыли является технология брикетирования.

Брикетирование – процесс получения кусков (брикетов) с добавкой и без добавки связующих веществ с последующим прессованием смеси в брикеты нужного размера и формы.

Для коксохимических заводов актуальным направлением является изготовление брикетов из данных отходов, применяя в качестве связующего компонента ещё один отход коксохимических производств – фусы.

Фусы процесса коксования – это отходы углехимического производства при коксовании. Они представлены на 50% смолами тяжелых фракций и твердых углеродистых включений.

В качестве объекта исследования использовались параллельно коксовая пыль и фусы, полученные на коксохимических заводах Сибирского Федерального округа.

Характеристики использованной для брикетирования пыли приведены в табл. 1.

Таблица 1

Класс крупности	Масса, г	% мас.
>1,0	0,2553	0,25
0,8-1,0	0,2257	0,22
0,315-0,8	10,2391	9,94
0,190-0,8	48,2220	46,82
0,09-0,190	9,4955	9,22
≤0,09	34,5625	33,56
итого	100	100

Смесь коксовой пыли и связующего компонента подвергали термической обработке, нагревая её до температуры 100 °С. Затем её вводили в пресс-форму, прессовали при 15 атм. После того, как брикет был изготовлен, его помещали в муфельную печь и прокаливали при температуре 250 °С без доступа воздуха, что обеспечивало выход летучих веществ связующего компонента. Такая методика брикетирования необходима для изготовления бездымных коксовых брикетов.

Основные характеристики брикетов, полученных по данной схеме, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование брикета	Физические испытания			Топливные характеристики		
	сжатие, кг/см ²	истирание, % содержание кусков размером >25 мм	сбрасывание % содержание кусков размером >25 мм	A ^d , % мас.	Q _v , ккал/кг	S ^d _t , % мас.
Прессованная шихта (без связующего)	10-14	74	84	5,5	9250	0,06
Связующие фусы	60-90	99	99	6,5	9500	0,05-

Полученные топливные брикеты могут быть использованы в качестве топлива для сжигания в бытовых и промышленных топках, а также для коксования в коксохимической и металлургической промышленности.

Предложена технология получения топливных брикетов из коксовой пыли. Проведен анализ полученных брикетов.

СЕКЦИЯ: «ОБОГАЩЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ»

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ФЛОТОРЕАГЕНТА СФК

Доктор технических наук Л.А. Антипенко, директор по науке ОАО «Сибниуглеобогащение», г.Прокопьевск, Кемеровская область

Разработка и внедрение безотходной и малоотходной технологии переработки полезных ископаемых, улучшение качества угольной продукции предполагают повышение степени извлечения ценного компонента из добываемого сырья различного качественного состава. В настоящее время флотация - единственный процесс, наиболее соответствующий требованиям эффективного обогащения угольных шламов. Изменение сырьевой базы ОФ, связанное с увеличением объемов добычи труднообогатимых, низкометаморфизированных углей, повышенным содержанием тонких шламов в рядовых углях, поступающих на обогащение, вызывает необходимость непрерывного совершенствования технологии флотационного обогащения углей. Качественно-количественные показатели процесса флотации в значительной степени определяются строением и природными свойствами флотируемых углей; составом и физико-химическими свойствами применяемых реагентов, а также различными технологическими факторами. Интенсификация и улучшение технико-экономических показателей процесса флотации связаны с изысканием высокоэффективных флотореагентов, разработкой оптимальных реагентных режимов, заменой дорогих и дефицитных флотореагентов не только более эффективными, но и более дешевыми. Необходимое условие технического прогресса в обогащении углей - изыскание флотореагентов целевого назначения, со свойствами, регламентированными ГОСТ или техническими условиями.

В процессе флотационного обогащения углей принято совместное использование аполярных и гетерополярных реагентов. Основное действие аполярных реагентов определяется собирательными свойствами, гетерополярных - пенообразующими свойствами. Однако, при флотации углей данные реагенты проявляют и побочные действия. Аполярные реагенты гидрофобизируют поверхность угольных частиц, усиливают прочность их контакта с воздушными пузырями, сокращают время прилипания, регулируют пенообразование. Гетерополярные реагенты имеют в составе спирты определенного строения и проявляют не только пенообразование, но и собирательные свойства по отношению к угольной поверхности, пептизируют глинистые шламы.

В качестве аполярных реагентов в течение длительного времени использовались, в основном, продукты нефтеперерабатывающей промышленности: керосины, топливо печное бытовое (ТПБ), аполярный ароматизированный реагент (ААФ-2), активированный флотационный реагент (АФ-2), термогазойль, легкий газойль каталитического крекинга и коксования (РСО). В качестве гетерополярных реагентов используются продукты химической и нефтеперерабатывающей промышленности: кубовый остаток производства бутиловых спиртов (КОБС), кубовый остаток ректификации продуктов синтеза 2-этилгексанола (КЭТГОЛ), кубовый остаток ректификации продуктов синтеза диметил-диоксана (Т-80 «Оксаль»).

В связи с увеличением стоимости и уменьшением поставок нефтепродуктов на нетопливное потребление, важное значение имеет изыскание новых эффективных флотореагентов среди продуктов химической промышленности. В лабораторных и промышленных условиях установлено многостороннее действие ряда веществ, которые можно использовать в качестве флотореагентов. В результате исследований, проведенных в ИОТТ, Магнитогорском горно-металлургическом институте, предложено много технических продуктов, индивидуальных веществ, которые возможно использовать в процессе флотации. Некоторые вещества можно использовать в качестве дополнительного реагента, совместно с аполярными и гетерополярными реагентами. Эти вещества - тензиды - ПАВ, использование которых позволяет увеличить выход флотоконцентрата, повышает скорость процесса флотации. Повышение селективности флотации обеспечивается подбором дополнительного реагента-собирателя, модифицирующего поверхность угля (в основном это индивидуальные соединения). Однако, использование в процессе флотации индивидуальных химических соединений или дополнительного реагента оправдано при условии обогащения труднофлотируемых углей и получении значительного улучшения результатов. Поэтому изыскание реагентов комплексного действия, которые являются естественными смесями химических веществ определенного строения более целесообразно. Проведение исследований по изысканию новых флотореагентов включает отбор угольных шламов в условиях ОФ и технический анализ в соответствии с ГОСТ.

Лабораторные исследования предполагают изучение физико-химических параметров и флотационных свойств различных продуктов.

В соответствии с результатами лабораторных исследований продукты, обладающие хорошими флотационными свойствами, рекомендуются к внедрению в качестве флотореагентов, если они соответствуют следующим требованиям:

1. Относительная дешевизна и недефицитность.
2. Необходимые объемы продукции для поставок на обогатительные фабрики.
3. Стабильность объемов выпускаемой продукции в течение длительного времени.

4. Соответствие требованиям безопасности, предъявляемым к продуктам, используемым в качестве флотореагентов.

5. Возможность использования продукта в соответствии с некоторыми физико-химическими свойствами (стабильность состава, содержание вредных веществ в пределах ПДК, растворимость в воде, летучесть, запах, огнеопасность, температура вспышки, температура замерзания).

6. Транспортабельность и условия хранения.

Начиная с 1992 г., при изучении флотационных свойств продуктов химической промышленности, были проведены лабораторные исследования по изучению флотационных свойств следующих побочных продуктов производства капролактама (ОАО «Азот»): гептановая фракция, кубовые остатки производства капролактама I-II (спиртовая фракция), кубовый остаток экстракции 116 колонны, кубовый остаток 470, 536 колонны, масло «Х» (кубовый остаток от ректификации циклогексана).

Технические продукты - сложные смеси органических соединений различного состава и строения. Идентификация их состава затруднена, поэтому сначала исследуются их свойства и в зависимости от полученных результатов, дальнейшая работа проводится более углубленно или прекращается.

Эффективность действия исследуемых продуктов при определении возможности использования в качестве флоторагентов оценивается на основании экспериментальных исследований. Изучение флотационных свойств исследуемых продуктов осуществлялось как при индивидуальном использовании, так и совместно с другими флотореагентами (аполярными и гетерополярными). В качестве эталонных исследований принимались опыты флотации с использованием флотореагентов применяющихся в настоящее время на ОФ Кузбасса: РСО и КОБС. Сравнительные опыты проводились в идентичных условиях (плотность пульпы, время флотации, расход реагентов).

Изучение флотационной активности побочных продуктов производства капролактама проведено на угольном шламе, поступившем на флотацию с ЦОФ «Беловская». Характеристика угольного шлама приведена в табл. 1 и 2.

С целью изучения кинетики процесса флотации, определения предварительного расхода реагентов и качественных показателей продуктов проведены опыты дробной флотации (дозировка реагентов производится дробно, а общее количество реагентов распределяется равномерно для обеспечения соответствующей скорости процесса флотации).

Таблица 1

Гранулометрический состав угольного шлама

Крупность, мм	Выход, %	Зольность, %	Суммарные продукты	
			выход, %	зольность, %
+ 0,5	12,7	4,6	12,7	4,6
0,2÷0,5	27,4	5,9	40,1	5,5
0,1÷0,2	32,4	11,3	72,5	8,1
0,05÷0,1	10,7	28,4	83,2	10,7
0÷0,01	16,8	35,2	100	14,8
Итого	100	14,8	-	-

Таблица 2

Фракционный состав угольного шлама

Плотность фракций, кг/м ³	Элементарные фракции		Суммарные фракции			
	выход, %	зольность, %	всплывшие		потонувшие	
			выход, %	зольность, %	выход, %	зольность, %
-1300	49,4	5,3	49,4	5,3	100,0	14,0
1300-1400	30,6	9,2	80,0	6,8	50,6	22,5
1400-1500	7,4	18,1	87,4	7,7	20,0	42,9
1500-1600	2,6	25,9	90,0	8,3	12,6	57,4
1600-1800	2,4	38,7	92,4	9,1	10,0	65,6
1800-2000	7,6	74,1	100,0	14,0	7,6	74,1
Итого	100	14,0	-	-	-	-

Таблица 3

Результаты опытов дробной флотации с использованием в качестве реагентов некоторых исследуемых продуктов ОАО «Азот»

№ пп	Реагент-собиратель		Реагент-вспениватель	Время флотации, мин.	Характеристика продуктов				
	наименование	удельный расход, кг/т			наименование	удельный расход, кг/т	питание	флотоконцентрат	отходы
1.	PCO	0,875	КОБС	0,18	7	14,6	91,6	8,6	80,6
2.	Кубовый остаток производства капролактама I-II	0,55	КОБС	0,138	7	14,0	90,4	8,3	67,6
3.	PCO	0,73	Кубовый остаток производства капролактама I-II	0,25	10	14,6	89,8	7,3	78,6
4.	Кубовый остаток производства капролактама III	0,53	КОБС	0,138	7	14,4	89,6	7,8	71,1
5.	PCO	0,66	Кубовый остаток производства капролактама III	0,3	9	14,1	90,2	7,1	78,6
6.	Кубовый остаток экстракции 116 колонны	0,765	КОБС	0,184	9	14,2	89,8	7,7	71,6
7.	Кубовый остаток колонны 535	0,81	КОБС	0,23	9	14,8	87,8	8,2	62,1

Таблица 4

Характеристика кубовых остатков производства капролактама (КОКЛ)

№ пп	Показатели	Кубовые остатки производства капролактама	
		I-II	III
1.	Плотность, г/см ³	0,917	0,9
2.	Вязкость, Сст.	4,8	4,5
3.	Коэффициент рефракции	1,4370	1,4230
4.	Фракционный состав:		
	T _{н.к.} , °С	110	115
	T _{н.к.} -150°, %	60	58
	T _{н.к.} -180°, %	90	90

Результаты опытов дробной флотации с использованием в качестве одного из реагентов СФК приведены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты опытов дробной флотации

Удельный расход реагентов, кг/т		Продукты	Выход, %	Зольность, %	Суммарные продукты			
собира- тель	вспени- ватель				всплывшие		потонувшие	
					выход, %	зольность, %	выход, %	зольность, %
СФК 0,8	-	к-т 1	3,3	5,6	3,3	5,6	100,0	15,1
		к-т 2	34,0	6,3	37,3	6,2	96,7	15,4
		к-т 3	42,8	9,7	80,1	8,1	62,7	20,4
		к-т 4	8,5	12,5	88,6	8,5	19,9	43,4
		к-т 5	1,2	30,4	89,8	8,8	11,4	66,4
		Итого	89,8	8,8	-	-	-	-
		Отходы	10,2	70,6	100,0	15,1	10,2	70,6
		Всего	100,0	15,1	-	-	-	-
СФК 0,8	КОБС 0,135	к-т 1	65,2	7,3	65,2	7,3	100,0	15,1
		к-т 2	13,7	9,4	78,9	7,7	34,8	29,6
		к-т 3	11,0	17,1	89,9	8,8	21,1	42,8
		к-т 4	0,6	28,8	90,5	9,0	10,1	70,8
		к-т 5	1,0	49,7	91,5	9,4	9,5	73,4
		Итого	91,5	9,4	-	-	-	-
		Отходы	8,5	76,2	100,0	15,1	8,5	76,2
		Всего	100,0	15,1	-	-	-	-
PCO 0,7	СФК 0,135	к-т 1	18,6	5,7	18,6	5,7	100,0	15,6
		к-т 2	26,7	6,3	45,3	6,0	81,4	17,9
		к-т 3	40,9	9,8	86,2	7,8	54,7	23,5
		к-т 4	1,5	18,4	87,7	8,1	13,8	64,2

	к-т 5	1,7	28,0	89,4	8,4	12,3	69,8
	Итого	89,4	8,4	-	-	-	-
	Отходы	10,6	76,5	100,0	15,6	10,6	76,5
	Всего	100,0	15,6	-	-	-	-

При индивидуальном использовании СФК получены следующие результаты: выход флотоконцентрата – 89,8% с зольностью 8,8%, зольность отходов – 70,6%. При флотации угольного шлама с использованием СФК в качестве реагента-собирателя ($q_{\text{СФК}} = 0,800$ кг/т и $q_{\text{КОБС}} = 0,135$ кг/т) показатели процесса значительно улучшаются: выход флотоконцентрата – 91,5% с зольностью 9,4%; зольность отходов - 76,2%. Хорошие результаты получены при флотации угольного шлама с использованием КОКЛ в качестве реагента-вспенивателя ($q_{\text{PCO}} = 0,700$ кг/т и $q_{\text{СФК}} = 0,135$ кг/т): выход флотоконцентрата – 89,4% с зольностью 8,4%; зольность отходов – 76,5%.

Проведены исследования до определения оптимального режима процесса флотации с использованием СФК (индивидуально и совместно с реагентами PCO и КОБС). Результаты опытов флотации приведены в табл.6.

Таблица 6

Результаты опытов флотации по определению оптимального реагентного режима

Реагент-собиратель		Реагент-вспениватель		Характеристика продуктов				E _{гор.} , %
наименование	расход, кг/т	наименование	расход, кг/т	питание зольность, %	флотоконцентра т		отходы зольность, %	
					выход, %	зольность, %		
СФК	0,52	КОБС	-	15,3	81,5	7,9	47,9	88,6
	0,52		0,45	15,1	88,9	8,3	69,8	96,0
	1,04		-	15,2	87,3	8,0	64,9	94,7
	1,04		0,45	15,1	89,2	8,5	69,8	96,1
	1,56		-	15,2	89,0	8,9	65,9	95,6
	1,56		0,45	15,1	91,0	9,2	74,7	97,3
PCO	0,48	СФК	0,135	14,8	89,4	8,0	72,4	96,5
	0,6		0,09	14,7	88,0	7,7	66,1	95,2
	0,6		0,135	15,0	90,1	8,4	75,1	97,1
	0,7		0,045	14,8	81,6	7,2	48,6	88,9
	0,7		0,09	14,7	88,2	7,6	67,8	95,5
	0,7		0,135	14,6	90,4	8,0	76,8	97,4
	1,0		0,045	15,3	85,7	7,5	61,9	93,6
	1,0		0,09	15,5	89,0	8,2	74,4	96,7
	1,56		0,045	15,6	87,0	7,9	67,3	94,9
	1,56		0,09	15,2	90,1	8,3	77,8	97,4
PCO	0,6	КОБС	0,09	15,0	90,2	8,3	77,0	97,3
	0,7		0,045	15,1	88,6	8,0	70,6	96,0
	1,0		0,045	14,8	90,0	8,1	75,4	97,1
	1,0		0,09	15,5	90,6	9,0	78,5	97,6
	1,56		0,045	15,5	89,8	8,5	77,2	97,2

Установлено, что достаточно эффективно процесс флотации происходит при совместном применении PCO и СФК. Оптимальные показатели получены при различных вариантах расходов PCO и СФК. Отмечено, что

возможно снижение расхода аполярного реагента. Так, при расходе 0,480 кг/т и 0,600 кг/т РСО ($q_{\text{СФК}} = 0,135$ кг/т), получены следующие результаты: выход флотоконцентрата, соответственно, 89,4% и 9,1% с зольностью 8,0% и 8,4%; зольность отходов - 72,4% и 75,1%.

СФК имеет в составе химические соединения с различными функциональными группами, отличающиеся строением углеводородного радикала, которые определяют флотационные свойства продукта. СФК проявляет достаточно хорошие коллектирующие и пенообразующие свойства, поэтому возможно использование данного продукта в качестве реагента комплексного действия.

В отличие от аполярных и гетерополярных реагентов, имеющих хорошо выраженные собирательные или пенообразующие свойства, реагенты комплексного действия имеют сочетание свойств и являются композицией соединений, состав и свойства которой predeterminedены характеристикой сырья и технологией получения.

В результате дополнительного введения соответствующего реагента возможно усиление определенных свойств.

Кубовый остаток производства капролактама (СФК) обладает хорошими пенообразующими свойствами, поэтому совместное использование его с гетерополярными реагентами целесообразно при условии, если они проявляют не только пенообразующие, но и собирательные свойства (КЭТГОЛ). При использовании СФК в качестве реагента-собирателя совместно с КОБС показатели процесса флотации значительно улучшаются, но возможно постепенное накапливание реагентов и пенного продукта в водно-шламовой системе и «запенивание» процесса.

Собирательное действие СФК улучшается в результате введения аполярных соединений. Поэтому, более целесообразно использование СФК совместно с аполярным реагентом РСО.

Положительные результаты лабораторных исследований по определению эффективности действия и флотационных свойств позволили продолжить работу по изучению свойств, идентификации состава данного продукта и провести испытание опытной партии СФК в качестве флотореагента в промышленных условиях.

Промышленные испытания опытной партии реагента СФК производства ОАО «Азот», который использовался как микродобавка к аполярному реагенту проведены на ЗАО ЦОФ «Сибирь» в три этапа (первый - в период с 18.07.01 г. по 20.08.01 г., второй - с 12.09.01г. по 13.09.01г. и третий - с 10.10.01г. по 13.10.01г.) в соответствии с программой и методикой, утвержденной генеральным директором ОАО «Сибниинуголобогашение». Испытания проводились на II секции флотоотделения ЗАО ЦОФ «Сибирь» при подготовке пульпы в аппарате АКП-2 и автоматическом дозировании флотационных реагентов.

В состав реагента СФК входит циклогексан, циклогексанол и группа органических соединений, которые обладают собирательными и пенообразующими свойствами.

Техническая характеристика реагента СФК

Цвет	светло-желтый
Присутствие воды, %	4
Плотность при 20°C, г/см ³	0,864
Вязкость кинематическая при 20°C, мм ² /с	3,1
Температура предела перегонки	
- температура начала перегонки, °C	85
- температура конца перегонки, °C	252
- до 250°C перегоняется, %	95
Коэффициент преломления	1,430

Реагент не токсичен, по степени воздействия на организм, относится к 3 классу опасности. На ЗАО ЦОФ «Сибирь» перерабатываются угли марок Г, ГЖ, Ж, КГ, ОС. По водно-шламовой схеме на флотацию поступает слив гидроклассификатора. Пенный продукт подается на пеногашение, а затем направляется на вакуум-фильтры. Фильтрат вакуум-фильтров направляется в зумпф фильтрата и подается на флотацию. По II секции фильтрат подается в 4 камеру машины поз. 423 В- II. Осадок вакуум-фильтров направляется на сушку; отходы флотации - в радиальный сгуститель. Вода гидроотвала является оборотной водой.

В качестве реагентов-собирателей использовались: топливо печное бытовое (ТПБ), газойль легкий - каталитического крекинга и коксования (РСО); в качестве реагента-вспенивателя - кубовые остатки 2-этилгексанола (КЭТГОЛ).

В качестве микродобавки к реагенту собирателю использован новый реагент СФК (спиртовая фракция капролактама).

Опробование производилось на флотационной машине ФМ-16К-5 поз. 423 А-II совместно с сотрудниками исследовательской группы ЗАО ЦОФ «Сибирь».

В лабораторных условиях проведены исследования СФК в качестве аполярного реагента, гетерополярного реагента и как микродобавка к аполярному реагенту.

Таблица 7

Показатели работы флотационного отделения ЦОФ "Сибирь"

Производительность			Расход реагента				Питание		Концентрат		Отходы		Примечание	
кг/м ³	м ³ /ч	т/ч	собирателя		СФК, %	вспенивателя		кг/м ³	Ад, %	γ, %	Ад, %	Ад, %		
			осн.	дроб.		осн.	дроб.							
86	790	67,9	3,5	2,5	-	3	4	86	11,9	89,1	6,9	52,6	50% ОС и 50% КС разрезы «Сибиргинский», «Томусинский» и шахта им. Калинина	
83	790	65,6	3,5	2,5	2,0	4	4	83	12,1	90,9	7,8	55,1		
92	786	72,3	3,5	2,5	2,5	4	4	92	12,7	91,3	7,7	65,4		
93	800	74,4	3,5	2,5	3,0	4	3,5	93	11,1	94,0	7,9	71,2		
119	790	94,0	3,5	2,5	3,0	3	3	119	12,8	92,1	7,8	71,2		
112	786	88,0	3,5	2,5	3,5	2,5	1,5	112	13,5	92,0	7,6	81,3		
113	810	91,5	3,5	2,5	-	3	3	113	11,1	88,4	6,2	48,3		40% марка ОС разрез «Томусинский» 60% марка Ж ш. «Осинниковская» и «Есаульская»
125	790	98,8	3,5	2,5	2,5	3	3	125	12,5	90,0	6,8	63,9		
89	785	70,0	3,5	2,5	3,5	3	3	89	12,2	92,0	6,5	77,4		
119	790	94,0	3,5	2,5	-	3	3	119	12,5	91,0	8,3	54,8		100% марка ОС разрез «Томусинский»
93	805	74,9	3,5	2,5	3,0	3	3	93	13,5	92,2	8,3	75,4		
98	800	78,4	3,5	2,5	4,0	3	3	98	12,6	91,8	6,8	77,2		

Таблица 8

Показатели работы флотационного отделения (12-13 сентября 2001г.)

Производительность		Расход реагента				Питание		Концентрат		Отходы		Примечание
кг/м ³	м ³ /ч	собирателя		СФК, %	вспенивателя		кг/м ³	Ad, %	γ, %	Ad, %	Ad, %	
		осн.	дроб.		осн.	дроб.						
78	860	3,5	3	-	3	2,5	78	12,1	89,7	6,6	60,2	100% разрез «Сибиргинский» марка ОС
88	850	3	3	2	3	3	88	11,0	93,3	7,4	61,2	
78	850	3	3	3	3	3	78	11,7	92,7	7,6	63,9	
90	850	3	3	4	3	3	90	12,1	92,0	7,0	69,6	
60	855	3,5	2,5	-	4	3	60	12,4	90,6	7,2	62,4	
91	850	3,5	2,5	2,5	4	3	91	10,9	92,7	6,8	63,0	разрезы «Сибиргинский» марка ОС и «Томусинский» марка ОС, КС
101	840	3,5	2,5	3,5	4	3	101	12,1	93,3	7,8	72,0	
98	840	3,5	2,5	4,5	4	3	98	11,4	93,9	7,5	71,8	

Покамерное опробование

№	ρ, кг/м ³	A ^d , %
1	324	6,2
2	274	7,3
3	183	9,2
4	98	15,3
5	57	27,2

В качестве вспенивателя использовался реагент КЭТГОЛ. В таблице 3 приведены результаты промышленных испытаний флотационного реагента - спиртовая фракция капролактама (СФК), используемая как микродобавка к реагенту-собирателю РСО. В качестве вспенивателя использовался реагент КЭТГОЛ. В табл. 9 приведены результаты, которые были получены на различной шихте в реагентном режиме работы фабрики с

Таблица 9

Показатели работы флотационного отделения (10-11 октября 2001г.)

Производительность		Расход реагента				Питание		Концентрат		Отходы		Примечание
кг/м ³	м ³ /ч	собирателя		СФК, %	вспенивателя		кг/м ³	Ad, %	γ, %	Ad, %	Ad, %	
		осн.	дроб.		осн.	дроб.						
86	790	3,5	2,5	-	3	4	86	11,9	89,1	6,9	52,6	50% ОС и 50% КС разрезы «Сибиргинский», «Томусинский» и шихта пм. Калинина 40% марка ОС разрез «Томусинский» 60% марка Ж ш. «Осинниковская» и «Есаульская»
83	790	3,5	2,5	2,0	4	4	83	12,1	90,9	7,8	55,1	
92	786	3,5	2,5	2,5	4	4	92	12,7	91,3	7,7	65,4	
93	800	3,5	2,5	3,0	4	3,5	93	11,1	94,0	7,9	71,2	
119	790	3,5	2,5	3,0	3	3	119	12,8	92,1	7,8	71,2	
112	786	3,5	2,5	3,5	2,5	1,5	112	13,5	92,0	7,6	81,3	
113	810	3,5	2,5	-	3	3	113	11,1	88,4	6,2	48,3	
125	790	3,5	2,5	2,5	3	3	125	12,5	90,0	6,8	63,9	
89	785	3,5	2,5	3,5	3	3	89	12,2	92,0	6,5	77,4	
119	790	3,5	2,5	-	3	3	119	12,5	91,0	8,3	54,8	
93	805	3,5	2,5	3,0	3	3	93	13,5	92,2	8,3	75,4	
98	800	3,5	2,5	4,0	3	3	98	12,6	91,8	6,8	77,2	

целью подтверждения эффективности добавления в количестве 3% (по объему) в емкость с реагентом-собирателем РСО перед подачей реагента-собирателя на дозаторы основной дробной дозировки.

В период всех опробований нагрузка на II секцию флотационного отделения составила 785-860 м³/ч по пульпе, 51,3-98,8 т/ч по твердому.

Содержание твердого в питании флотации составляло в среднем 90 кг/м³, зольность изменялась от 10,5 до 14,6 %.

При указанных параметрах расход аполярного реагента (топливо печное бытовое) составил 8-9 кг/т, вспенивателя (КЭТГОЛ) 9 г/м³.

Микродобавки реагента СФК к аполярному реагенту использовались к объемному расходу аполярного реагента от 1,0 до 2,5 %.

При II серии опробований (см. табл. 8) в качестве реагента-собирателя использовался РСО, расход которого составил 6-6,5 кг/т, вспенивателя (КЭТГОЛ) 6-7 г/м³.

Микродобавки реагента СФК к аполярному реагенту использовались к объемному расходу аполярного реагента от 2 до 4,5 %.

Сравнение проводилось с данными опробования на реагентном режиме фабрики.

При участии в обогащении различных поставщиков получены положительные результаты.

Увеличился выход флотационного концентрата на 6,5-13,5 %.

Зольность отходов увеличилась более чем на 10 %.

Снизился расход аполярного реагента.

Применение микродобавки СФК к аполярному реагенту при флотации угля экономически выгодно.

При III серии опробований (см. табл. 9) удельный расход реагента-собирателя РСО составлял 6 кг/т, авспенивателя (КЭТГОЛ) 4-8 г/м³.

Микродобавки реагента СФК к реагенту-собирателю РСО использовались к объемному расходу реагента РСО от 2,0 до 4,0 %.

Подтверждена эффективность добавления в количестве 3% (по объему) в емкость с реагентом-собирателем РСО перед подачей реагента-собирателя на дозаторы основной и дробной дозировки.

Зольность отходов увеличилась более, чем на 10 %.

Увеличился выход флотационного концентрата на 2-5 % в зависимости от шихты.

По результатам испытаний принято следующее решение: *технология флотации с использованием микродобавки к аполярному реагенту нового реагента – спиртовой фракции капролактама (СФК) - выдержала приемочные испытания и рекомендуется к внедрению. СФК рекомендуется добавлять в количестве 3% (по объему) в емкость с реагентом-собирателем РСО перед подачей реагента-собирателя на дозаторы основной и дробной дозировки.*

УДК 666.29.022.5

ОБОГАЩЕНИЕ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ. ПРОСЕИВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК ПОСТРОЙКИ 40-60-Х ГОДОВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.

Сеничкин Е.В., главный инженер проекта ОАО «Сибгипрошахт», г. Новосибирск Россия

The problems of using of the coal preparation plants, having been built in 40-60 years, and the ways of their solutions.

Summary

The coal enrichment plants, having been built in 40-60 years of the previous century, have the wide range of common trouble spots from the point of the efficiency of the technological schemes and equipment, and their congruence to the requirements, which are approved in relation to the coal enrichment plant's product. Among the questions, which are waiting for solution, are the questions of using open water and slurry schemes, absence of the modern equipment for enrichment and dehydration of the different types of the raw coal marks, technical condition of the buildings, constructions, the engineering systems and the systems of the automation of the production far from the optimal condition.

For the answering for the listed questions engineering solutions are suggested. They are tested and demonstrated at the experience of the modernization of the following coal preparation plants: "Ziminka", "Koksovaya", "Abashevskaya", "Shahta №12" and the building of the filter-press compartment at "Chernigovskaya" preparation plant.

Аннотация

Фабрики по обогащению угля постройки 40-60-х годов прошлого столетия имеют целый ряд общих проблемных точек, с точки зрения эффективности применяемых технологических схем и оборудования и их соответствия требованиям, предъявляемых к товарным продуктам ОФ. Среди таких вопросов, требующих решения, – использование разомкнутых водно-шламовых схем, отсутствие современного оборудования для обогащения и обезвоживания различных марок и классов рядовых углей, далекое от оптимального техническое состояние зданий и сооружений, систем инженерного обеспечения и автоматизации производства.

Для ответа на вышеизложенные вопросы предлагаются инженерные решения, которые уже проверены и продемонстрированы на опыте при технических перевооружениях ОФ «Зиминка», ОФ «Коксовая», ЦОФ «Абашевская», ОФ «ш. №12», строительство фильтр-прессового отделения ОФ «Черниговская».

Тезисы

1. Проблематика существующих предприятий старой постройки.

1.1. ОФ имеют в своем составе разомкнутые водно-шламовые схемы с использованием наружных шламовых отстойников.

1.2. В технологических схемах предприятий отсутствует оборудование для обогащения зернистых шламов углей и обезвоживания этих продуктов.

1.3. На предприятиях практически полностью отсутствуют системы автоматизированного управления и контроля над технологическими процессами.

1.4. Здания и сооружения предприятий находятся в далеком от оптимального технического состоянии, изношены.

1.5. Здания и сооружения не удовлетворяют современным требованиям в части экономии энергоресурсов.

2. Краткий обзор применяемых на сегодняшний день решений для оптимизации технологических процессов ОФ «старой» постройки.

Опыт ОАО «Сибгипрошахт» по техническому перевооружению и реконструкции ОФ на примере реализованных проектов в 2010 – 2012 гг. (техническое перевооружение ОФ «Коксовая», ОФ «Зиминка», ЦОФ «Абашевская», ОФ «ш. №12», строительство фильтр-прессового отделения ОФ «Черниговская с замыканием водно-шламовой схемы и установкой двух камерных фильтр-прессов).

УДК 662.732

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КУЗНЕЧНОГО КОКСА

*В.А. Бабанов, аспирант; Е.Ю. Пронина, инженер
Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук
г. Красноярск, Российская Федерация*

Уголь – это самое быстрорастущее в мире топливо. За последние 10 лет мировое потребление угля выросло почти на 50 % (потребление газа – примерно на 30%; нефти и атомной энергии – менее чем на 10%). Уголь – это один из главных энергоресурсов, способный удовлетворить основные энергетические потребности растущего населения и развивающейся мировой экономики, внести важнейший вклад в преодоление энергетической бедности и энергетического неравенства. Конкурентные преимущества российской угольной отрасли в рамках отечественного ТЭК заключаются в наличии огромных (второе место в мире) запасов угля, которых при существующем уровне добычи хватит на 600 лет; значительного опыта использования данного энергоресурса; повышении устойчивости энергоснабжения (в том числе в кризисных ситуациях); возможностях выхода на мировой рынок; наличии существенных резервов повышения эффективности; многообразии различных видов угольной продукции; возможностях адаптации к меняющимся условиям рынка; интеграции с приоритетными направлениями инновационного развития экономики; вкладе в региональную энергетическую безопасность.

За последние 10 лет объем добычи российского угля вырос примерно на четверть; объем его экспорта – почти в 3 раза.

В настоящее время получает широкое развитие индивидуальное жилищное строительство в виде коттеджных поселков. Крайне актуальной в данном случае становится задача экологически чистого и эффективного энерго- и теплообеспечения. Кроме этого активно развиваются малые производства в удаленных от энергоисточников районах. Так же значительно эффективней могут работать тепличные хозяйства при использовании данного типа энерго- и теплоисточника.

Компанией «Сибтермо», на протяжении 20 лет разрабатываются и применяется уникальная технология серии «Термококс» защищенная российскими и зарубежными патентами (22 патента). Принцип основан на открытии феномена «обратной термической волны», который позволяет в процессе газификации бурого угля получить два продукта - это дорогостоящий металлургический кокс и горючий газ как источник энергии для ГРЭС, ТЭЦ и котельных с 20% содержанием водорода. Технологии позволяют достичь двукратный экономический эффект при снижении загрязняющих выбросов как минимум в 20 раз и при полном отсутствии золы и шлаков.

В настоящее время цена коксуемых углей имеет резконаправленный тренд к росту, при этом нарастает дефицит таких углеродных материалов как металлургический и кузнечный кокс. Технология «Термококс» позволяет получать такого рода материалы из бурых углей, запасы которых колоссальны, а себестоимость добычи предельно низкая. При этом кокс образуется в виде порошка и мелких гранул. В то же время для реализации кокса, получаемого по технологии «Термококс» необходимо, чтобы он соответствовал требованиям, предъявляемым к кузнечному коксу (ТУ 14-7-118-89). С этой целью далее необходимо произвести работы по подбору состава связующих добавок и режимов брикетирования порошкообразного кокса. Среднетемпературный кокс из бурого

угля является высокорекреационным материалом, что обуславливает высокую скорость его сгорания. Предварительные сравнительные испытания брикетов из чистого (без добавок) среднетемпературного кокса с жидкостекольным связующим показали, что в горне обеспечивается существенно повышенная температура при в несколько раз меньшем времени сгорания в сопоставлении с классическим кузнечным коксом.

Для понижения реакционной способности кокса с целью увеличения длительности горения брикетов при минимальном снижении калорийности топлива в состав брикета должна вводиться пассивирующая органическая добавка. Введение такой добавки также способствует устранению пламени при горении.

Помимо органической добавки пассивации кокса способствуют и минеральные связующие, однако при их введении снижается калорийность топлива. Комплексным решением задачи пассивации кокса без снижения калорийности топлива могли бы служить органические вяжущие, однако при выборе связующего следует также учитывать требование «горячей прочности» брикетов, которая недостижима при использовании доступных органических связующих без последующей специальной термообработки брикетов; кроме того, органические связующие отличаются и более высокой ценой по сравнению с неорганическими. Наконец, важным показателем при выборе связующего является содержание в нём серы. Как правило, содержание серы в топливе необходимо минимизировать для предельного уменьшения образования оксидов серы при сгорании. Это особенно актуально для кузнечных предприятий, где не исключается прямой контакт человека с продуктами сгорания топлива.

Основной потребитель кузнечного кокса – кузнечные цеха металлургических заводов и предприятий металлообработки, а также небольшие частные кузницы. Общий объем потребления кузнечного кокса по Красноярскому краю $\approx 18\,000$ т/год ($\approx 1\,500$ т/мес.).

Кокс. Рынок коксовой продукции стабилен и продолжает расти. Повышение цен на природный газ стимулировало повышение спроса на металлургическое топливо, прежде всего для замещения газа в доменном производстве. В настоящее время все доменные производства РФ и Украины спешно ведут работы по переводу домен на прямое вдувание мелкодисперсного твердого топлива (сейчас применяют природный газ). По заключению металлургов буроугольный кокс – оптимальный продукт для этой цели. Объем потребления: РФ – 8-9 млн т/год, Украина (там нет низкочольных и низкосернистых углей, они будут поставляться из России и Казахстана) – 3,4 млн т/год.

На внутреннем и мировом рынках нарастает дефицит кокса, а цены на него с 2005 года увеличились в 2,5-3 раза.

Ситуация усугубляется тем, что запасы дешевых коксующихся углей с небольшой глубиной залегания исчерпаны, себестоимость кокса растет, а производство сокращается. Средний возраст коксовых батарей в РФ составляет 22 года, при амортизационном сроке 18 лет.

Нефтегазозамещение. Помимо металлургии очень крупный потенциальный потребитель буроугольного кокса строительный комплекс, а именно цементная промышленность, где основную долю затрат занимают энергоносители. В настоящее время в РФ и СНГ в качестве топлива для 85% цементных печей используют природный газ. В связи с тенденцией к подорожанию газа (продекларировано повышение в течение 5 лет цен на газ для промышленных предприятий до уровня мировых) и, соответственно, к уменьшению рентабельности производства, все более актуальным становится вопрос использования твердого топлива. Буроугольный кокс как технологическое топливо для цементной промышленности имеет существенные преимущества по сравнению с другими видами твердого топлива.

Современная российская электроэнергетика практически не использует качественные каменные угли, поскольку не располагает необходимым оборудованием для их эффективного использования. Кроме того, существует определенный риск для отечественных производителей качественных энергетических углей в случае возникновения избыточного предложения на мировом рынке и необходимости их дополнительного использования внутри страны.

Потребление коксующихся углей на внутреннем рынке определено имеющимся спросом со стороны черной металлургии и уже длительное время сохраняется на постоянном уровне, увеличение которого не прогнозируется ввиду постоянного технологического совершенствования металлургического производства в части сокращения удельного расхода кокса и расширения применения производства стали с использованием лома черных металлов.

Таким образом, можно с уверенностью констатировать - риска снижения спроса на коксовую продукцию практически нет, а риск существенного подорожания бурых углей минимален.

Литература

1. Исламов С.Р. // Энерготехнологическая переработка угля / С.Р. Исламов. – Красноярск, 2009. – 210 с.
2. Баякин С.Г. // Вестник СибГАУ №6 (32). – 2010. – С. 26–29.
3. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года // Москва 2012.

Аннотация: Технология позволяет получать из бурого угля два дорогостоящих продукта – горючий газ и металлургический кокс либо сорбент. Идея проекта позволяет достичь двукратную экономическую и двадцатикратную экологическую эффективность. Уникальность продукции - нефтегазозамещение, экологическая чистота процесса. Отраслевой характер проекта: Энергетика, металлургия, ЖКХ, сельское хозяйство, экология.

Abstract: Technology allows production of lignite two expensive product - fuel gas and metallurgical coke or sorbent. The idea of the project achieves a double economic and environmental efficiency of twenty. Unique Products - ecological purity of the process. Sectoral nature of the project: energy, metals, housing, agriculture, and ecology.

СЕКЦИЯ: «ЭКОЛОГИЯ И НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ»

УДК 631.417.2: 631.95

ПРИМЕНЕНИЕ ГУМАТОВ Na И K В КАЧЕСТВЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

*С.Л.Быкова¹, мл. науч. сотр., В.А. Андроханов, док. биол. наук, Д.А. Соколов¹, канд. биол. наук,
Т.В. Нечаева¹, канд. биол. наук, С.И. Жеребцов², канд. хим. наук, З.Р. Исмагилов², член-корр. РАН,
¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт почвоведения и агрохимии
Сибирского отделения РАН (ИПА СО РАН), Новосибирск, Россия*

*²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт углехимии и химического
материаловедения Сибирского отделения РАН (ИУХМ СО РАН), Кемерово, Россия*

Использование в энергетике низкосортных бурых углей, их окисленных форм (сажистые угли) нерационально вследствие их низкой теплотворной способности. В то же время известно, что бурые угли – важный и перспективный источник получения гуминовых веществ, которые обладают высокой биологической активностью. Среди различной продукции, получаемой из бурых углей, выделяются гуминовые препараты, широкий спектр биологического действия которых позволяет использовать их в качестве удобрений и стимуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур. Кроме того, способность гуминовых веществ сорбировать токсичные соединения, дает возможность применять эти препараты при мелиорации загрязненных территорий [1].

Цель работы заключается в изучении влияния различных гуматов на рост и развитие сельскохозяйственных растений в условиях техногенных ландшафтов.

Исследования проводились на отвалах Листвянского угольного разреза и Атамановском стационаре Института почвоведения и агрохимии СО РАН, расположенных в лесостепной зоне Кузнецкой котловины. В качестве субстратов для закладки экспериментальных площадок были выбраны инициальные эмбриоземы, представленные техногенным элювием углевмещающих пород и лессовидными суглинками вскрышных пород. Использование этих субстратов, благодаря незначительному содержанию в них гуминовых веществ педогенной природы (гумуса менее 1%), позволяет более достоверно оценить влияние гуминовых препаратов на растения [2].

Аналитическую работу выполняли общепринятыми методами [6, 7, 8]. Содержание в субстратах нитратного азота и легкоподвижного фосфора определяли по Карпинскому-Замятиной (экстрагент 0,003 н. K₂SO₄); гранулометрический состав – по Качинскому; pH водной суспензии – потенциометрическим методом; обменный калий – по Масловой (экстрагент 1 М CH₃COONH₄) [3,4,5].

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа (SNEDECOR V5.6) различия значений по критерию наименьшей существенной разницы на уровне значимости $p \leq 0,01$ (НСР₀₁), а также вычислению доверительных границ и объема выборки [6].

Анализ основных физических свойств субстратов показал, что меньшей плотностью сложения и большей порозностью обладает лессовидный суглинок (табл. 1). В нем же содержится значительно больше частиц размером менее 1 и 0,01 мм. Следовательно, лессовидный суглинок имеет более благоприятные физические свойства для роста и развития растений по сравнению с техногенным элювием. По значению pH водной суспензии техногенный элювий имеет нейтральную реакцию среды, лессовидный суглинок – слабощелочную. По основным агрохимическим свойствам используемых субстратов обеспеченность их азотом по содержанию N-NO₃ очень низкая; фосфором по содержанию легкоподвижного P₂O₅ – низкая; обменным калием в техногенном элювии средняя, в лессовидном суглинке – высокая.

Таблица 1.

Основные физические и агрохимические свойства субстратов

Субстрат	Плотность	Порозность	Содержание частиц, %		pH водный	N-NO ₃	P ₂ O ₅ легкоп.	K ₂ O обмен.
	г/см ³	%	<0,01 мм	<1 мм				
I	1,82	36,4	4,8	15,3	7,3	3,8	0,3	127
II	1,21	43,3	56,8	96,7	8,3	2,9	0,1	254

Примечание. I – техногенный элювий, II – лессовидный суглинок.

Таким образом, техногенный элювий значительно уступает лессовидному суглинку только по физическим свойствам. Это обстоятельство говорит о том, что опытные площадки на техногенном элювии характеризуются более выраженным ксероморфизмом по сравнению с таковыми на лессовидном суглинке.

Выбор растений для опытов производился с учетом влияния гуминовых препаратов на урожайность пшеницы и продуктивность трав. Была выбрана наиболее распространенная сельскохозяйственная культура – пшеница яровая (Новосибирская 89), а также подобрана травосмесь, включающая кострец безостый (*Bromus inermis* Leyss.) и клевер розовый (*Trifolium pratense* L.).

Используемые гуматы калия и натрия, получены из бурого угля Кайчакского месторождения Канско-Ачинского бассейна и его естественно-окисленной формы – сажистого угля, являющегося отходом угледобычи.

Поскольку использование концентрированных растворов гуминовых препаратов оказывает на растения угнетающее действие, их концентрацию разбавляли до 0,02 %. В первом варианте опытов использовали в качестве стимуляторов роста: семена растений замачивали в растворе на 1 сутки, а затем высевали. Во втором варианте опытов препараты вносили непосредственно в субстраты с поливом после посева семян. Концентрация растворов гуминовых препаратов при поливе была такая же, как и в вариантах при замачивании семян. Норму полива рассчитывали исходя из площади делянки – 2,5 л/м². В качестве контрольных вариантов вместо растворов гуматов использовали воду в тех же объемах как при замачивании и поливе.

Анализ полученных результатов показал, что после обработки семян пшеницы гуминовыми препаратами их всхожесть на площадках с лессовидным суглинком увеличилась в среднем на 13,0 % по сравнению с контролем; на площадках с техногенным элювием – на 13,4 %. При внесении гуматов с поливом всхожесть семян пшеницы на лессовидном суглинке и техногенном элювии превысила контрольные варианты на 12,4 и 14,2 % соответственно.

Всхожесть семян многолетних трав после их обработки гуминовыми препаратами по сравнению с контролем увеличилась незначительно на обоих исследуемых субстратах. При внесении гуматов с поливом всхожесть семян трав на лессовидном суглинке и техногенном элювии превысила контрольные варианты на 4,8 и 3,7 % соответственно. Сравнительно низкий эффект использования гуминовых препаратов при возделывании многолетних трав обусловлен тем, что их семена имеют меньший запас питательных веществ по сравнению с пшеницей [7]. Это в свою очередь сказывается на энергии прорастания семян после их обработки гуматами. Таким образом, предпосевная обработка семян пшеницы растворами гуматов натрия и калия активизируют поглощение воды и набухание зерновок при проращивании, что способствует увеличению всхожести семян в среднем на 13 %. Использование гуминовых препаратов с поливом также увеличивает всхожесть семян и наибольший эффект при этом достигается на техногенном элювии, где более выражен дефицит влаги. Следовательно, применение гуматов способствует некоторому повышению устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Максимальный результат достигается при внесении в субстраты гуматов калия с поливом.

Исследования по влиянию гуминовых препаратов на урожайность пшеницы показали, что на экспериментальных площадках наибольший эффект достигается при использовании на субстратах сажистых гуматов натрия и калия. То есть добавление гуматов способствует связыванию частиц субстратов в агрегаты и, как следствие, улучшению их водно-физических свойств. Сажистые формы гуматов в среднем на 13-17 % эффективнее рядовых аналогов, что, на наш взгляд, обусловлено повышенным содержанием кислорода, азота и серы в структурной формуле исходных бурых углей (табл. 3). Кроме того, исследованиями С.И. Жеребцова с соавторами [8], было установлено, что гуматы полученные из окисленных углей содержат на 7 % больше кислорода по массе по сравнению с рядовыми формами.

Таблица 3.

Характеристика исходных углей и гуминовых кислот, daf *, % масс.

Образец	С	Н	О+N+S по разности
Бурый уголь	64,3	4,7	31,0
Окисленный бурый уголь (сажистый)	55,1	2,7	42,2

*daf – dry ash free – сухое беззолное состояние топлива, образца.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- Применение гуматов натрия и калия при возделывании пшеницы в условиях дефицита влаги стимулирует всхожесть семян, накопление вегетативной массы и увеличение урожайности.
- Более высокой биологической активностью обладают гуминовые препараты, полученные из сажистых форм бурого угля.
- Наибольший эффект от применения различных форм гуминовых препаратов достигается при внесении их с поливом в условиях дефицита влаги.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комиссаров И.Д. Гуминовые препараты. Труды Тюменского СХИ / И.Д. Комиссаров. – Тюмень, 1971, Т. XIV. – 265 с.
2. Андроханов В.А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка / В.А. Андроханов, В.М. Курачев. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. - 224 с.
3. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
4. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Воробьевой Л.А. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
5. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Высш. шк., 1973. - 399 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985.–351 с.
7. Безуглова О.С. Гуминовые препараты стимуляторы роста / в кн.: удобрения и стимуляторы роста // О.С. Безуглова.- Ростов – на – Дону: Феникс, 2002.- 320 с.
8. Жеребцов С.И., Исмагилов З.Р., Неверова О.В., Корникова Н.А., Соколов Д.А. Гуминовые вещества бурых углей и перспективы их использования в рекультивации. Мат. всеросс. науч. конф. Разработка комплекса технологий рекультиваций техногенно нарушенных земель.- Кемерово.- 2011.- С.20 - 23

Статья посвящена вопросу применения различных гуминовых препаратов. Установлено, что более высокой биологической активностью обладают гуматы, полученные из некондиционных (сажистых) форм бурого угля. Показано, что использование гуматов натрия и калия на отвалах угольных разрезов стимулирует всхожесть растений, накопление вегетативной массы, а также способствует увеличению урожайности.

The article is devoted to problem of different humic compounds application. It is ascertained that humates obtained from ill-conditioned (soot) forms of brown coal possess of higher biological activity. It is shown that using of natrium and potassium humates on banks of coal-pit stimulating germination of plants, buildup of vegetative mass and contributing to increase of yield.

УДК 622.648.24

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ И ОЧИСТКА ШЛАМОВЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КАК МЕРА РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ КУЗБАССА

Е.В. Жбырь, доцент, А.В. Неведров, доцент, А.В. Папин, доцент ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово, Россия

Аннотация

Переработка отходов предприятий угольной отрасли Кузбасса позволит обеспечить ресурсосбережение и энергосбережение, улучшить экологическую обстановку в регионе и получить существенный экономический эффект.

Recycling companies Kuzbass coal industry will ensure resource conservation and energy conservation, improve the ecological situation in the region and get a significant economic effect.

Ресурсосбережение представляет собой систему мер по обеспечению рационального использования ресурсов, удовлетворению прироста потребности в них народного хозяйства. Решение этой проблемы возможно главным образом за счет экономии ресурсов, в том числе энергоресурсов. Основой ресурсосбережения является комплексное использование природных и материальных ресурсов, максимальное устранение потерь и нерациональных расходов, более полное вовлечение в хозяйственный оборот вторичных ресурсов и попутных продуктов. Ресурсосбережение часто состоит не только в том, что бы "выжать" из материалов все, что они могут. В последнее время пришло понимание того, что значительно выгоднее отправлять в переработку все виды отходов жизнедеятельности, а не плодить свалки. В настоящее время энергосбережение - одна из приоритетных задач. Это связано с дефицитом основных энергоресурсов, возрастающей стоимостью их добычи, а также с глобальными экологическими проблемами. Экономия энергии представляет собой эффективное использование энергоресурсов за счет применения инновационных решений, которые осуществимы технически, обоснованы экономически, приемлемы с экологической и социальной точек зрения не изменяют привычного образа жизни. Особенно актуально это для угольных предприятий, поскольку уголь является самым распространенным полезным ископаемым, который человек использует уже многие сотни лет и служит прежде всего для получения электрической и тепловой энергии.

В условиях рыночной экономики определяющим фактором развития Кузбасса является спрос на высококачественные коксующиеся и энергетические угли не только в России, но и в мире. Все более актуальным становится обогащение всех добываемых рядовых углей, где основной целью является полнота извлечения их

горючей массы при минимальных затратах. Однако, несмотря на модернизацию оборудования и оптимизацию применяемых технологий обогащения углей, выход отходов обогащения увеличивается. За длительное время накопилось значительное количество шламовых вод и угольных шламов, в которых содержится до 40-80% органической массы, причем в будущем проблема будет стоять еще более остро. Перевод угольных шламов в технологически приемлемое сырье позволит не только улучшить экологическую обстановку в регионе, но и получить существенный экономический эффект.

Известен ряд методов глубокой деминерализации угля. Это, прежде всего, химическое извлечение минеральных компонентов последовательным действием кислот и щелочей при автоклавировании угольной суспензии. Другой метод – также последовательное извлечение кислотами и щелочами, но при спекании тонкоизмельченного угля со специально подобранными солями и щелочами. Однако эти процессы являются весьма сложными и дорогостоящими. Единственный, широко применяемый для селективного разделения тонких классов угля (-100 мкм), флотационный метод обогащения не всегда обеспечивает получение желаемых результатов, что связано с недостаточной эффективностью разделения тонких частиц при флотации, а также сложностью и высокой стоимостью обезвоживания и сушки флотационного концентрата. Отсюда – представляется перспективным применять метод масляной агломерации, основанный на различной смачиваемости жидкими углеводородами угольных и породных частиц в воде. При этом, в результате турбулизации пульпы происходит селективное образование углемастных агрегатов, которые уплотняются, структурно преобразуясь в прочные гранулы сферической формы [1].

На углеобогащительных фабриках в качестве среды, в которой осуществляются технологические процессы, используется вода. Её расход составляет 3–4 м³/т обогащаемого угля.

Для уменьшения расхода технической воды в схемах фабрик предусматривают её многократное использование. Это позволяет сократить забор воды из различных источников (водоёмов, рек) до 0,1÷0,2 м³/т обогащаемого угля. Однако при обороте вода загрязняется шламом, насыщается солями, реагентами, флокулянтами и изменяет свои свойства.

Накапливание в технической воде взвесей, минеральных и органических веществ отрицательно влияет на показатели гравитационных процессов обогащения, флотации, обезвоживания, флокуляции. Для повторного использования ее необходимо осветлять. Содержание твердых частиц в оборотной воде должно быть не более 50÷80 г/л соответственно для глинистых и неглинистых шламов. В связи с этим – решение задач комплексного использования шламовых вод углеобогащительных фабрик Кузбасса и полной утилизации продуктов обогащения – являются актуальными.

Для исследования процесса утилизации угольных шламов Кузнецкого бассейна объектами исследования были выбраны шламы средней зольности углей марок К и Г.

В табл.1 приведена характеристика исходных угольных шламов.

Сущность процессов переработки угольных шламов заключалась в их сгущении с последующим обогащением методом масляной агломерации (т.к. другие методы обогащения не приемлемы в виду низкой селективности этих процессов при обогащении из-за тонкодисперсного состояния угольных частиц) [2].

Таблица 1

Технический анализ исходных угольных шламов

Наименование показателя	Шлам угля марки К	Шлам угля марки Г
Влага аналитическая, W^a , %	1,44	1,35
Зольность, A^d , %	34,5	38,0
Высшая теплота сгорания, Q_s^r , кДж/кг	35500	34250
Выход летучих веществ, V^{daf} , %	27,85	40,85

Изначально угольные шламы представляли собой водные суспензии с концентрацией твердой фазы приблизительно 100-150 г/л. Поэтому первоначальным этапом подготовки (перед обогащением) угольных шламов являлось их сгущение. Полученная водно-угольная суспензия имела 56–60 мас.% твердой фазы, т.е. с концентрацией около 600 г/л, и далее подвергалась обогащению по методу масляной агломерации.

В табл.2 представлены результаты исследований угольных концентратов, полученных обогащением угольных шламов (углей марок К и Г) методом масляной агломерации.

Таблица 2

Результаты экспериментов обогащения угольных шламов

Наименование продукта	A ^d , мас.%		Выход продукта, мас.%		Период опыта, мин	
	К	Г	К	Г	К	Г
Концентрат	5,4	9,0	84	82	24	28

Полученные результаты показали высокую селективность процесса масляной агломерации и возможность получения низкозольного концентрата.

Из данных приведенных в табл.2 видно: зольность полученных концентратов не превышает 10 мас.%, что говорит о приемлемости полученных угольных концентратов для технологии коксования и энергетики; высокий выход продукта и более низкая зольность концентратов обусловлены полнотой разделения органической и минеральной частей угольных шламов в процессе обогащения масляной агломерации.

Таким образом, утилизация отходов и очистка шламовых вод предприятий угольной отрасли Кузбасса позволит обеспечить ресурсосбережение и энергосбережение, улучшить экологическую обстановку в регионе и получить существенный экономический эффект.

Список литературы

- 1.Клейн М.С., Байченко А.А., Почевалова Е.В. Обогащение и обезвоживание тонких угольных шламов с использованием метода масляной грануляции // Горный инф.-аналит. бюллетень. 2002. № 4. С. 237 – 239.
- 2.Солодов Г.А., Жбырь Е.В., Папин А.В., Неведров А.В. Технология переработки шламовых вод предприятий угольной отрасли. – Томск: Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т.310. - №1. С. 139-144.

УДК 546

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ ЗОЛЫ – УНОСА КЫЗЫЛСКОЙ ТЭЦ

*Монгуш Г.Р., инженер, Котельников В.И., Патраков Ю.Ф., Баринов А.В., Солдуп Ш.Н.
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тувинский институт комплексного
освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук, г.Кызыл*

Аннотация

Данная работа относится к области переработки отходов, в частности к переработке золы-уноса от сжигания углей с целью последующего ее использования в производстве строительных материалов, а также к области получения редких и редкоземельных металлов.

Abstract

This work belongs to the area of waste processing, in particular it concerns to issues of ashe ablation processing from burning of coals for the purpose of the subsequent use in production of construction materials, and also to the area of receiving rare and rare-earth metals.

Введение

Наличие радиоактивных элементов (уран, торий) в золе-уноса препятствует использованию ее в производстве строительных материалов таких, как цемент, ячеистый бетон, шлакоблочный кирпич и др. Такое использование золы позволило бы решить задачу ликвидации золоотвалов, на которых скопились в настоящее время миллионы тонн золы. В то же время зола содержит ряд ценных металлов таких, как лантан, церий, иттербий, скандий, галлий, ванадий, извлечение которых из золы может окупить все затраты на ее подготовку. При

использовании золы в каждом конкретном случае она должна соответствовать определенным требованиям, поэтому ее подвергают специальной обработке - подготавливают к использованию.

Целью данной работы является рассмотреть золы-уноса Кызылской ТЭЦ, образующейся при сжигании углей Каа-Хемского месторождения марки 2Г и ГЖ и находящиеся в золоотвалах, подготовить золу-унос кислотным выщелачиванием и проанализировать состав для дальнейшего использования его в производстве строительных материалов.

Полуколичественный анализ химического состава золы-уноса и нерастворимых остатков кислотного выщелачивания выполнены на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре фирмы Bruker S2 RANGER. В таблице 1 приведен состав золы-уноса.

Таблица 1. Полуколичественный анализ химического состава золы-уноса

элемент	исх.зола, %	исх.зола, г
Na ₂ O	11,13	1,12
MgO	2,83	0,28
Al ₂ O ₃	7,43	0,75
SiO ₂	20,9	2,10
SO ₃	1,93	0,19
Cl	16,5	1,66
K ₂ O	0,93	0,09
CaO	18	1,81
TiO ₂	1,07	0,11
Fe ₂ O ₃	18,4	1,85
SrO	0,288	0,03
Итого:	99,408	10,00

Состав золы может быть различным также как, и угли по различным месторождениям. Характеристика золы-уноса после сжигания угля в Кызылской ТЭЦ:

Зола получается у нас Низкокальциевый (10-20%)

Посчитали Модуль Кислотности ($M_k = \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 / \text{CaO} + \text{MgO}$)

M_k (Каа-Хем) = 1,36

Посчитали Глиноземистый модуль ($M_g = \text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$)

M_g (Каа-Хем) = 2,81

Кислотное выщелачивание проводилось при комнатной температуре и соотношении Т:Ж = 1:10. Для этого выбрали в качестве растворителей серную, соляную и азотную кислоту. Концентрация кислот 300г/л.

В результате выщелачивания получили состав нерастворимых остатков. См.таблицу 2.

Таблица 2. Полуколичественный состав нерастворимых остатков после кислотного выщелачивания.

формула	H ₂ SO ₄ , %	извл.эл., %	HNO ₃ , %	извл.эл., %	HCl, %	извл.эл., %
Na ₂ O	1,11	93,49	1,34	95,61	1,23	95,80
MgO	1,27	70,72	2,48	68,08	2,28	69,39
Al ₂ O ₃	6,52	42,75	16,4	19,60	14,8	24,33
SiO ₂	18,1	43,50	40,4	29,59	39,4	28,39
SO ₃	33,7		0,947	82,13	1,05	79,33
Cl	0,212	99,16	0,935	97,94	2,83	93,48
K ₂ O	0,489	65,69	0,905	64,56	0,955	60,99
CaO	18,9	31,49	2,4	95,14	2,26	95,23

TiO ₂	0,992	39,51	2	31,92	1,95	30,77
Fe ₂ O ₃	17,7	37,24	31,7	37,25	32,7	32,49
SrO	0,283	35,89	0,109	86,21	0,132	82,59
Итого:	99,492		99,616		99,7	

Выводы:

Зола Кызылской ТЭЦ удовлетворяет требованиям к химическому составу кислых зол, низкое содержание кальция показывает, что зола не обладает самостоятельными вяжущими свойствами.

Анализ кислотного выщелачивания различными растворителями показал, что макроэлементы в золе растворяются различно.

В серной кислоте оксид кальция малорастворим, возможно таким образом увеличить его концентрацию, для увеличения вяжущих свойств золы.

При необходимости максимального концентрирования алюминия и кремния предварительно из золы можно извлечь растворимые металлы, а из нерастворимых остатков, путем прокаливания можно получить алюмосиликаты, которые широко используются в производстве керамики стекла, цементов, электро- и теплоизоляционных материалов.

Наилучшие результаты извлечения металлов методом кислотного выщелачивания достигаются с соляной кислотой.

УДК:622.333

УТИЛИЗАЦИЯ РЕЗИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕЙ

М.В. Писаренко, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт угля Сибирского отделения Российской академии наук, ученый секретарь, к.т.н.

Во всем мире идет непрерывный процесс накопления изношенных шин. Ежегодный объем образования изношенных автомобильных покрышек в России по разным оценкам составляет от 900 тыс. т до 1,3 млн.т, а уровень переработки не превышает 10 % от объема образования. Вывозимые на полигоны или рассеянные на окружающих территориях шины длительное время загрязняют окружающую среду вследствие высокой стойкости к воздействию внешних факторов (В земле автопокрышка разлагается более 100 лет). Кроме того, скопления шин обладают высокой степенью пожароопасности, а продукты их неконтролируемого сжигания оказывают крайне вредное влияние на окружающую среду. По разным источникам при сжигании 1 т резины в атмосферу выделяется до 270 кг сажи и 450 кг токсичных газов. Между тем следует отметить, что по своей структуре и свойствам шины являются строго унифицированным видом продукции, представляющим собой сложное композитное изделие из разнородных материалов, с высоким содержанием горючего материала: 1 т шины содержат около 700 кг резины, калорийность которой составляет около 32 МДж/кг, что выше, чем угля.

Проблема переработки изношенных автомобильных шин и вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий имеет большое экологическое и экономическое значение.

В настоящее время в мире применяется целый ряд технологий по переработке и утилизации отходов резины и изношенных автомобильных шин. Эти технологии предполагают захоронение целых или измельченных шин, использование целых шин для различных целей, применение шин и резиновых отходов для получения энергии, измельчение шин и с целью получения резиновой крошки и порошка, пиролиз шин.

Сжигание один из самых простых способов переработки шин, заключается в высокотемпературном окислении, в основном в барабанных печах на цементных заводах. После сжигания шин получается тепло, которое идет на нагревание воды в котле до пара. Далее пар пускают на отопление или в паровую турбину, для получения электричества. Основным недостатком данного способа является высокая экологическая опасность, так как в окружающую среду выделяется множество загрязняющих веществ: диоксид серы, бифенил, антрацен, флуорентан, пирен, бенз (а) пирен хлорированные диоксины и фураны.

Целесообразно и технически достижимо использовать отработанные шины как горючий материал в подземном газогенераторе при газификации угля.

Впервые идею о превращении угля под землей в искусственный горючий газ высказал в 1888 г. Д.И. Менделеев.

Первые опытные работы по ПГУ были начаты в нашей стране в 1933 г. в Московском бассейне на Крутовском бурогольном месторождении, в Донбассе – с лисичанским каменным углем и в г. Шахты - с антрацитом.

Успех был достигнут в 1935 году при реализации идей инженеров В.А. Матвеева, П.Ф. Скафы и Д.И. Филиппова, получившего название метода «потока». Сущность метода заключалась в организации процесса газификации в канале, образованном в пласте угля, при этом газифицировался целлик угля. На основе этого метода и проводились все последующие работы по ПГУ.

Основными стадиями процесса ПГУ являются: бурение с поверхности земли на угольный пласт скважин, соединение их каналами, проходящими в угольном пласте и нагнетания в одни скважины воздушного или парокислородного дутья и получение из других газа ПГУ, т.е. газификации угольного пласта в канале. Газообразование в канале происходит за счет химического взаимодействия свободного и связанного кислорода с углеродом и термического разложения угля.

Объем, состав и теплота сгорания получаемого газа зависят от состава, подаваемого в скважины дутья (воздушное, паровоздушное, парокислородное), класса угля и его состава, а также от геологических и гидрогеологических условий залегания угольного пласта, его мощности и строения, а также притока подземных вод в зоны газификации.

Теплота сгорания газа ПГУ на воздушном дутье может достигать 4,6-5,0 МДж/м³. При применении дутья, обогащенного кислородом (концентрация кислорода 65 %), теплота сгорания газа достигает 6,7 МДж/м³, а на чистом техническом кислороде (98 %) – до 10-11 МДж/м³.

Одним из основных недостатков технологии является низкая калорийность получаемого газа подземной газификации и большие потери. Опыт работы станции подземной газификации показал, что на производство газа расходуется 17 %, с утечками газа теряется 11 %, на испарение воды и нагрев газа и пород затрачивается 30 % энергии исходного (газифицируемого) угля [3].

С целью повышения эффективности работы подземного газогенератора при газификации угля, и предлагается использование горючего материала изношенных автомобильных шин.

Данной предложение может быть реализовано на месторождениях углей с крутым и крутонаклонным залеганием угольных пластов, следующим образом (рис.1). Осуществляют подготовку подземного газогенератора к работе, путем бурения газоотводящих наклонных скважин 1 по разрабатываемому пласту и дутьевых скважин 2, скважин специального назначения (розжиговые, водоотводных) и скважин предназначенных для спуска дробленой резины 3 по разрабатываемому пласту. Скважины 3 оснащают устройствами дозаторами, предназначенные для дозированного спуска дробленой резины и герметизации скважины в работающем газогенераторе.

Предварительно собранные и измельченные отработанные автомобильные шины и резиносодержащие изделия крупностью менее 40 - 50 мм, доставляют, и заполняют скважины 3. Осуществляют сбоек дутьевых скважин, посредством формирования сбоечного канала 4 и розжига газогенератора посредством специальных (розжиговых). Процесс газификации угля и резины осуществляется посредством подачи дутья через скважину 2 и отвод газа через скважины 1. По мере распространения очага горения по восстанию пласта, происходит газификация пласта и дробленой резины. При этом по мере необходимости осуществляют дополнительный спуск дробленой резины через дозатор скважины 3. По мере перемещения очага горения по простиранию в процесс газификации вовлекается, новая серия скважин 1,2,3.

При осуществлении данного способа утилизации изношенных автомобильных шин, тепло и газ выделяемые при газификации резины участвует в процессе газификации угля, снижая потери на нагрев окружающей породы, тем самым повышая эффективность работы подземного газогенератора, одновременно утилизируя свалки изношенных автомобильных шин, представляющие собой самую крупнотоннажную продукцию резиносодержащих отходов, практически не подверженных природному разложению.

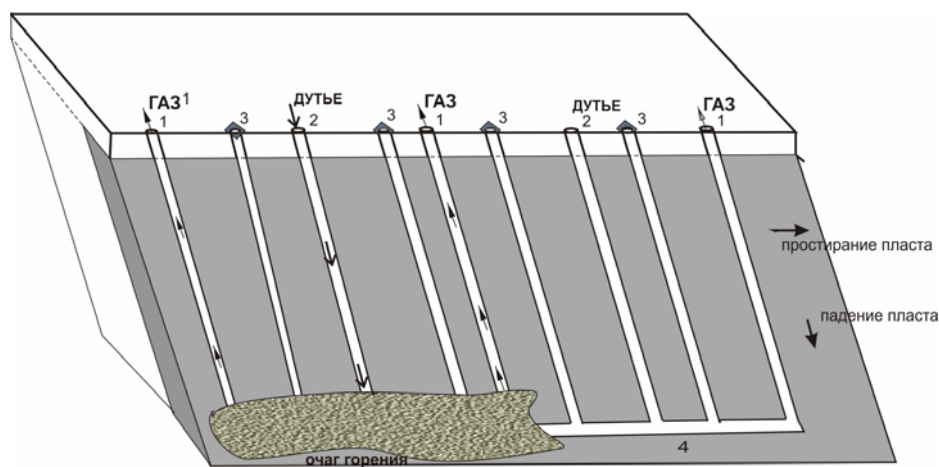


Рис. 1 Принципиальная схема подземного газогенератора при газификации угля и резины: 1-газоотводящая скважина; 2-дутьевая скважина; 3-скважина с устройством дозатором для спуска резины в подземный газификатор; 4-сбоечный канал газификации.

Список литературы:

1. Рева М.К. Исследование схем работы подземных газогенераторов. Проблемы подземной газификации в Кузбассе. - Сб. научных статей, Кемерово, 1967, с. 31-54.

2. Патент «Способ утилизации изношенных автомобильных шин при разработке угольных пластов методом подземной газификации» РУТЕНИЙ 2435954 С2 дата опубликования 12.10.2011.

3. В.Е. Крейнин. Нетрадиционные термические технологии добычи трудноизвлекаемых топлив: уголь, углеводородное сырье. - М.:ООО «ИРЦ Газпром», 2004.-302 с.

Аннотация

Предлагается способом утилизировать изношенные автомобильные шин в процессе газификации угля в подземном газификаторе.

summary

It is offered way to utilise worn out automobile tyres in the course of coal gasification in underground.

УДК 622:662.7.62-78

ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА ОФ «КОКСОВАЯ»

*Евменова Г.Л. канд. техн. наук, доцент, Тухватулин Е.З., студент
Кузбасский Государственный технический университет им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово*

Представлены основные направления снижения техногенной нагрузки на окружающую среду при работе углеобогащительной фабрики «Коксовая».

Кемеровская область является крупнейшим угольным регионом России. Кроме угледобывающих предприятий в Кузбассе работают более 30 углеобогащительных фабрик, большая часть которых введены в эксплуатацию в 60-х годах прошлого столетия и эффективная эксплуатация таких фабрик в настоящее время затруднительна. Поддержание фабрики на современном уровне, позволяющем чутко реагировать на требования рынка к товарной продукции, требует новых подходов неразрывно связанных с экологичными и ресурсосберегающими технологиями.

Поэтому в нашей работе необходимо было выявить, источники загрязнения окружающей среды в районе действия углеобогащительной фабрикой «Коксовая» и наметить пути снижения техногенной нагрузки при работе этого предприятия.

ОФ «Коксовая» работает с 1946 года и обогащает угли марок КО, КС, ОС. Метод обогащения – мокрый. Основная продукция фабрики – высококачественный концентрат с зольностью 7,6–8,6 % Годовая установленная мощность составляет 1750 тыс.т. «Глубина» обогащения – 0 мм. Принципиальная схема фабрики изображена на рис. 1 и представляет традиционную, надежную для того периода схему для обогащения коксующихся марок углей. На ОФ «Коксовая» приняты следующие методы обогащения:

– класс 13–100 мм гидравлической отсадкой в отсадочной машине крупного зерна;

– класс 0,5–13 мм гидравлической отсадкой в отсадочной машине мелкого зерна;

– класс 0–0,5 мм флотацией во флотационных машинах, с последующим обезвоживанием концентрата на дисковых вакуум-фильтрах и термическая сушка совместно с мелким концентратом отсадочных машин;

Продукты обогащения (концентрат и промпродукт) системой ленточных конвейеров выдаются на открытые склады. Порода автотранспортом вывозится на породный отвал. Флотоотходы, предварительно сгущаются в радиальных сгустителях, и транспортируются в гидроотвал. Осветленная вода возвращается на фабрику в качестве оборотной.

Погрузка концентрата и промпродукта производится бульдозерами через погрузочные воронки, а оттуда подается питателями и конвейерами в железнодорожные вагоны.

Рассмотрим источники загрязнения при работе ОФ, являющиеся источниками негативного воздействия на природные компоненты. Их можно разделить на стационарные и передвижные. К передвижным относят автотранспорт, вывозящий отходы обогащения угля и золошлаков от сжигания углей, работы бульдозера на породном отвале. Стационарными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу являются:

– яма привозных углей, цех углеподготовки (дробление, грохочение, распределение угля по аккумулирующим бункерам), сушильное отделение (топка, выброс дымовых газов из труб-сушилок после трех ступенчатой системе очистки), склады готовой продукции (разгрузка концентрата и промпродукта, погрузка в железнодорожные вагоны), вспомогательное производство (погрузка породы и золошлака в автосамосвалы), котельная (дымовые газы), технологическая автодорога (пыль при движении автосамосвалов), породный отвал (породная пыль), гидроотвал (сдувание пыли с пляжей), столярная мастерская, гараж

Валовые выбросы загрязняющих веществ от источников выбросов ООО «ОФ «Прокопьевскуголь» фабрика «Коксовая» в атмосферный воздух составляют приблизительно 762 т/год.

Источниками воздействия на окружающую среду и здоровье человека являются объекты, для которых уровни создаваемого загрязнения за пределами промышленной площадки превышают 0,1 ПДК [1].

При эксплуатации ОФ «Коксовая» наблюдается превышение 0,1 ПДК по следующим веществам:

- оксид железа (канцероген, вызывает заболевания легких и дыхательных путей, в т. ч. онкологические);
- марганец и его соединения (негативно влияет на нервную систему);
- диоксид азота (оказывает влияние на центральную нервную систему, а также вызывающий поражение крови за счёт связывания гемоглобина);
- сажа (чёрный углерод, сажа входит в категорию частиц опасных для лёгких, так как частицы менее пяти микрометров в диаметре не отфильтровываются в верхних дыхательных путях);
- оксид углерода (связывает гемоглобин крови, обуславливая тем самым кислородную недостаточность тканей, вызывая расстройство нервной и сердечно-сосудистой систем, а также способствует развитию атеросклероза);
- фтористые газообразные соединения (повышение заболеваемости и смертности от рака легких);
- зола углей (уменьшение вентиляционной способности и емкости легких, повреждение слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей);
- пыль каменноугольная и породная (антракоз, силикоз).

В этой связи перед персоналом и руководящим звеном фабрики ставятся серьезные задачи – преобразовать фабрику старого образца в экологизированное предприятие, т. е. внедрить технологические и другие решения, позволяющие наиболее эффективно использовать природные ресурсы без нарушения качества природной среды.

В первую очередь существенным природоохранным мероприятием на ОФ «Коксовая», является монтаж фильтр-прессового отделения. Это позволит ликвидировать гидроотвал, что значительно снизит техногенную нагрузку на окружающую среду в этом районе: исчезнет риск прорыва дамбы, испарения с поверхности, пыление пляжей, фильтрация жидкой фазы и другие проблемы, связанные с его эксплуатацией, а особенно в зимне-весенний периоды. Фабрика будет иметь одно породное хозяйство.

Опыт эксплуатации в Кузбассе фабрик нового поколения [2] показывает эффективность классификация рядового угля на 4 «машинных» класса с последующим обогащением: – 100+13 мм – тяжелосредняя сепарация; – 13+ 3(2) мм – гидравлическая отсадка; – 3(2)+0,3(0,2) мм – спиральные сепараторы; – 0,3(0,2)+0 мм – флотация. В этом случае повышаются технологические показатели отсадки, и снижается нагрузка на флотацию. Это решение возможно при установке нового оборудования: спиральных сепараторов, центрифуг «Декантер» высокочастотных грохотов. Для повышения эффективности обезвоживания флотоконцентрата следует заменить дисковые вакуум-фильтры «Украина–80» на более совершенные и менее энергоемкие, например дисковые вакуум-фильтры «Андритц». Предполагаемые технические решения дают возможность в перспективе отказаться от термической сушки – экологически грязного, энергоемкого и взрывоопасного процесса.

Необходимо переоборудовать склады концентрата и промпродукта в склады закрытого типа. Это позволит избежать сдувания угольной пыли с поверхности склада и уменьшит её концентрацию в атмосфере.

Исключить работу двигателей автотранспорта и железнодорожной техники при простое на территории промплощадки предприятия.

Необходимо заменить морально и физически устаревшее газоочистное оборудование на котельной и на сушильных агрегатах (установить газоочистное оборудование с высоким КПД). Усилить надзор за техническим состоянием и проводить своевременные ремонты этого оборудования.

Следует отметить, что фабрика находится в самом центре города. Ближайшее жилье располагается с южной и юго-восточной стороны на расстоянии от промплощадки обогатительной фабрики 260 и 370 м, соответственно, а драмтеатр – на расстоянии около 500 метров. Санитарно-защитная зона, являющаяся защитным барьером, обеспечивающим уровень безопасности населения при эксплуатации объекта в штатном режиме не соответствует нормам. В этой связи следует уделить особое внимание озеленению территории вокруг фабрики, которая будет снижать негативное воздействие фабрики «Коксовая» на жилые районы города и существенно дополнять технологические способы снижения загрязнения воздушного бассейна.

Важнейшие показатели зеленых насаждений в этом случае: газоустойчивость, высокая емкость, интенсивность и избирательность поглощения, пылеустойчивость, способность к самоочистке и восстановлению. Зеленые насаждения санитарно-защитной зоны должны:

- обеспечивать регулирование направлений загрязненных воздушных потоков;
- максимально задерживать основной поток приземных атмосферных загрязнителей и по возможности его поглощать;
- обладать относительной жизнестойкостью и долговечностью в условиях конкретного режима загазованности.

Кроме всего вблизи источников выбросов следует создавать хорошо продуваемые насаждения в групповых ажурных посадках.

Таковыми растениями для нашего региона являются тополь и сосна (тополь наиболее активно поглощает вредные газы, а хвойные породы необходимы для задерживания пыли).

Таким образом, реализация всех перечисленных мероприятий, а также высокий уровень профессионализма персонала и высшего руководящего звена и его творческое отношение к работе, позволит приблизить фабрику «Коксовая» к экологически безопасному предприятию.

Список литературы

1. Протасов В. Ф., Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. – М.: Финансы и статистика, 1999.– 672 с.
2. Сазыкин, Г. П. Проектирование и строительство углеобогатительных фабрик нового поколения / Г. П. Сазыкин, Б. А. Синеокий, Л. И. Мышляев. – Новокузнецк: СибГИУ, 2003. – 127 с.

УДК 622: 330.131

О СОЗДАНИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ФОНДА РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Колесова Е.Я аспирант

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия

Аннотация

Недропользователи в течение всего срока эксплуатации недр не осуществляют мероприятий по рекультивации нарушенных земель, так как все природоохранные мероприятия требуют больших инвестиций. В условиях недобросовестного отношения недропользователей к окружающей среде обязанности по снижению негативной нагрузки на нее перешли к администрации регионов. В статье рассматривается вариант образования регионального фонда рекультивации.

Abstract

Mining companies during do not perform activities on land reclamation as all the environmental measures require large investments. Therefore obligations to reduce the adverse impact on the environment went to the regional administration.

In the article is analyzed the option of regional creation fund reclamation.

В России происходит постоянный рост объемов добычи угля. В 2011 году добыча угля составила 336,7 млн.тонн. В сравнении с 2010 годом добыча возросла на 13,3 млн.тонн. В последующие годы планируется увеличение объема добычи угля до 350 млн.тонн, что приведет к резкому возрастанию площади нарушенных земель. Между тем, темпы рекультивации не соответствуют темпам роста угледобычи. Основная доля увеличения добычи придётся на наиболее инфраструктурно развитый и с большим объемом рентабельных запасов Кузнецкий угольный бассейн. Дальнейшее увеличение объемов добычи обусловит открытие на территории Кузбасса новых угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, создание которых повлечет за собой образование новых обслуживающих производств, и как следствие приток капитала в регион.

Однако, несмотря на большое количество рабочих мест и достаточно высокий уровень заработной платы по сравнению с другими регионами, в Кузбассе наблюдается отток трудоспособного населения за рубеж и другие регионы страны. Объясняется это ростом антропогенного воздействия и исчерпанием ассимиляционного потенциала окружающей среды: как водного, воздушного бассейнов, так и почвы. Эти негативные проявления констатируются не только статистически и инструментально, но и визуально при восприятии «лунных ландшафтов» на месте бывших сельскохозяйственных и лесных угодьев, грязных ручьев и рек, ограничением видимости (в отдельных районах, где ведется угледобыча открытым способом, она составляет 700-1000 метров).

Предприятия по добыче угля оказывают почти все виды негативного воздействия на окружающую среду на всех этапах своего жизненного цикла. Визуально наиболее деструктивным влиянием угольных предприятий, в том числе шахт, является нарушение ландшафта. При плановой экономике основной задачей угледобывающих предприятий была задача выполнения государственного плана по добыче полезного ископаемого при соблюдении требований промышленной и экологической безопасности. Финансовая сторона деятельности предприятий, в основном, не являлась сдерживающим фактором соблюдения регламентирующих документов в отношении охраны окружающей среды, так как угольная промышленность была дотационной.

С изменением экономического уклада в стране перед компаниями, в структуру которых вошли угледобывающие предприятия, встали новые задачи, в частности, задача самофинансирования развития, ликвидации угледобывающего производства и снижение негативного воздействия на окружающую среду. Основным сдерживающим фактором осуществления рекультивации является нежелание собственников угледобывающих предприятий нести затраты после периода получения прибыли. В лицензионном соглашении одним из пунктов является завершение рекультивации нарушенных участков, приведение их в состояние, пригодное для дальнейшего использования в соответствии с ландшафтными и рекреационными особенностями. Но, как правило, виновниками оставления после себя нарушенных земель являются предприятия–банкроты, и нарушенные земли переходят в разряд оработанных земель и их восстановление возможно только при полном государственном финансировании.

В условиях недостатка инвестиций природоохранный аспект деятельности предприятий превратился для недропользователей в экономическое бремя, что негативно отразилось на состоянии почвенного и растительного покрова земли, верхний слой литосферы, гидрологических условий на площадях, в десятки раз превышающих площади ведения горных работ. Так по состоянию на 1 января 2012 года площадь нарушенных земель в

Кемеровской области составляла 66800 га. Ежегодно угледобывающие предприятия рекультивируют всего около 4-5 процентов выведенных из хозяйственного оборота угодий [1].

Также в последние годы выявилась проблема отсутствия системности в рекультивации земель и их дальнейшего использования, рекультивация земель носит стихийный необдуманный характер. Европейское законодательство рассматривает рекультивацию как возможность использования земли под будущие цели, в России же на законодательном уровне рекультивация представляет собой лишь возвращение земли в исходное состояние, что иногда приводит к нерациональному использованию финансовых средств. Так, например, известен случай из практики, «когда на 50 гектарах великолепно отрекультивированной земли с хорошо принявшимися сосенками размещают городскую свалку» [2]. Таким образом, необходимо создание системы перспективного управления использования земель, вышедших из эксплуатации добывающих и перерабатывающих предприятий.

В угледобывающих регионах, в частности в Кузбассе, государственные органы власти находятся в поиске эффективного экономического механизма, обеспечивающего решение проблем окружающей среды. Внедрение такого механизма должно быть основано на наличии:

- стратегических планов развития территорий (по конкретным территориям);
- «прозрачной» системы финансирования рекультивации.

В мировой практике успешно применяется залоговый механизм финансирования рекультивации, который реализуется в виде отчислений средств собственника во время работы угледобывающего предприятия в специальный залоговый фонд. Возможность создания которого в Кемеровской области рассматривается уже около 20 лет. В 2006 году в Кемеровской области была попытка создания коммерческого залогового фонда по рекультивации земель, но это не нашло поддержки у угольных компаний, которые ссылаются на то что они платят налог на добычу полезных ископаемых. Нужно разработать иной механизм минимизации деструктивного воздействия предприятий угледобывающего комплекса на ассимиляционный потенциал окружающей среды с учетом системы ограничений, сформулированных недропользователями и региональной администрации.

Для заинтересованности собственников возможно использование средств НДС. Ранее администрацией области выдвигалось предложение рассмотреть возможность оставлять в регионе весь налог на добычу. Однако реализация этого предложения маловероятна, поэтому следует рассмотреть альтернативные возможности образования фонда рекультивации. Например, предлагается при достижении проектной мощности угледобывающего предприятия увеличить величину НДС на 1% и эти средства направить на целевое использование.

Механизм выступит рычагом минимизации деструктивного воздействия предприятий угледобывающего комплекса на ассимиляционный потенциал окружающей среды и обеспечит финансовую возможность устранения негативных воздействий работы угледобывающих предприятий на окружающую среду на всех этапах их жизненного цикла с учетом ограничений по величине инвестиций и социальной и экологической безопасности, а также позволит аккумулированные средства направлять непосредственно на проведение рекультивации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

[1]. В Новокузнецком районе депутаты рассмотрели проблему рекультивации земель // Новости Кузбасса. – 2012.-19 июня. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://kuzbassnews.ru/2012/06/19/v-novokuzneckom-rayone-deputaty-rassmotreli-problemu-rekultivacii-zemel.html> (дата обращения 31.08.2012 г.)

[2] Экология Сибири: практика решения проблем : эко-бюллетень ИнЭкА// ООО «ИнЭкА-консалтинг». – Новокузнецк, № 4 (129), июль-август 2008 года

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Государственный контракт № 16.740.11.0410.

СЕКЦИЯ: «УГЛЕЭНЕРГЕТИКА»

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРЕНИЯ ОБЛАКА САЖЕВОГО ОРГАНИЧЕСКОГО АЭРОЗОЛЯ. ПУЛЬСАЦИЯ ПЛАМЕНИ.

*Пащенко С.Э., Саломатов В.В., Алексеенко С.В., член-корреспондент РАН, директор Института
теплофизики им. С.С.Кутателадзе СО РАН, г.Новосибирск, Россия*

Исследование горения неконденсационных топлив в горелках нового типа потребовало рассмотреть вопросы горения сажевого органического облака аэрозолей на фронте воспламенения факела горелки.

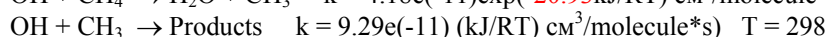
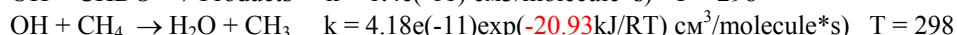
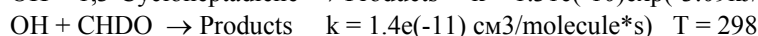
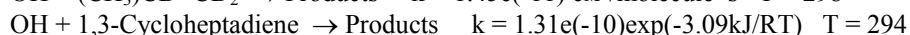
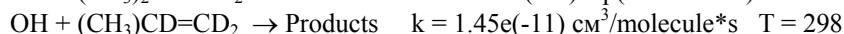
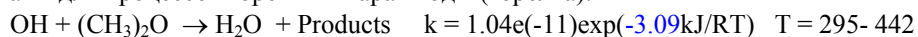
Характерной особенностью такого очага пламени является его колебательные движения. Общий цикл – возгорание, распространение очага горения, затухание, появления нового очага горения – составляет 10-12 мс, как представлено на фото для конкретного случая. Частота пульсаций вспышек составляет в этом случае 80 – 100 Гц. Сразу отметим, что это типичные нижние акустические частоты факельных горелок такого масштаба.

С высокоскоростной камерой можно продвинуться в исследование очагового горения дальше и определить динамические характеристики передних и задних фронтов горения. Скорость горения, скорость движения фронта – это уже величины, которые определяется фундаментальными понятиями физики горения, и позволяют, в рамках определенных моделей, определять ряд важных параметров процесса.

На нижних двух рисунках представлены, в частности, координаты в миллиметрах переднего и заднего фронта пламени и облака аэрозолей, его ширина в максимально широкой его части, а также полная площадь этого облака во времени в см². На втором – скорости фронтов аэрозольных облаков, вычисленных по координатным данным. Напомним, что все измерения проводились по уровню яркостного контраста в пределах 255 – 85 пикселей.

Поведение переднего и заднего фронтов резко различаются. Если передний фронт практически стоит на месте (в системе координат неподвижной горелки), то это означает, что его скорость распространения по факелу равна скорости набегающего потока. В этом потоке, на данном расстоянии в центральной зоне струи, уже будут присутствовать в достаточно большом количестве СО, почти равное количество СО₂, и начнут интенсивно образовываться радикалы ОН, Н, О. Возможно, что «зажигание аэрозолей» именно в этой области пространства и привязка к скорости движения потока скорости горения переднего фронта обусловлена условием максимального гетерогенного взаимодействия радикалов (особенно ОН) на поверхности СхНу – аэрозолей.

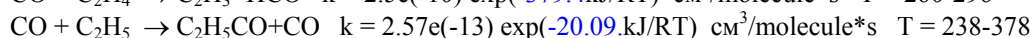
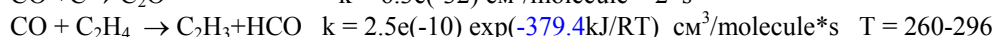
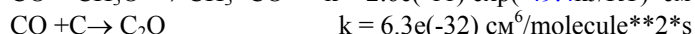
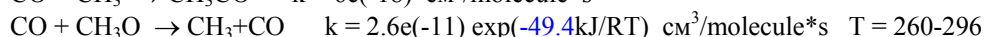
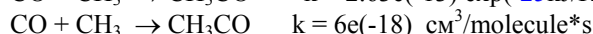
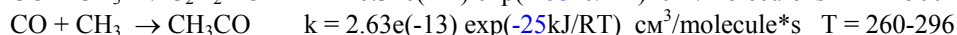
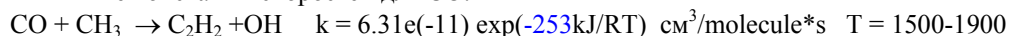
Выпишем здесь некоторые характеристики кинетики взаимодействия ОН с относительно тяжелыми молекулами для процессов горения в парах воды (горелка):



(если продукты образуются с Н, то реакция идет со значительными энергиями активации (выделено цветом), то есть на ранних стадиях разложения СН аэрозолей образование водорода в сухом, без Н₂О окислителе, не выгодно энергетически.

При исследовании горения аэрозольного облака в продуктах деструкции бутановой струи, а именно на такой системе относительно легко калибровать высокоскоростную камеру и выделять характерные физико-химические параметры процесса вспышки облака аэрозолей, при таком горении основным каналом взаимодействия поверхности аэрозоля СхНу будет атака СО. Накопление в первой трети (куда и вводились аэрозоли) бутановой струи концентрации СО на много порядков больше, чем концентрации ОН, Н и О.

Типичные константы скоростей для СО.



Видно, что константы реакции с СО в отличие от реакций с ОН со сложными углеводородами меньше на несколько порядков в области температур воспламенения аэрозольного облака (700-1000 °С). Однако в обычных условиях концентрации ОН в этих холодно-тепловых зонах отстают на порядки от концентрации СО. Однако при нахождении «всего процесса воспламенения» в парах воды (необходимая доля кислорода как «запального» окислителя нами пока не выяснена до конца) аэрозольное облако может повести всю кинетику разложения аэрозольных углеводородов через каналы деструкции по ОН радикалу. Численная модель по выше приведенным

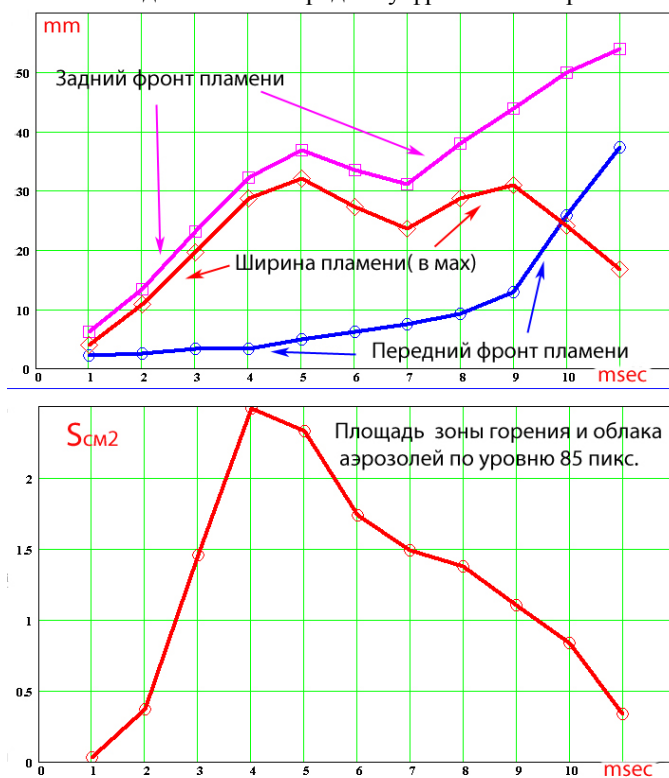
реакциям это подтверждает, но имеется и немодельную трудность, – процесс начало розжига фронта горения этой моделью не описывается. Для постановки будущих экспериментов потребуется контроль процесса воспламенения (температура поджига в зависимости от параметров среды). Скоростная съемка и в дальнейшем скоростная термометрия локальных объемов с термопарами порядка 15-10 мкм должны стать основными инструментами будущих исследований.

Динамика распространения и затухания фронтов пламени.

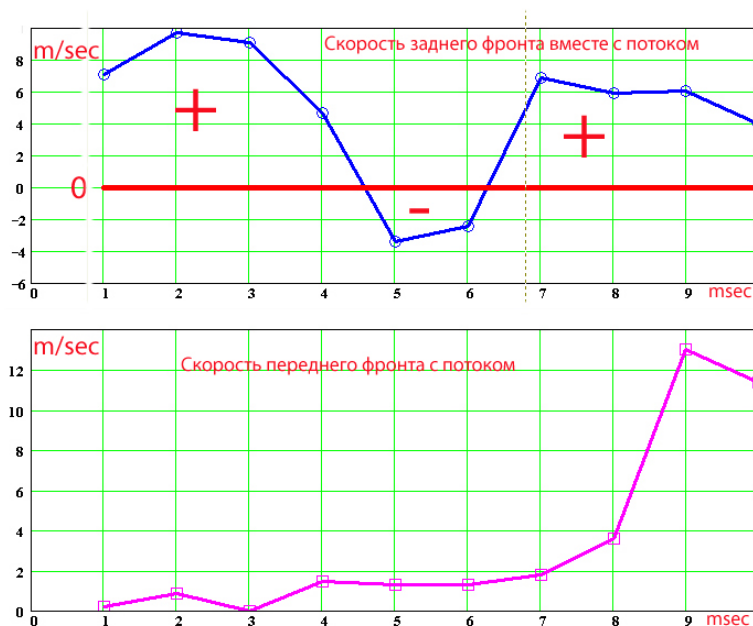
Скорость потока в зоне смешения можно оценить количественно по графикам скоростей на рисунке ниже, а именно на последних стадиях вспышки, когда вторичное аэрозольное облако сносится вниз по потоку. Это 9 и 10 м/с для графика скорости переднего фронта. Скорость потока получается равно 11-13 м/с.

Почему, если считать набегающую систему стационарной, происходит срыв возгорания через 10-12 мс после начала вспышки? Качественное объяснение видимо состоит в том, что происходит выгорание топлива с левой стороны от фронта. Что при таких скоростях и размерах лобовой части фронта горения дает число $Re = 10^{-4}$. С учетом высокой пульсационной составляющей, при таких Re они вносят в зону фронта продукты сгорания, уменьшая долю окислителя, что и срывает воспламенение (ниже в рамках одномерной модели мы численно покажем существование таких срывов при определенных параметрах системы).

Гораздо более сложным образом ведет себя скорость заднего фронта. В первые 3 мс скорость практически сразу же достигает значения 8–10 м/с, то есть не сильно отличается от скорости сноса самого потока (10–15%), что лежит на пределе точности определения скоростей в данных экспериментах. Затем на 5–6 мс скорость фронта меняет знак, то есть задний фронт начинает движение к переднему фронта со скоростью 2–3 м/с.



Геометрические характеристики очагового горения аэрозольного облака в условиях пропановой горелки.



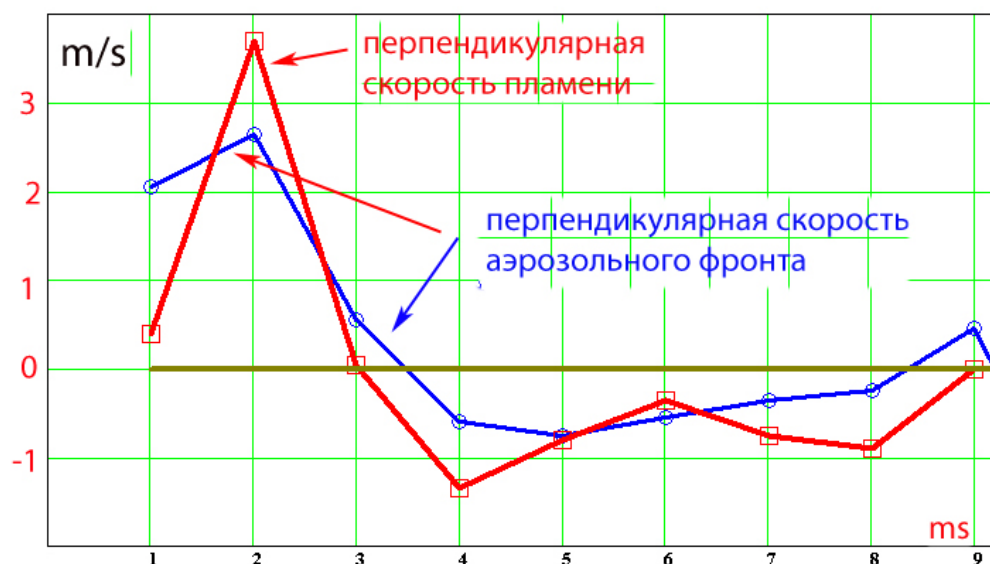
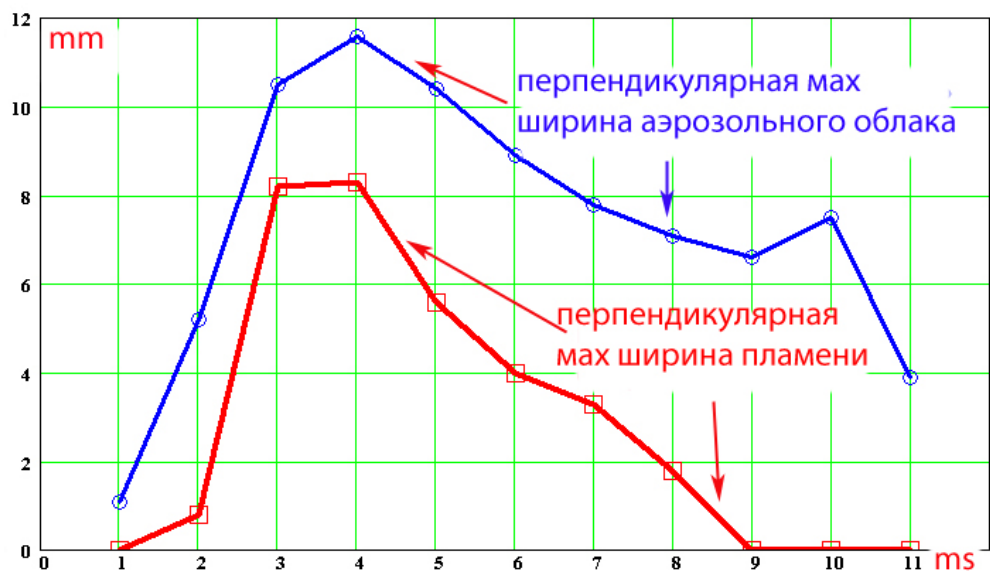
На фотографии видно, что это обусловлено появлением жета - струи по направлению потока на время около 2 мс и потом втягивание его обратно в основную зону горения. Такие жеты являются основной картиной при горении с введением большой концентрации аэрозольной фазы и в затопленной паровой струе (горелка, разработка ИТ СО РАН), и легко наблюдались и ранее в виде треков. Однако нам был не ясен **механизм сохранения** на большом расстоянии довольно узкой ширины этого трека. Заметим, что горение частиц размером более нескольких мкм (углерода, металлов) в таких условиях просто дают яркие контрастные свечения и легко выделяются на общем фоне факела.



Механизм возникновения средне-контрастных треков удалось понять при применении высокоскоростной камеры с довольно высоким пространственным разрешением (до 100 мкм на пиксель). Для этого обсудим динамику поперечного поведения фронта горения в наших экспериментах с бутановой горелкой и аэрозольными (СхНу) потоками. Данные представлены на рисунке ниже для зоны пламени (255 пикселей) и для зоны облаков (85 пикселей уровень обработки). Максимальные скорости поперечных скоростей составляют около 2 и 3 метров в секунду для этих случаев, что в 3–4 раза меньше скорости для продольных фронтов. Обычное диффузионное расширение продуктов сгорания в поперечном направлении составило бы величину около 0.3–0.4 мм за это время, что в 20 раз меньше наблюдаемого.

Используя известный из физики «турбулентности» подход о связи между линейной скоростью турбулизованного потока и его поперечной среднеквадратичной скоростью $V_{\text{перп}} = b \cdot V_0$. Тогда эффективный коэффициент турбулентной диффузии равен

$K_{\text{эф}} = dt(\text{экспер}) \cdot (b \cdot V_0)^2$ и при принятом для развитой турбулентности $b = 0.1 - 0.2$ составляет в нашем случае 20–100 $\text{см}^2/\text{с}$.

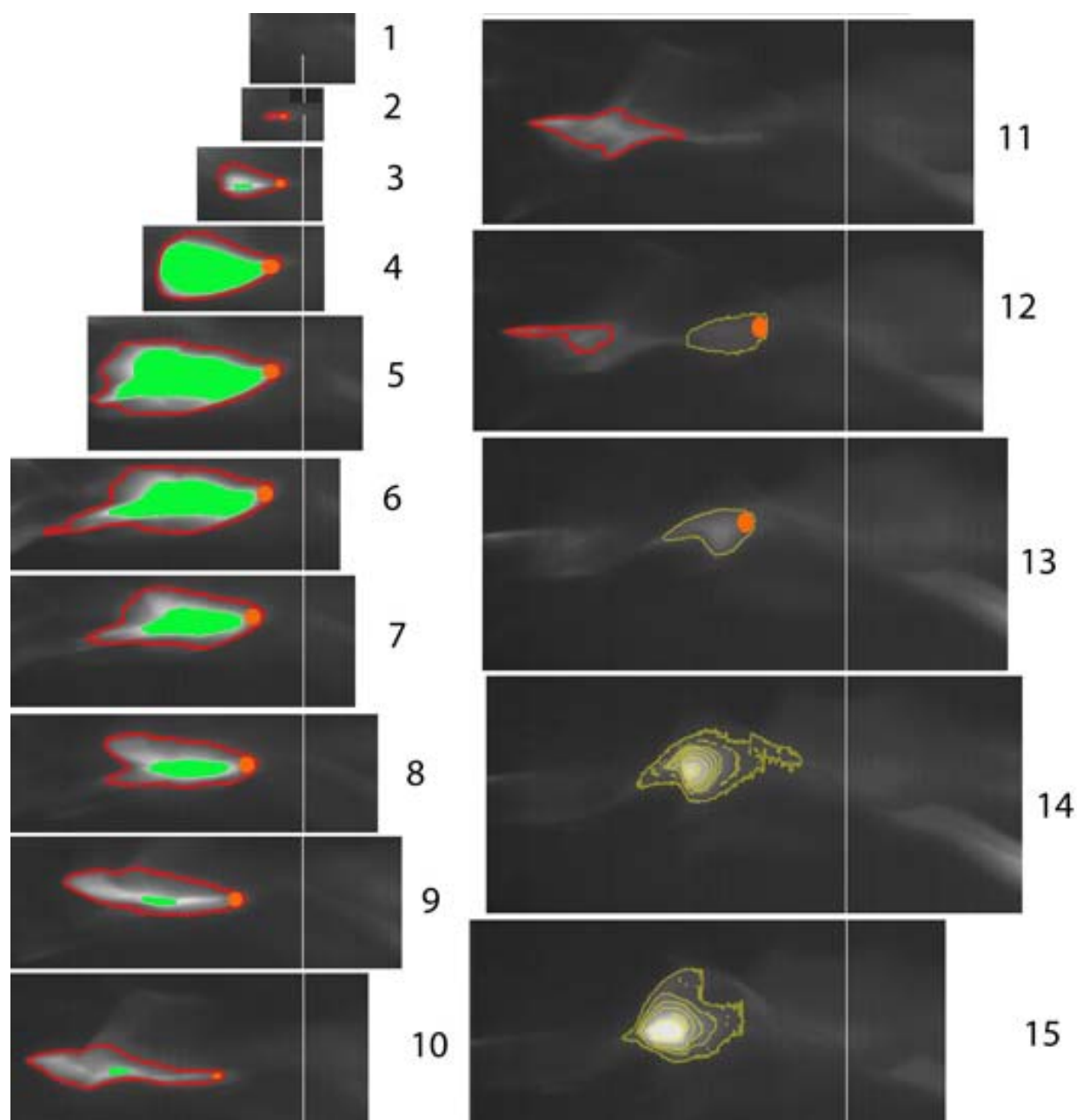


Анализ «лобового» фронта горения.

Известно [Струминский], что при достаточно хорошо турбулизированном потоке движение и смешение составляющих его частиц носит групповой макро-характер. Хотя и на этом уровне происходят процессы случайного перемешивания спутных потоков и мольных объемов выделенной массы вещества, участвующих в этом коллективном движении. Отсюда, например, вырастает и важнейшая характеристика таких потоков, как **перемежаемость флуктуаций**.

В данном случае для нас это означает следующее: рассматривая найденные выше оценочные значения коэффициентов турбулентной диффузии в поперечном направлении к потоку, можно восстановить форму лобового фронта из статистической модели, избегая сложных вопросов определения флуктуации давления во фронтах случайно движущихся и возгорающих молей вещества.

Ниже, на рисунке, приведена нам картина процесса, на которой специально выделена оранжевым цветом область носика, аппроксимированная окружностью. Зеленым выделена область развитого горения (яркое насыщение – зона 244-255 пикселей).



Еще ниже на рисунке представлена зависимость радиуса носика фронта горения (в миллиметрах) от времени процесса. Видно, что с 3 по 8 мс, то есть более 60% всего времени «вспышки» аппроксимирующий радиус равен 1.3–1.4 мм, то есть не изменяется с точностью до разрешения оптики (0.1 мм). Этот вывод, о наличии в такой быстрой вспышке именно стационарного фронта горения, представляется важным и для планирования экспериментов в атмосфере перегретого водяного пара (горелка ИТ СО РАН) и построения полной трехмерной модели процесса. Другими словами, извините за каламбур, при **нестационарном горении** высококонцентрированной аэрозольной фазы поведение «лобового» фронта является **стационарным** процессом.

Заметим, что высококонцентрированной аэрозольной смесью мы будем считать условия, когда число молекул горючего в аэрозолях порядка или больше суммы окислителей в том же реакционном объеме – включая и запас промежуточных продуктов и радикалов от первичного пламени, что, например, важно при анализе вклада СО.

Временная зависимость отношения объемной доли зоны горения, как проекция на плоскость съемки, с учетом квази-симметрии всего процесса вдоль скорости основного потока, к доле объема, занимаемого прореагировавшими продуктами горения (вторичный аэрозоль), показана ниже. Видно строго линейный закон для этого соотношения во временном интервале 3–8 мс, то есть в интервале стационарного состояния носика горения.

С одной стороны, эта полученная вторая простая экспериментальная зависимость вызывает удивление для, столь казалось бы сложного и быстрого во времени исследуемого нами процесса, но с другой стороны, это прямое и даже несколько тривиальное следствие стационарного процесса горения во фронтальном носике.

Действительно, обозначим мощность генерации вторичного (не горючего по водородной компоненте аэрозоля) во фронте носика I_{aeg} , а долю газовой составляющей I_g . Функции распределения аэрозолей во времени будем исследовать методом асимптотических самосохраняющихся распределений. При полученных в данном эксперименте скоростях разлета облака продуктов менее 10 м/с, что много меньше скорости звука в этой среде, можно считать давление во всем объеме горения практически равное внешнему давлению. Сам этот факт до проведения скоростной съемки был не очевиден. Например, при уплотнении первичного аэрозольного облака до расстояния между частицами в несколько свободномолекулярных пробегов, не исключена возможность получения не диффузионных реакций, а взрывного горения в плотном состоянии, с последующим ударным разлетом продуктов. Такая ситуация реализуется при нагреве даже очень малых частиц азидата натрия (около 10–20 мкм) и может, видимо, идти на плотных фрактальных частицах с необходимым энергетическим запасом их вещества относительно окислительных поверхностных реакций.

Так как наблюдаемые границы внешнего облака продуктов проявляют себя за счет перезасветки от других источников освещения (внешних или внутренних, в этой серии экспериментов источник освещения был внешний), то размер частиц в области менее 0.1 мкм подчиняется степенному закону Релея (убыль светорассеивания с размером частиц как шестая степень от их размера). Поэтому при полном сгорании частиц и не образовании новых частиц размером выше 0.02–0.03 мкм аэрозольной облако станет ненаблюдаемым. Заметим, что такой режим часто реализуется в паровой горелке. Поэтому численная оценка по порогу размеров частиц, приведенная выше, сделана с учетом высоких концентраций частиц (до 10^{10}), то есть суммации сигналов рассеяния.

Скорость образования сажевых аэрозолей I_{aeg} , при дожигании углеводородной составляющей больших аэрозолей, оценена нами на уровне более 10(15) част/см³·с, с основным размером фракции в несколько нанометров. Поэтому соответствующие времена их коагуляции будут составлять десятые и сотые миллисекунды, что и позволяет применить к ним коагуляционные асимптотические формулы для процессов внутри исследуемого объема.

Ясно, что если бы все частицы были все время меньше оптического порога обнаружения, то внешняя граница всегда бы совпадала бы практически с зоной вспышки, как это видно на стадии в 3 мс (или 4 кадр на рисунке выше). Такие процессы и изображения вспышек можно ожидать и в факеле паровой горелки. С другой стороны, если бы концентрации частиц были бы велики, то частицы, на внешней границе, коагулируя, резко увеличивали бы, за счет релеевского закона, общее рассеяние, и граница отодвигалась бы быстрее, чем это соответствовало бы просто газовой динамике перемещения границ вспышки. При моделировании процессов светорассеяния мы показали, что строгое линейное соотношение, полученное ниже, накладывает определенные границы на концентрации, размеры частиц и коэффициенты турбулентного перемешивания в этой задаче.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Формула для кривой вспышки: $S_{горений}/S_{аэрозольные\ границы} = 1.12 - 0.130 (\pm 0.005) \cdot t \text{ (ms)}$

2. Основная энергия турбулентного движения заключена в частотах F_0 порядка U/L ,

где U – характерная скорость движения, L – основной масштаб турбулентности. Если из наших экспериментальных данных для носика фронта горения принять $L = 2R = 0.3$ см, $U = 10$ м/с, то эта частота равна $3 \cdot 10^3$ Гц.



4. Численные оценки процесса.

1. Если $N = 10^{18}$, $R = 1$ мкм, то число атомов С8) равно $NC = 10^{21}$ (принято, что расстояние С-С $2 \text{ \AA} = 10^{-8}$). Тогда всего атомов углерода в аэрозольной фазе равно 10^{19} ($1/\text{cm}^3$). Заметим, что при атмосферном давлении в воздухе молекул $3 \cdot 10^{19}$ ($1/\text{cm}^3$). Это, видимо, верхний предел.

2. Число атомов окислителя возьмем $n = 10^{16}$ ($1/\text{cm}^3$).

3. Тогда $\frac{dT}{dt} = C \exp(-E/RgT) \cdot 4\pi R \cdot N \cdot n \cdot D \cdot q / (Cp \cdot 3 \cdot 10^{19})$ – здесь в рамках модели Зельдовича пренебрежем процессом диффузионного теплоотвода, как медленным по сравнению с темпом нагрева.

$$\frac{dT}{dt} = C \exp(-E/RgT) \cdot 1.25 \cdot 10^{20} \cdot q / (Cp \cdot 3 \cdot 10^{19})$$

Для q возьмем среднюю энергию разрыва связи $C_2 \rightarrow 2C$ (605 кДж/моль), а для Cp 29.12 (Дж/(моль*К))

$$\frac{dT}{dt} = C \exp(-E/RgT) \cdot 8.7 \cdot 10^5$$

Если реакция идет активно, то есть $C \exp(-E/RgT)$ порядка 0001-1, то максимальная скорость нагрева (повторим, без учета теплоотвода) составляет $\frac{dT}{dt} = 8.7 \cdot 10^5$, или за 1 мс около 870К.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ РЕГИОНА НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ МИНИ-ТЭЦ

В.Н.Сливной, доцент Кузбасского государственного университета им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово

В настоящее время в рамках модернизации российской энергетики все большее (но недостаточное) внимание уделяется развитию малой энергетики путем создания малых ТЭЦ и мини-ТЭЦ. По сравнению со строительством крупных электростанций это более перспективно и эффективно, как с точки зрения затрат, так и сроков строительства, а также эффективного обеспечения энергией потребителей по всей территории области. При этом должна осуществляться именно когенерация, то есть комбинированное производство двух видов энергии – электрической и тепловой (КПТЭ). Данное направление успешно развивается практически во всех развитых странах, в частности, в Дании.

Преимущества такой системы энергоснабжения в том, что не требуется строительство и эксплуатация дорогостоящих ЛЭП и магистральных теплотрасс (соответственно снижаются потери при транспортировке), расход топлива существенно меньше. Система энергоснабжения становится более устойчивой и эффективной, так как снижается риск энергетических кризисов в регионе и повышается его энергетическая безопасность, что особенно актуально в настоящее время.

Понятно, что распределенная генерация энергии (РГЭ) должна занимать свою энергетическую нишу и дополнять большую энергетику, а не конкурировать с ней. В то же время, децентрализованное КПТЭ на базе мини-ТЭЦ при решении ряда правовых вопросов позволит создать реальный рынок независимых производителей тепла и электроэнергии. Создание мини-ТЭЦ имеет целый ряд преимуществ по сравнению с крупными ТЭЦ: более низкие капиталовложения (срок окупаемости около двух лет), меньше сроки монтажа (1-2 года) и т.д.

На первом этапе наиболее эффективно реализация создания системы мини-ТЭЦ может быть осуществлена при реконструкции существующих котельных в мини-ТЭЦ. В Кузбассе это, в первую очередь, именно шахтные котельные, оборудованные паровыми котлами, которые могут быть надстроены модульными энергоблоками, выпускаемыми в настоящее время в широком ассортименте, как в России, так и за рубежом. При реконструкции должны устанавливаться паротурбогенераторы, а при строительстве новых мини-ТЭЦ следует предусматривать наиболее эффективный парогазовый цикл на основе газификации угля тем или иным способом, а также использования шахтного метана. В этом случае могут применяться в зависимости от мощности газопоршневые, либо газотурбинные агрегаты. В результате будет реализовано децентрализованное КПТЭ. Мощность шахтных мини-ТЭЦ может составлять от 2 до 4 МВт и более, кроме того, не будет проблем с обеспечением топливом, так как на шахте или разрезе используется уголь собственной добычи.

Далее должны постепенно реконструироваться в мини-ТЭЦ производственные и муниципальные котельные. Как отмечается в [1], примерно на 80 котельных в Кемеровской области имеется принципиальная возможность осуществления КПТЭ, в результате установленная электрическая мощность составит около 96 МВт. Новые же источники энергоснабжения должны предусматриваться именно для реализации РГЭ в режиме КПТЭ.

Кроме того, РГЭ органично связана с использованием возобновляемых источников энергии, так как они более эффективны при относительно небольшой единичной мощности [2]. Поэтому целесообразно размещать новые мини-ТЭЦ также и в сельской местности с использованием в качестве топлива биогаза, пеллет и др.

Для оптимизации системы, состоящей из множества объектов (в данном случае мини-ТЭЦ) и прогнозирования развития следует рассматривать ее в целом, всю совокупность элементов. Для этого необходим техноценологический подход, разработанный проф. Б.И.Кудриным [3]. Им установлено, что в любой технической системе, включающей большое количество объектов, объективно существует определенное соотношение между крупными, средними и мелкими объектами, При этом распределение объектов по какому-либо параметру, характеризующее их разнообразие (H – распределение), носит гиперболический характер. Отличительной особенностью таких систем, называемых техноценозами (по аналогии с биоценозами) является то, что в них теоретически отсутствует математическое ожидание, а дисперсия практически бесконечна. Энергосистема не является достаточно эффективной и устойчивой, если она состоит из одних гигантов энергетики или, наоборот, из одних мелких станций. Необходимо определенное сочетание источников различной мощности, в соответствии с ценологическим подходом,

При этом на стадии проектирования необходимо оптимизировать распределение мини-ТЭЦ по мощности, и их размещение по территории. Для этого необходимо применять указанный ценологический подход, а также возможно метод нейронных сетей и фрактальные представления.

Таким образом, развитие РГЭ путем создания системы мини-ТЭЦ с учетом предложенного Н-распределения по территории области и на основе внедрения продуктов глубокой переработки угля (водоугольное топливо, синтез-газ и др.), а также местных и возобновляемых энергоресурсов: биомасса (биогаз, пеллеты, моторное биотопливо) будет способствовать повышению надежности энергоснабжения, энергетической безопасности и росту энергоэффективности экономики Кузбасса.

Как известно, в настоящее время примером эффективного и гармоничного развития энергетики является Дания. Наряду с совершенствованием централизованного теплоэлектроснабжения, там целенаправленно развивается и децентрализованное, при этом осуществляется их гармоничное сочетание [4].

Для анализа РГЭ Дании был выполнен ранговый анализ, то есть проведено ранжирование децентрализованных ТЭЦ по электрической мощности, получено Н-распределение и произведена аппроксимация. Величина рангового коэффициента оказалась равна 0,891 (должно быть около 1,0) Таким образом, можно сделать вывод, что децентрализованное КППЭ в Дании действительно близко к оптимальному и развитие малой энергетики Кузбасса также целесообразно ориентировать в данном направлении.

Литература

1. Малюта Д.В., Моисеева Е.И. О возможности комбинированной выработки (когенерации) тепловой и электрической мощности на производственно-отопительных котельных Кемеровской области // Вестник КузГТУ.- № 5. С.73-77.
2. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. М.: Энергоатомиздат.1990. -392 с.
3. Кудрин Б.И. Введение в технетику. 2-изд. Томск: Изд-во Томск.ун-та, 1993.
4. Децентрализованное комбинированное производства тепла и электроэнергии в Дании. Отчет. Копенгаген. Ноябрь,1993. С. 56

Аннотация

Повышение надежности энергоснабжения за счет развития распределенной генерации энергии.
Improving reliability of energetical-supply through development of distributed generation of energy.

УДК 662.765

ПРОИЗВОДСТВО УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРИРОДНОГО И ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Д.Ю. Чирков, аспирант; А.Н. Залого, аспирант, Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук г. Красноярск, Российская Федерация

Приоритетным направлением развития промышленности является разработка и усовершенствование технологий получения наноматериалов. Углеродные наноматериалы широко применяются во всех отраслях современного производства: от создания композиционных материалов (бетоны, покрытия и т.д.) до применения углеродных нанотрубок в качестве нанотранзисторов в компьютерной технике [1].

При широком спектре применения, основным ограничивающим фактором использования углеродных наноматериалов (УНМ) является их высокая себестоимость. Применяемые современные методы получения УНМ имеют ряд недостатков, главными из которых являются: сложность технологического процесса, трудо- и энергоёмкость производства УНМ; этим обуславливается высокая стоимость конечного продукта. Выделяют две основные группы методов получения УНМ:

1. испарительные методы;
2. методы химического осаждения из газовой фазы.

Первая группа невозможна без нагревания до высоких температур и включает процессы, различающиеся по способу подвода тепла: электродуговой синтез, лазерно-термический синтез.

Вторая группа методов имеет значительно большее число вариаций, как по выбору исходных реагентов, так и по способам ведения процессов. Она обеспечивает более широкое управление процессом образования УНМ, в большей степени подходит для крупномасштабного производства и позволяет получать разнообразные по строению углеродные наноматериалы [2].

Группой ученых Красноярского Научного Центра СО РАН, Сибирского Федерального Университета и энерготехнологической компании «Сибтермо» разработан новый процесс газификации бурого угля. При определенных технологических параметрах в слое угля с так называемым обратным дутьем формируется фронт неполной конверсии угля, движущийся навстречу воздушному потоку, который обладает рядом преимуществ по сравнению с классической технологией. Прежде всего, производимый газ абсолютно не содержит конденсируемых продуктов пиролиза угля, потому что они сгорают в потоке воздуха сразу же после выхода из угля, а продукты сгорания вступают в реагирование с раскаленным коксом и превращаются в газ, который (кроме азота, поступающего с воздухом) состоит в основном из водорода и оксида углерода (H_2+CO). Отмывка газа от смол в классической технологии и последующая их утилизация – одна из главнейших проблем слоевой газификации. В том числе она связана с громоздкими сооружениями для переработки больших объемов воды, загрязненной фенолами и канцерогенными органическими соединениями. В новой технологии эта проблема полностью устранена – в производимом газе нет даже следов угольных смол. И это радикально удешевляет промышленное производство.

Особенность нового способа газификации является принципиальной для реализации рассматриваемого проекта промышленного производства углеродных нанотрубок со сверхнизкой себестоимостью [3].

Указанная технология газификации на основе эффекта обратной тепловой волны защищена рядом отечественных и зарубежных патентов (RU2014883, RU2275407, RU2278817, UA78659, LV13464, EE00627, Евразийские патенты 008111B1, 007799B1 и др.). На текущий момент запущены 4 объекта, на которых прямое

сжигание угля заменено на его газификацию согласно новому способу: три котельные в России и 2 блока ТЭЦ общей мощностью 210 МВт в Монголии (запуск был произведен в марте 2012-го года).

В настоящее время общемировое количество запасов бурых углей насчитывают около 1,3 трлн. тонн. В России, только на Канско-Ачинском топливно-энергетическом комплексе, расположенном на территории Красноярского края, рентабельного для открытой добычи, угля более 100 млрд. тонн. При колоссальных запасах, бурый уголь характеризуется как недорогое топливо со стабильной стоимостью, обусловленной следующими факторами:

1. поставщиков угля достаточно много и между ними идет сильная конкуренция, которой сопутствует перепроизводство и незагруженные мощности по его добыче;

2. цены на уголь на внутреннем рынке всегда ограничены мировыми ценами. Более 80 млн. тонн российского угля (это более четверти добычи) поставляется на экспорт, соответственно, как только внутренние цены приближаются к мировым (за вычетом цен на транспортировку), угольные компании начинают разворачивать свои экспортные поставки на внутренний рынок и конкуренция обостряется [4].

Таким образом, использование газа, получаемого при сжигании бурых углей, является самым экономически выгодным исходным сырьем для получения УНМ.

Основная идея проекта заключается в разработке технологии производства углеродных наноматериалов, как сопутствующего продукта при производстве электроэнергии и тепла в процессе газификации бурого угля. Преимуществом предлагаемой технологии является получение наноматериалов, как дополнительного продукта газификации угля, что значительно снижает стоимость готовой продукции. Текущая рыночная стоимость составляет около 100 долл./кг для многостенных углеродных нанотрубок и 6400 долл./кг для одностенных. Модернизация одной котельной средних размеров (мощность 9,9 Гкал/час, совокупная годовая нагрузка 30 тыс. Гкал, общий штат 38 чел) позволит производить многостенные углеродные нанотрубки себестоимостью 0,85..3,45\$ за 1 кг (в зависимости от варианта модернизации и типа катализатора) в количестве 175 тонн в год. Котельная при этом сохраняет свою функцию элемента системы отопления. На рисунке 1 приведена схема предлагаемой технологии.

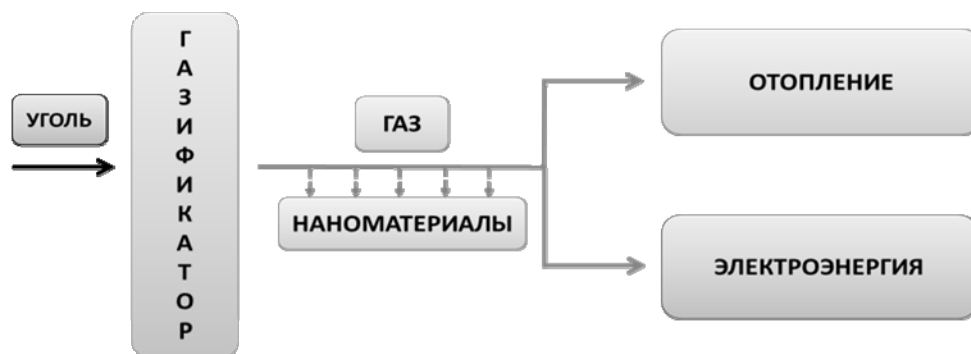


Рисунок 1 – Схема технологии получения углеродных наноматериалов

Конечный продукт проекта – технология получения углеродных наноматериалов, которая ориентирована на компании, занимающиеся разработкой и получением современных строительных, конструкционных и функциональных композиционных материалов. Проект направлен на переоборудование имеющихся угольных котельных, позволяющее производить и сбывать УНМ с целью снижения себестоимости электроэнергии и тепла. Технология рассчитана, как на крупные государственные предприятия, так и на предприятия среднего сегмента.

Литература

1. Сухно И.В., Бузько В.Ю. // Углеродные нанотрубки. Часть 1. Высокотехнологичные приложения. / И.В. Сухно, В.Ю. Бузько. – Краснодар, КубГУ, 2008. - 55 с.
2. Раков, Э.Г. // Нанотрубки и фуллерены / Э.Г. Раков. – М. : Логос, 2006. – 376 с.
3. Исламов С.Р. // Энерготехнологическая переработка угля / С.Р. Исламов. – Красноярск, 2009. – 210 с.
4. Баякин С.Г. // Вестник СибГАУ №6 (32). – 2010. – С. 26–29.

Аннотация

Основная идея проекта заключается в разработке технологии производства углеродных наноматериалов (УНМ), как сопутствующего продукта при производстве электроэнергии и тепла в процессе газификации бурого угля. Это позволит значительно снизить стоимость производства УНМ. Предлагаемая технология ориентирована на компании, занимающиеся разработкой и получением современных строительных, конструкционных и функциональных композиционных материалов. Проект направлен на переоборудование имеющихся угольных котельных, позволяющее производить и сбывать УНМ с целью снижения себестоимости электроэнергии и тепла.

Внедрение технологии предполагается как на крупных государственных предприятиях, так и на предприятиях среднего сегмента.

Abstract

The main idea of the project consists in development of the production technology of carbon nanomaterials (CNM) as a coproduct by electricity and warm generation in the course of gasification of brown coal. It will allow to reduce manufacturing cost of CNM considerably. The offered technology is oriented to companies which are engaged in development and receipt of modern construction, constructional and functional composite materials. The project is directed on re-equipment of the available coal boiler rooms, allowing to make and market CNM for the purpose of decrease in cost value of the electric power and heat. Implementation of technology is supposed both at the large state enterprises, and at the entities of an average segment.

АКТУАЛЬНЫЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

*Баякин Сергей Геннадьевич, к.т.н.,
заместитель директора СКТБ "Наука" КНЦ СО РАН*

ACTUAL VECTOR OF DEVELOPMENT OF COAL POWER

Dr. Bayakin Sergey Gennadevich, deputy director SKTB "Nauka" KSC the Siberian Branch of the Russian Academy of Science

Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года принята 24 января 2012г. на совещании в г. Кемерово под руководством Председателя Правительства РФ В.В. Путина. Программа предусматривает создание устойчивой инновационной системы для обеспечения угольной отрасли прогрессивными отечественными технологиями и оборудованием, научно-техническими и инновационными решениями. В целом по России уровень обогащения намечается довести до 60 процентов. Всего различным видам переработки (сортировка, обогащение, глубокая переработка, газификация) будет подвергаться более 80% добываемого угля. Предлагаемое направление развития угольной энергетики полностью соответствует требованию программы.

На заре индустриального развития общества, благодаря углю экономика качественно изменилась - уголь не зря называли «хлебом индустрии», благодаря ему заработали паровые машины, задымили заводы и фабрики. Это самый доступный и дешевый энергоноситель, запасы которого есть практически повсеместно, а в России они просто колоссальны. При этом, недостатки угля как топлива так же велики - сгорает он грязнее, чем мазут или газ, а самый дешевый бурый уголь содержит много влаги, поэтому его сложно и нерентабельно перевозить на большие расстояния (в отличие от нефти и газа транспортируемых по трубам). Кроме того, угольные разрезы, в Сибири уникальны, поскольку добыча производится самым эффективным и безопасным открытым способом, в то время как в мире большую часть угля добывают по старинке, в шахтах. В Европе эти шахты сейчас закрыты так как западноевропейские страны за последние 20-25 лет перевели свою энергетику на использование природного газа. Процесс перевода энергетики с угля и нефти на газ когда-то называли «газовой паузой», в том смысле, что до полномасштабного овладения термоядерной или водородной энергией человечество может воспользоваться «голубым топливом».

С 1900 по 2000 г. потребление энергии в мире увеличилось почти в 15 раз. В качестве первичных источников используются нефтепродукты (34.9%), уголь (23.5%), природный газ (21.1%), ядерное топливо (6.8%) и возобновляемые источники - ветер, солнце, гидро- и биотопливо (13.7%).

Потребность России в электроэнергетике удовлетворяется в настоящее время наличием электростанций, суммарной мощностью превышающих 215 млн кВт. Свыше 20% составляют ГЭС, более 10% – АЭС и почти 70% – тепловые электростанции (ТЭС), работающие в основном на природном газе и твердом топливе – энергетическом угле.

Эту ситуацию Лауреат Международной энергетической премии «Глобальная энергия» академик Александр Ефимович Шейндлин прокомментировал так: «Говоря об использовании природного газа, позволю себе высказать крамольную мысль о необходимости прекратить в нашей стране ориентироваться на использование природного газа как основного топлива в электроэнергетике. В электроэнергетике должна быть разработана и осуществляться государственная программа перехода прежде всего на уголь и другие сравнительно малоценные первичные источники энергии – отходы от газонефтепереработки, сланцы, бытовые отходы, топливо с выработанных и малодебитных месторождений, попутные газы при нефтедобыче и т.п.

Говоря об использовании угля, запасы которого у нас в стране исключительно велики, следует обратить особое внимание на наблюдаемое за последние 10–20 лет практически полное прекращение фундаментальных исследований и новых технологических разработок по эффективному использованию угля в энергетике. Здесь и работа по эффективному, экологически чистому сжиганию угля, энергетическому его использованию, переработке угля для получения синтетического жидкого и газообразного топлива, его обогащению вплоть до брикетирования,

решение сопутствующих экологических проблем его широкого применения. Нам представляются необходимыми решительные меры перевода тепловой электроэнергетики с преимущественной ориентировки на природный газ, в направлении угля».

И с этим мнением нельзя не согласиться за исключением того что одна уникальная инновационная технология в России всё таки появилась. И называется она «Термококк».

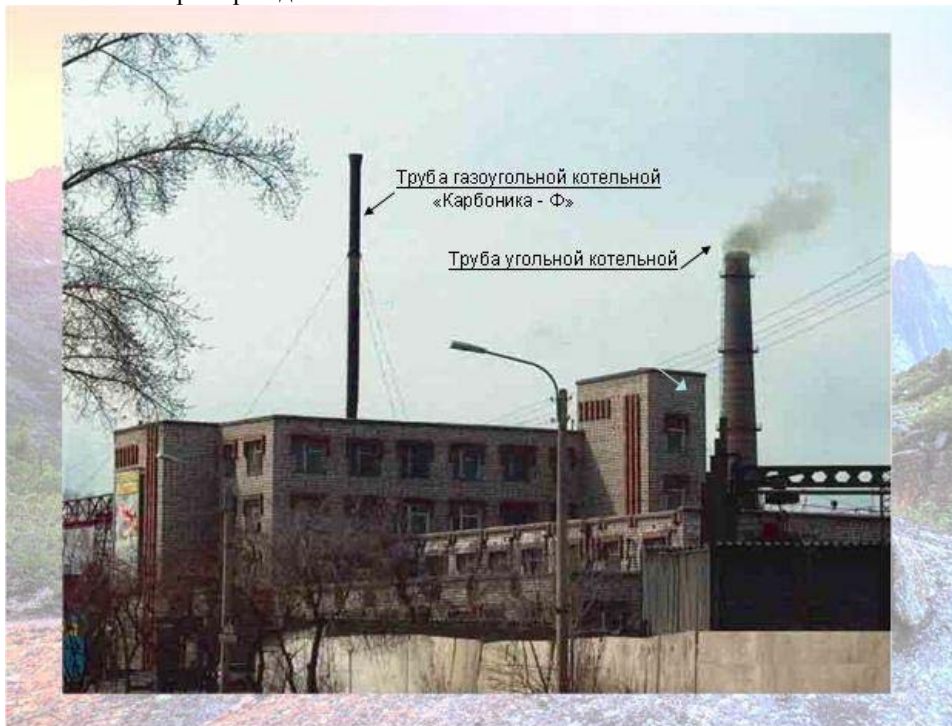
Группой учёных Красноярского Научного Центра СО РАН и компании «Сибтермо» под руководством д.т.н. Сергея Романовича Исламова разработана, запатентована и уже много лет промышленно применяется, в том числе за рубежом серия технологий «Термококк» позволяющих получать из огромных запасов самого доступного угля как минимум четыре дорогих и крайне необходимых компонента – тепло, электроэнергию, кокс и водород. При этом суммарные выбросы в 20-30 раз ниже, чем при сжигании угля на традиционных ТЭЦ и ГРЭС при полном отсутствии золоотвалов которых в России ежегодно увеличивается на 40 млн. тонн.

Основной физический принцип, открытый учеными – эффект обратной термической волны. Суть его заключается в том, что при организации процесса с применением данного эффекта уголь разделяется на две составляющие – твердую и газообразную.

Твердая составляющая представляет собой мелкозернистый коксовый остаток с калорийностью около 29 МДж/кг (7000 ккал/кг) и является высокоактивным углеродным восстановителем, который имеет широкие перспективы применения как компонент пылевидного топлива для вдувания в домы, как технологическое топливо в цементной промышленности, при производстве глинозема и т.п. А главное, этот продукт является более эффективным и дешевым заменителем классического кокса, производимого из дефицитных марок коксующихся углей.

Газовая часть представляет собой топливо с удельной теплотой сгорания 1035 ккал/м^3 и является заменителем дорогих видов топлива в самых разнообразных приложениях: мазута в котельных, дизтоплива в поршневых электростанциях, для сушки и обжига стройматериалов, в зерносушилках и т.д. А также как заменитель экспортно-ориентированного стратегического товара – природного газа. Но самое примечательное свойство этого газа - наличие 20% чистого водорода.

Следует обратить внимание, что всё это не в пробирке, а уже давно работает и развивается в области реальной экономики. Примеров достаточно:



1. Фабрика производства буроугольного кокса в г. Красноярске на ЗАО «Карбоника-Ф» рентабельно работает 15 лет производит сорбент и подаёт горячую воду в городскую теплотель 15 лет бесплатно! То есть котельная мощностью 9 гКал/час. производит бесплатное тепло, поскольку основную прибыль получает от продажи буроугольного кокса.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Топливные затраты на сушку зерна:

дизтопливо – около 200 руб./тн
газ из угля – 30-50 руб./тн

Экономика:

газогенераторный блок – 6 млн.руб.
срок окупаемости – 3-4 месяца

Инвестиционная программа:

- строительство 90 газогенераторов
- объем инвестиций – 600 млн. руб.
- срок окупаемости ≈ 1-2 сезона



Газификатор «Сибтермо» на зерносушилке
ООО «Балахтинский хлеб» отработал три сезона

2. Установка газификации угля для сушки зерна изготовлена и запущена в эксплуатацию в сентябре 2007 года, отработала пять сезонов на ОАО "Балахтинский хлеб". Окупилась за один сезон. Удельные затраты на сушку 1 т зерна при сжигании дизтоплива – более 200 руб., сырой нефти – 120 руб., газа из угля ~ 30 руб. Таким образом себестоимость 1 т. товарного зерна, при сушке газом из угля, снижается на 90-170 руб. Газификатор может работать на различных видах топлива – торфяные брикеты, опилки, сланцы и др. В ноябре 2010 г. при софинансировании со стороны Красноярского краевого фонда науки, запущен серийный образец установки, что крайне актуально для сельского хозяйства в масштабах страны.

Установка на разрезе «Березовский-1»



Энергетический котел КВТС-20, реконструированный под выпуск кокса. Котел потребляет вдвое больше угля, чем до реконструкции, при этом **выдает паспортную тепловую мощность и производит кокс.** При сохранении действующего энерготарифа кокс имеет **"условно нулевую себестоимость"**. Если считать от обратного, то цена кокса с избытком перекрывает эксплуатационные затраты, а **тепло имеет "условно нулевую себестоимость"**. При этом в несколько раз снижено количество вредных выбросов.

3. Модернизирован котёл КВТС-20 на разрезе «Березовский-1» - ОАО «СУЭК». Энергетический котел КВТС-20, реконструированный под выпуск кокса выдает паспортную тепловую мощность и производит 20 тыс. т./год кокса. При сохранении действующего энерготарифа кокс имеет “условно нулевую стоимость”. При расчете от обратного, цена кокса с избытком перекрывает эксплуатационные затраты, а тепло имеет "условно нулевую стоимость". При этом в 20-30 раз снижено количество вредных выбросов и нет золоотвалов. Если металлургические гиганты скупают ТЭЦы и ГРЭСы они получают бесплатный кокс, угольщики удвоят поставки бурого угля, а коксующийся уголь пойдет на экспорт.

Введен в эксплуатацию комплекс газификации и брикетирования кокса в Монголии, компания "Tugrugnuuryn Energy" Co., Ltd.

Закладка завода, сентябрь 2007 г.

Ввод в эксплуатацию октябрь 2008 г.

4. В 2008г. введен в эксплуатацию комплекс газификации и брикетирования кокса в Монголии, компания "Tugrugnuuryn Energy" Co., Ltd. В июле 2010 года компания "Сибтермо" заключила контракт на реконструкцию ТЭЦ-2 в г. Улан-Батор по технологии "Термококс-КС". Кокс будет использован как для производства бездымного бытового топлива (брикетов), так и для экспорта в Китай.

**ДЕЙСТВУЮЩИЙ ПРОЕКТ:
МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЭЦ-2 г. Улан-Батора
срок запуска – октябрь 2012г.**

**СТРОИТЕЛЬСТВО
ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
КОТЛА НОВОГО ТИПА**

Планируемые результаты:

- **экологически чистое** производство тепловой энергии - полное отсутствие золошлаковых отходов 20-кратное снижение атмосферных выбросов.
- **снижение** себестоимости тепла
- производство чистого бытового топлива около 210 тыс. тонн в год

ТЭЦ-2 г. Улан-Батора

Объем контракта: 25 млн.\$ (модернизация котла и строительство цеха брикетирования кокса)

Срок окупаемости: 1,5 года после ввода в эксплуатацию

5 Действующий проект: модернизация ТЭЦ-2 г. Улан-Батора пред усматривает строительство энерготехнологического котла нового типа с линией брикетирования кокса срок запуска – октябрь 2012г. **Планируемые результаты:** экологически чистое производство тепловой энергии - полное отсутствие золошлаковых отходов 20 - кратное снижение атмосферных выбросов. снижение себестоимости тепла производство чистого бытового топлива около 210 тыс. тонн в год ТЭЦ-2 г. Улан-Батора Объем контракта: 25 млн.\$ (модернизация котла и строительство цеха брикетирования кокса) Срок окупаемости: 1,5 года после ввода в эксплуатацию.

МАЛАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Автономные энергоблоки малой мощности – от 100-200 кВт до 2-3 МВт

Область применения: замещение дизельных электрогенераторов.
Экономический эффект: снижение топливной составляющей в стоимости 1 кВт·ч в 5 раз (с 4,3 руб. до 0,8 руб.)
Срок окупаемости: 3000-4000 часов работы.



6 Разработаны энергоблоки малой мощности – от 100-200 кВт до 2-3 МВт, работающие на угольном газе. Аналог дизельного электрогенератора, но работающий не на дизтопливе, а на горючем угольном газе. Топливная составляющая в стоимости 1 кВт·ч снижается с 7.1 руб. (при цене дизтоплива 25 тыс. руб./т) до 1,3 руб. (при цене угля 750 руб./т), т.е., как минимум, в 5 раз. Окупаемость энергоблока – 3000-4000 часов работы. Проведены опытные испытания. По заказу Латвии совместно с Чехией пилотный энергоблок планируется установить в Академгородке г. Красноярска.

Газовое топливо из угля может использоваться как заменитель классических видов топлива в самых разнообразных отраслях промышленности:

- печи обжига известняка, магнезита, других стройматериалов и руд;
- кирпичные заводы;
- сушильные агрегаты различного назначения;
- котельные на угле, природном газе или мазуте;
- газопоршневые электростанции;
- сельское хозяйство: сушка зерна, производство спирта, сахара и другие процессы термической переработки продукции;

Кроме этого, на основе этого принципа разработаны кардинально новые технологии, экономическая эффективность которыхкратно превосходит известные зарубежные аналоги:

- а) получения синтез-газа для производства жидкого топлива из угля;
- б) превращения угля в заменитель природного газа (метана).
- в) получения водорода;

Все технологические процессы готовы к немедленному коммерческому использованию.

Отдельная тема – водород. Технология «Термококк» кардинально меняет устоявшееся мнение обобщенное так же академиком А.Е. Шейндлиным: «Водород нельзя называть источником энергии. В природе он

находится в связанном виде, входя в состав воды, тех или иных природных углеводов, биомассы, различных органических отходов. Получение водорода из этих химических соединений требует затрат энергии. Поэтому водород следует рассматривать как искусственный промежуточный энергоноситель».

В данном случае водород легко выделяется из угольного газа с помощью мембранной технологии. Мембранная технология уже хорошо изучена и применяется на протяжении более 20 лет. Основное преимущество водородных мембранных установок, безусловно, заключается в их простоте и надежности при небольших весе и габаритах. Таким образом, основная задача водородной энергетики будущего – дешевый водород, посредством технологии «Термококк» может быть решена.

Реальные результаты применения технологии «Термококк» следует рассмотреть в следующих аспектах:

1. Энергетика: нефтегазамещение, автономное энергоснабжение в ЖКХ, промышленности и сельском хозяйстве.
2. Экономика: двукратная эффективность при комплексном использовании бурых углей в энергетике и металлургии
3. Экология: снижение атмосферных выбросов в несколько раз при полном отсутствии шламовых полей и золоотвалов.
4. Экспорт: мировая цена на кокс 2005г. – 70\$/т. 2008г. - 500 \$/т. 2009г. - 250 \$/т.
5. Новые виды топлива: водород, генераторный газ, угольная суспензия, топливные брикеты, жидкое топливо и др.
6. Социальный аспект: производство дешевого газа из угля позволит радикально снизить или зафиксировать тарифы на тепло и электроэнергию для населения, обеспечить производство дешевых стройматериалов и соответственно – доступное жилье. Строительство (реконструкция) ТЭЦ и ГРЭС по технологии «Термококк» обеспечивает создание новых рабочих мест на высокотехнологичных производствах.

Сложившаяся к настоящему времени промышленная структура отторгает любые инновации, направленные на изменение положения дел. Без радикального изменения ситуации в области энергопотребления вступление России в ВТО приведет к тому, что она окажется просто не конкурентоспособной на мировом рынке.

Компанией «Сибтермо» выполнен большой задел в Монголии, Латвии, готовятся контракты в Турции. Проявляется большой интерес со стороны Кореи, Австралии, Индии, Индонезии. Поскольку сегодня основными инвесторами строительства завода в Монголии являются китайские фирмы (Гонконг, Сингапур), то весьма вероятно, что после строительства первого крупномасштабного предприятия технология безвозвратно, контрафактным образом уйдет в Китай, который богат бурым углем, импортирует кокс, нуждается в энергии и очень быстро развивается.

В итоге, в России, где действительно от угольной до водородной энергетики остался один шаг, безусловно, сделать его должно и может только руководство страны. И не уговорами, а решительным законодательным образом как с лампочками. Необходимо собрать за одним столом металлургов, угольщиков, коммунальщиков, энергетиков и объявить им о полной термококсизации всей страны. А за выбросы и отходы увеличить штрафы до полного банкротства.

АНОТАЦИЯ

Обозначены основные экологические энергетические и экономические проблемы, связанные с использованием традиционных угольных энерготехнологий. Описаны преимущества новейшего подхода к использованию молодых углей, заключающегося в энерготехнологической переработке с одновременным производством тепловой и электрической энергии, коксовой продукции и водорода. Представлены промышленные примеры использования технологии «ТЕРМОКОКС» в России и за рубежом.

Ключевые слова: технология «Термококк», технология "Термококк-КС"

ABSTRACT

The basic ecological power and economic problems connected with use of traditional coal power technologies are discussed. Advantages of the newest approach to use of the young coals, consisting in power technological processing with simultaneous manufacture of thermal and electric energy, коксовой production and hydrogen are described. Industrial examples of use of technology are presented THERMOCOXS In Russia and abroad.

Keywords: technology «THERMOCOXS», technology «THERMOCOXS-KS».

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАХАНОАКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ
МИКРОПОМОЛА.**

*Бурдуков Анатолий Петрович, зл. н. сотр., д.т.н. Институт теплофизики им. С.С.Кутателадзе СО
РАН. Новосибирск. Россия.*

*Ломовской А.И., зав. лаб., зам. дир. по науке, д.х.н. Институт Химии твердого тела и механохимии.
Новосибирск. Россия*

Юсупов Т.С., в.н.с., д.т.н., Институт Геологии и Минералогии СО РАН Новосибирск. Россия

В «Энергетической стратегии до 2030 г.» прогнозируется рост доли угля в структуре топлива тепловых электростанций с нынешних 26% до 34—36% к 2030 г. за счет снижения доли газа с 70% до 60—62%. Однако в период 2000-2010 гг. на внутреннем рынке российских энергетических углей наблюдалась стагнация. Одной из главных причин не востребоваемости угля российскими энергетиками является недостаточное, а зачастую и отсутствующее, применение обогащения и стандартизации энергетических углей, приводящее к низкой эффективности эксплуатирующихся пылеугольных котлов и сверхнормативным вредным выбросам.

При увеличении доли угля в топливно – энергетическом балансе, традиционные методы добычи и потребления угля приводят к превращению угольных регионов в экологически неблагоприятные зоны, т.к. на каждый киловатт установленной мощности угольной электростанции ежегодно выбрасываются в окружающую среду 500 кг золы и шлаков, 10 кг оксидов азота, а из серосодержащих углей до 75 кг и выше оксидов серы.

Одной из основных задач сжигания твердого топлива в пылевидном виде является обеспечение быстрого воспламенения и полного выгорания пылевзвеси с высокими экологическими показателями. А эти процессы в большой мере определяются кинетическими характеристиками твердых топлив при их воспламенении и горении. Однако при этом до настоящего времени в российской энергетике при пылеприготовлении не обращалось внимание на способы измельчения и процессы механоактивации, оказывающие очень большое влияние на изменение кинетических характеристик исходного топлива. Высокоэнергонапряженное измельчение, как метод направленного изменения свойств твердых тел, в последнее десятилетие получил широкое развитие. Особенно бурно развивается механохимический раздел данного направления.

Перспективной технологией в энергетике может стать технология применения в энергетике углей микропомола до 15- 45 мкм с улучшенными кинетическими характеристиками при их механоактивации, обеспечивающая оптимальные аэродинамические и теплотехнические условия сжигания угольного факела. Проведение широкого круга исследований по выявлению влияния процессов механоактивации твердых углей на энергетические процессы является актуальным. В России работы такой направленности практически не ведутся, а из зарубежных данных имеются одиночные примеры использования угля микропомола в процессах стабилизации горения пылеугольного факела в энергетических котлах, а также в технологии «ребёнка».

При использовании угля в энергоблоках новой генерации, например с пылеугольным факельным сжиганием к сырью будут предъявляться весьма жесткие требования как по зольности и теплоте сгорания, так и по его реакционным свойствам.

Для проведения натурных испытаний горелочных устройств для систем розжига и подсветки пылеугольных котлов и замещения мазута в котлах промэнергетики создан – сконструирован и подготовлен к испытаниям стенд тепловой мощностью до 5 МВт, работающий на механоактивированных углях микропомола.

Доказана возможность автотермического режима горения механоактивированного угля микропомола с использованием вихревого предтопка в качестве 1-й ступени 2-х ступенчатой пылеугольной горелки для розжига и стабилизации горения без использования газа или мазута в пылеугольных котлах. Показано, что доизмельченная после ШБМ пыль (средний размер 40мкм) воспламеняется и горит с достаточно высокой скоростью, близкой к скорости горения газомазутного факела.

Исследовано влияние предварительной механической активации углей различной стадии метаморфизма (Д, Т) в высокоэнергонапряженных аппаратах – дезинтеграторе и центробежно-планетарной мельнице, на их реакционную способность. Независимо от степени метаморфизма наиболее реакционноспособным является угольное вещество, подвергнутое механическим воздействием, сочетающим сдвиговые деформации с ударом. Но дезинтеграторная активация, отличающаяся меньшей химической активностью, имеет ряд преимуществ, состоящих в сравнительной простоте эксплуатации аппаратуры, а также освоения промышленностью дезинтеграторов большой производительности.

Изучена возможность глубокой деминерализации углей разной стадии метаморфизма без применения автоклавных условий и экологически опасных химически агрессивных сред с использованием активационного измельчения в аппаратах различного типа действия (ЦПМ, дезинтегратор).

Результаты экспериментов показывают возможность получения малозольных сверхчистых концентратов – угольных продуктов с повышенным энергетическим потенциалом и экологической чистотой при их использовании.

Показано, что механическое активирование углей разных стадий метаморфизма марок Д и Т приводит к снижению температурных показателей процесса термоокислительной деструкции, сужению температурного

интервала горения, что свидетельствует об увеличении реакционной способности и интенсификации процесса выгорания топлива.

Интенсивная механическая обработка высокометаморфизованного тощего угля повышает его реакционную способность, проявляющуюся в снижении величины энергии активации по всему температурному интервалу термоокислительной деструкции.

Проведенными исследованиями установлено, что наиболее реакционноспособными при горении в воздушной среде являются образцы низкометаморфизованного длиннопламенного угля, подвергнутые механическим воздействиям, сочетающим сдвиговые и ударные нагрузки, для которых характерно наиболее значительное снижение энергии активации, что объясняется механодеструкцией макромолекул угольного вещества.

Показано, что диспергирование в дезинтеграторе, основным видом воздействия в котором является удар, способствует эффективному раскрытию сростков частиц минеральных включений и извлечению их при гравитационном разделении в углях разных стадий метаморфизма, что позволяет получать из них концентраты с низкой зольностью.

Показано, что степень минерализованности угольного вещества оказывает влияние на гранулометрический состав продуктов ультратонкого измельчения высокозольных углей. Установленная зависимость позволяет прогнозировать поведение углей в процессах дезинтеграции их в высокоэнергонапряженных измельчителях.

Проведены исследования возможностей обогащения твердого топлива на основе соломы и на основе бурого угля. Разработаны научные основы разделения механически активированного растительного сырья на фракции, отличающиеся по химическому составу и теплотворной способности. Получены фракции с повышенным содержанием лигнина, который имеет более высокую теплотворную способность по сравнению с целлюлозой.

Проведено исследование поведения механически активированного угля при окислении. Показано, что энергия активации окисления мелкой фракции, которую составляют субмикронные частицы и частицы размером менее 10 мкм, существенно меньше энергии активации окисления неклассифицированного механически активированного угля: мелкая фракция оказывается более кинетически активной и сгорает при меньших температурах. Образование субмикронных частиц при механической обработке угля оказывает существенное влияние на кинетику его окисления.

Впервые показано наличие наночастиц угля с размерами 30 – 50 нм в газовой атмосфере, в которой производится механическая обработка угля.

Представляется перспективным продолжение исследования влияния присутствия фракции наночастиц угля на процессы горения угля с целью повышения эффективности использования твердого топлива и снижения потенциальных рисков, связанных с образованием высокоактивных пылевых смесей.

Выполненные исследования автотермического сжигания широкой гаммы углей (Кузнецкий, Канско-Ачинский, Экибастузский, Тихонский) показали возможность использования технологии микропомола для создания систем замещения газа и мазута в энергетических установках.

Результаты проведенных исследований по сжиганию твердых топлив (углей различной стадии метаморфизма и растительного сырья) на стенде до 5 МВт будут использованы при выработке рекомендаций по: экологически чистому и энергоэффективному сжиганию твердых топлив в существующих энергетических технологиях, созданию новых технологий использования широкого спектра углей и растительного сырья взамен дорогих и дефицитных газа и мазута в процессах розжига и подсветки на пылеугольных котлах, разработке новых типов промышленных котлов на пылевидном механоактивированном топливе, прямому использованию угля без стадии газификации в газотурбинных установках, замещению технологий сжигания угля в слоевых топках факельным сжиганием механоактивированных углей микропомола.

В настоящее время ведутся работы по замещению мазута углем микропомола на котле ПК-40 беловской ГРЭС Кузбассэнерго и по замене солярового розжига на одном из котлов Чаунской ТЭЦ Чукотэнерго.

Аннотация

Разработана технология механоактивационного измельчения натуральных топлив, позволяющая существенно повысить их реакционные свойства. Проведены эксперименты по механоактивационному измельчению и сжиганию углей различных стадий метаморфизма. Разработаны технические предложения по замещению газа и мазута при розжиге пылеугольных котлов.

Abstract

The grinding technology for mechanically activated natural fuels was developed. This technology allows a significant improvement of reaction quality of these fuels. Experiments on mechanically activated grinding and combustion of coals at different stages of metamorphism were carried out. The draft proposals on substitution of gas and mazut at ignition of coal-dust boilers were made.

ГАЗОГЕНЕРАТОРЫ ПРЯМОГО ПРОЦЕССА С ДВОЙНОЙ ЗОНОЙ ГОРЕНИЯ И БРИКЕТИРОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ

Загруддинов Р.Ш., к.т.н., докторант, Малыхин Д.Г., аспирант, Никишанин М.С., аспирант, Сеначин П.К., д.т.н., профессор, ЗАО "СУЗМК ЭНЕРГО", г. Среднеуральск. Алтайский государственный технический университет, Барнаул

Несмотря на отработанность и простоту конструкции газогенераторы прямого процесса имеют весьма ограниченное использование в современном мире. В первую очередь это связано с возросшими экологическими требованиями. Генераторный газ прямого процесса настолько сильно загрязнён продуктами пиролиза газифицируемого топлива, что без соответствующей очистки непригоден ни для выработки электроэнергии (в ГПЭС или ГТУ), ни для дальнейшего синтеза жидкого синтетического топлива (ЖСТ), метанола или других химических продуктов. При этом система очистки генераторного газа прямого процесса является достаточно громоздкой и очень дорогостоящей, значительно превышающей стоимость основного газифицирующего оборудования.

Газогенераторы обращённого процесса, хотя и лишены большей части этих недостатков по загрязнённости газа, обладают другим недостатком – небольшой единичной мощностью, позволяющей их практически использовать только в ГПЭС мощностью до 150-200 кВт.

Авторами вот уже в течение полутора-двух лет рассматриваются возможности использования в миниТЭЦ, производстве ЖСТ и других синтетических продуктов газогенераторов с двойной зоной горения (с двойным отбором газа).

Принцип работы газогенераторов с двойным отбором газа (двухзонная технология газификации) известен давно и, начиная с 30-х годов прошлого века и до конца 50-х годов, он находил применение в СССР. Начиная с начала 60-х годов, в связи с вводом в эксплуатацию месторождений природного газа, газификация твёрдого топлива в СССР начала свёртываться. Вместе с этим ушла в небытие в нашей стране и технология двухзонной газификации.

Дальнейшее развитие эти технологии получили в Китае (пришли из СССР в конце 1940-х годов) по направлениям – «из угля к жидкому топливу» и «из синтез-газа к производству удобрения», большинство их газогенераторов работает при атмосферном давлении, с использованием воздуха в качестве окислителя, предпочитая его дорогостоящему кислородному дутью. Из Китая технологии с раздельным отбором газов – пиролизного (газа карбонизации) и газа активной зоны были заимствована американцами. Газогенераторы EPIC (Econo-Power International Corporation) эксплуатируются уже около 30 лет в США. Их конструкция (Рисунок 1) уходит корнями к двухзонным китайским газогенераторам, которые в свою очередь были скопированы в СССР. Основной их особенностью является разделение реактора на зоны подготовки топлива (зона пиролиза) и газификации. Проект EPIC был реализован в газогенераторах типоразмеров с диаметром реактора 3,0 и 3,6 метров. В соответствии с отчётами EPIC газогенератор модели 2ST 3.6 имеет номинальную мощность 25,2 Гкал/ч, и модель 2ST 3.0 имеет номинальную мощность 17,64 Гкал/ч. При использовании Западного угля производительность одного газогенератора составляет порядка 16000 м³ чистого газа (с теплотой сгорания около 7,1 МДж/м³).

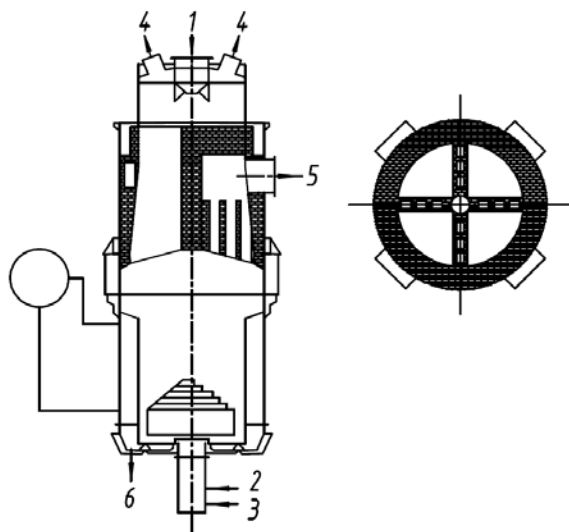


Рисунок 1 – Схема газогенератора с двойным отбором газа:

- 1- ввод топлива;
- 2,3- подвод пара и воздуха на дутьё;
- 4- отвод верхнего (пиролизного) газа;
- 5- отвод нижнего газа

С нашим участием инженерный центр «Новые Энергетические Технологии» (ООО «НЭТ») разработал модель модернизированного газогенератора этого типа и в течение короткого времени готов выдать рабочую документацию и наладить производство газогенераторов этого типа.

Особенностями газогенераторов конструкции ООО «НЭТ» являются:

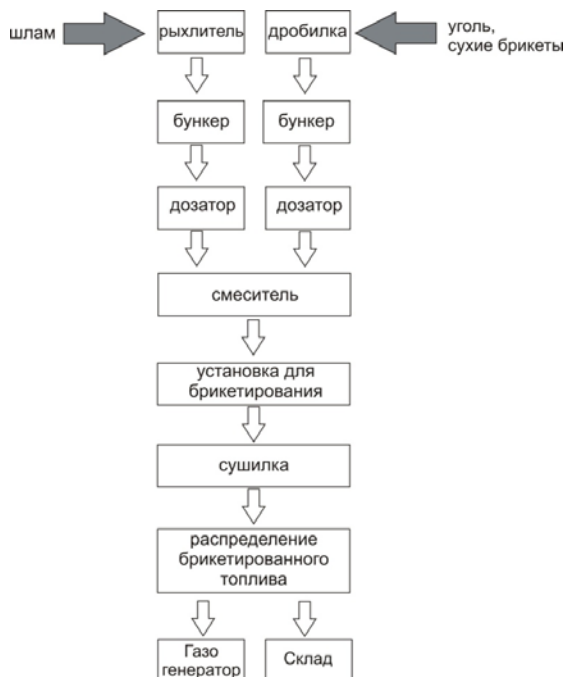
- Отработанная на практике шлюзовая система загрузки топлива в реактор (барabanного питателя, порционера, шлюза и управляющие ими клапаны) исключая прорыв газов в топливный бункер и поддерживающая давление в верхней части реактора.
- Гидравлическое управление всеми приводами (вращения колосниковых решёток, барабанных питателей, порционеров и управления клапанами и пр.) всех механизмов производится от одной маслостанции.
- Оригинальная конструкция уплотнений нижней части газогенератора и наличие зольной шлюзовой камеры позволяет поддерживать требуемое давление в нижней части реактора разработки ООО «НЭТ».
- Использование в конструкции схемы отбора нижнего газа в качестве материала – «карбида кремния».

В разработанных схемах применения газогенераторов с двойной зоной горения присутствуют решения, оптимизирующие процесс газификации, расширяющие возможности применения широкого спектра топлив и позволяющие влиять на соотношение CO к водороду. Этими решениями являются:

1. Наличие в схеме парового котла с паропроизводительностью требуемой для паровоздушного дутья процесса газификации. Котёл пристраивается непосредственно к газогенератору и работает на горячем «верхнем» (пиролизном) газе, содержащем значительное количество масел и смол, а также незначительное количество уноса угольной пыли. Этот газ без очистки в горячем виде (с температурой 250-400°C) направляется в вихревую горелку топki парового котла типа ДКВР-2,5. В эту же горелку подаётся горячий воздух из воздухоподогревателя установленного в схеме утилизации тепла нижнего газа. Пар, выработанный на котле, перегревается в пароперегревателе, установленном в схеме утилизации физического тепла «нижнего» чистого газа.

2. Установка в этой же схеме утилизации физического тепла «нижнего» газа воздухоподогревателя для подогрева дутьевого воздуха для паровоздушного дутья и сжигания верхнего газа в котле. Температура подогрева воздуха определяется характеристиками минеральной части газифицируемого топлива и требуемым составом газа.

Брикетирование некондиционного топлива. Топливо для газификации в себестоимости производства паровоздушного газа из кондиционного кускового угля, составляет 60-75%, в зависимости от цены исходного топлива. Одним из путей удешевления конечной продукции является использование отходов углеобогащения или биомассы (древесины, торфа, биошлама) и недорого местного твёрдого топлива. При этом подходе значительно возрастает роль подготовки топлива к его газификации, а именно процессов подготовки исходного сырья к брикетированию, выбора связующих, брикетирования и сушки брикетов. Основным требованием к брикетам является сохранение формы брикета на всех этапах его газификации при прохождении в реакторе. Ясно, что прочностные характеристики брикетов, сохранение своей формы в процессе горения в большой степени зависят от характеристик исходного сырья, однако, выбор оптимального связующего материала также является немаловажным фактором.



Иногда использование соответствующего связующего значительно улучшает характеристики брикета, которые нельзя было ожидать от исходного материала. При этом выбор режима газификации, поддержание оптимальных температур в зоне газификации и, соответственно, параметров паровоздушного дутья также в значительной мере будет определяться характеристиками брикетов. С участием авторов инженерный центр ООО «Брикетные Технологии» разработало эффективные технологии брикетирования различных углеродосодержащих отходов.

Схема брикетирования угольно-го шлама производительностью 5 т/ч приведена на рисунке 2. Схема разработана для когенерационной мини-ТЭЦ, предназначенной для выработки 2,0 МВт электрической и 6,5 МВт тепловой энергии.

Рисунок 2 - Технологическая схема брикетирования угольного шлама

АННОТАЦИЯ

Приведено описание и принцип работы газогенератора прямого процесса с двойной зоной горения для газификации отходов углеобогащения и других углеродосодержащих отходов, разработанного с участием авторов, для работы газопоршневых мини-ТЭЦ и синтеза жидкого синтетического топлива. Рассмотрены вопросы брикетирования углеродосодержащих отходов для работы газогенераторов плотного слоя, технология изготовления которых разработана с участием авторов.

The description and principle of work of a gas generator of direct process with a double zone of burning for gasification of the waste of coal and other carbon containing waste, developed with participation of authors, for work of gazopistonning mini-combined heat and power plants and synthesis of liquid synthetic fuel is provided. Questions of briquetting of an carbon containing waste for work of gas generators of the dense bed which manufacturing techniques are developed with participation of authors are considered.

УДК 621.187.11

БЕЗНАКИПНЫЙ ВОДОГРЕЙНЫЙ КОТЕЛ.

*Ю.Е.Киселев, директор ООО «ТЭСТ», В.Н.Сливной, доцент КузГТУ,
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово, РФ*

В настоящее время повышение надежности теплоснабжения потребителей, как промышленных, так и коммунальных, является весьма существенной проблемой, поскольку это в значительной степени определяет энергетическую безопасность, как отдельных потребителей, так и инфраструктурных единиц и, в целом, всего региона. С другой стороны невысокая надежность и неэффективность теплоснабжающих систем препятствует энергосбережению, поэтому вопросы совершенствования этих систем весьма актуальны.

Понятно, что указанные проблемы связаны со всеми звеньями теплоснабжения: теплогенерацией, передачей и распределением тепловой энергии, работой потребителей. Один из главных факторов является невысокая надежность и неэффективность котлов. Образование отложений солей жесткости (накипь) на теплообменных поверхностях котлов является одной из основных причин ухудшения их работы. Накипеобразование ведет к тепловой и гидравлической разбалансированности, повышению аварийности и малому ресурсу работы.

Для предотвращения отложений применяются различные методы, такие как магнитная обработка воды, комплексоны, ПАВ и т.д.[1]. Все они имеют свои преимущества и недостатки и применяются, по разным причинам, далеко не везде. Около 50 % котельных области имеют системы водоподготовки. Такая же обстановка и в других областях региона. Как отмечается, например, в [2], большое количество котельных в Томской области не имеют обязательных систем водоподготовки, а там, где они имеются, далеко не всегда работают эффективно. Это приводит к значительному сокращению сроков службы заводских котлов. При работе на природной воде из-за отложений солей жесткости на внутренних поверхностях трубок они забиваются и котел через 2-3 сезона выходит из строя, его приходится менять. Поэтому радикальным решением проблемы было бы создание котла, который может работать длительное время на природной воде, без водоподготовки. Именно такой котел разработан Ю.Киселёвым, на который вместе соавторами им получен патент. Суть изобретения состоит в том, что для предотвращения отложений на внутренних поверхностях теплообменных трубок значительно увеличена пристенная скорость движения воды за счет закрутки потока теплоносителя.

Закрутка потока широко применяется в теплообменных аппаратах, используемых в различных отраслях промышленности вплоть до ядерных реакторов и ракетно-космической техники. Это один из наиболее эффективных и перспективных способов интенсификации теплообмена, ее применение увеличивает коэффициент теплоотдачи в 2...2,5 раза [3]. При разработке данного котла основной целью закрутки потока было именно уменьшение отложений за счет, как указано, повышения пристенной скорости потока.

Закрутка потока обеспечивается разными способами: закрученной металлической лентой, вставленной по всей длине канала, пружинными спиральными вставками, внутренними спиральными ребрами, спиральными канавками, сферическими выемками и др.[4]. Всем им присущи определенные недостатки, связанные с усложнением конструкции и технологии изготовления. Решение же, предложенное Ю.Киселёвым, состоит в том, что соединение двух соседних труб в секции обеспечивается тангенциально-щелевым переходником, позволяющим создать вращательно-поступательное (спиральное) движение воды при каждом переходе. Секции между собой соединяются последовательно, образуя одну ветвь, в котле предусматриваются две ветви из нескольких последовательно соединенных секций, устанавливаемых по противоточной схеме движения воды относительно дымовых газов. В этом состоит существенное отличие разработанного котла от других известных котлов, например, котла «Богатырь» Ижевского котельного завода.

По теории и практике закрученных потоков опубликовано большое количество работ. Теоретические и экспериментальные исследования продолжаются и в настоящее время [4]. Однако активное изучение теплообмена и динамики закрученных потоков из-за сложности проблемы не привело пока к исчерпывающему анализу всех процессов, происходящих при закрутке.

Для изучения этих процессов разработан ряд стендов, в том числе со стеклянными трубками для визуализации движения воды, в которую вводились гранулы из пенопласта. На этом стенде было четко видно, что движение воды по трубам является вращательно-поступательным, причем внешние пристенные слои имеют меньший шаг закрутки, плавно увеличивающийся к оси трубы. В осевой части трубы наблюдалась винтовая струйка воздушных пузырьков с максимальным шагом вращения. Было установлено также, что шаг закрутки обратно пропорционально зависит от расхода воды. При удалении от тангенциального перехода происходит плавное затухание закрутки.

Экспериментальные исследования на стенде и, главное, успешный опыт эксплуатации опытно-промышленных образцов новых водогрейных котлов (длительная, в течение 10 лет работа без накипеобразования, что подтверждает вырезка образцов на трубах действующих котлов – внутренняя поверхность чистая, гладкая) доказывают эффективность данных котлов с закруткой потока с помощью тангенциально-щелевого перехода.

Эти положительные результаты исследований были получены для котлов мощностью от 100 кВт, с трубками диаметром 32 мм. Данные котлы имеют свою нишу, обеспечивая тепловой энергией отдельных потребителей (небольшие предприятия, агропромышленные хозяйства, коттеджи и т.д.) В то же время, большое значение для коммунальной энергетики имеют новые котлы с закруткой потока более мощные (1000...6000кВт). Для них потребуются теплообменные трубы большего диаметра (57 мм). Соответственно, необходимы подробные исследования закрученных потоков в таких трубах, поскольку с изменением диаметра изменятся все характеристики, прежде всего, коэффициент теплоотдачи и др. Для выбора оптимальных параметров необходимо исследовать работу таких котлов в различных режимах. Кроме экспериментальных исследований, для которых требуется новый стенд, планируется выполнение компьютерного моделирования процессов закрутки для более глубокого анализа происходящих явлений и дальнейшего совершенствования котлов, не требующих водоподготовки. Такое моделирование может быть выполнено на основе программного комплекса Solidworks с модулем гидрогазодинамического конечно-элементного анализа Flow Simulation. В настоящее время в этой программе проводится исследование гидродинамических процессов закрутки, поведения жидкости, получение зависимостей от напоров, диаметра труб и параметров тангенциально-щелевых переходов. В частности, установлено, что поток после тангенциального перехода уплотняется, далее происходит его распрямление и перемешивание слоев воды по сечению трубы.

К задачам по исследованию и совершенствованию нового котла относится также вопрос расширения возможностей с точки зрения применяемого топлива. В настоящее время данный котел работает на угле, в перспективе же необходимо обеспечить возможность использования жидкого, в том числе, водоугольного топлива, а также газообразного, причем не только природного газа, но и генераторного газа, синтез-газа, биогаза. Последнее особенно актуально для сельской местности, где наиболее рациональна установка таких котлов (из-за отсутствия водоподготовки) и где имеется большое количество отходов сельскохозяйственного производства. В этом случае, к технико-экономическим преимуществам данного котла добавится еще и экологический эффект. Наконец, еще одной серьезной задачей в рамках данного направления является изучение возможности применения рассмотренного способа борьбы с накипеобразованием и для паровых котлов, что также весьма актуально.

Литература

1.Рыженков В.А., Волков А.В., Лукин М.В. О работе теплоснабжения и опыте реализации ПАВ-технологии для реновации системы отопления здания школы в Воркуте // Промышленная энергетика. 2012. № 6. С.16-20.

2 Привалихин Г.К., Артамонцев А.И., Лебедев Б.В. О состоянии водоподготовки на предприятиях малой энергетики // Промышленная энергетика. 2012. №6. С.26-27.

3.Круг А.Ф., Кузма-Кичта Ю.А., Комендантов А.С.Обобщение данных по критическим тепловым нагрузкам при закрутке потока с помощью ленты // Теплоэнергетика. 2010. № 3. С. 46-51.

4.Леонтьев А.И., Олимпиев В. Потенциал энергосбережения различных способов закрутки потока и дискретно шероховатых каналов // Известия РАН. Энергетика. 2010. № 1. С.13-49.

Аннотация

Описан водогрейный котел, который может работать без водоподготовки за счет закрутки потока воды в трубах.

Described the boiler, which can work without water-preparation, at the expense of swirling the water flow in pipes.

ТЕХНОЛОГИЯ СЖИГАНИЯ УГЛЯ В ВИДЕ ВОДОУГОЛЬНОЙ СУСПЕНЗИИ

*С.В. Алексеенко, директор Института теплофизики им. С.С.Кутателадзе СО РАН,
И.В. Кравченко, директор «Корпорации ПРОТЭН»,*

*Л.И. Мальцев, главный научный сотрудник Института теплофизики им. С.С.Кутателадзе СО РАН,
г. Новосибирск, Россия*

Введение. По данным за 2006г. в России действует около 66 тысяч котельных (около 180 000 котлов), из них около 63 тыс. имеют мощность ниже 20 МВт. Эти котельные составляют по существу распределенную систему производства тепловой энергии страны (малая промышленная энергетика, муниципальные котельные и т.д.)

Техническое состояние котельных, и прежде всего угольных, находится на недопустимо низком уровне. Как правило, угольные котельные используют слоевое сжигание углей. При этом коэффициент выгорания углерода составляет 50-60% и менее. Фактический КПД котлов часто не превышает 50%. Котлы не только не имеют систем автоматического регулирования технологическим процессом, но и не оснащены элементарными средствами механизации, и в них используется ручной труд. Удельная повреждаемость составляет 0,07- 0,10 повреждений в год на одну котельную. Наиболее низким уровнем надежности, экологичности и экономичности характеризуется сфера децентрализованного теплоснабжения от системы мелких и средних котельных.

Другая проблема заключается в том, что в угольной промышленности на разных этапах добычи и переработки углей образуются большие объемы сильно обводненных угольных шламов, которые не могут быть востребованы при существующих методах сжигания углей. В процессе мокрого обогащения углей также образуются в больших объемах отходы, которые, как правило, выбрасываются в окружающее пространство, загрязняя его, при том, что эти отходы порой содержат более 50 % углерода.

Эффективным выходом из создавшегося положения может оказаться перевод котлов на сжигание углей в виде водоугольной суспензии (ВУС).

Технология сжигания угля в виде ВУС по сравнению с традиционными способами сжигания угля имеет целый ряд преимуществ:

это увеличение степени выгорания горючей массы до 95–99%; увеличение КПД котлов до 80–85%; снижение себестоимости единицы вырабатываемой тепловой энергии в 1,5–5 раз, в зависимости от соотношения цен на уголь и другие энергоносители; возможность частичной или полной замены дорогостоящего мазута и других углеводородных топлив; возможность использования угольных шламов и отходов углеобогащения; взрывопожаробезопасность; возможность транспортировать ВУТ по трубопроводам, в том числе, на большие расстояния; уменьшение эксплуатационных затрат при хранении, транспортировании и сжигании ВУТ по сравнению с углем; частичное решение экологических проблем - снижение вредных выбросов (окислов азота, окиси углерода, частиц летучей золы).

При существующих обстоятельствах наиболее перспективной для применения водоугольных технологий является малая энергетика, так как здесь меньше капитальные затраты на реконструкцию котлов, невысокие сроки окупаемости.

В докладе представлены результаты авторов по развитию технологии.

ВУТ - технология включает в себя решение нескольких крупных проблем: приготовление ВУТ, его хранение и транспортировка, сжигание.

Коротко рассмотрим элементы ВУТ – технологии.

Приготовление ВУТ. Одним из основных звеньев в технологии приготовления ВУС является измельчение угля, которое, в частности, позволяет регулировать распределение размеров частиц конечного продукта, что в свою очередь, влияет на реологические свойства ВУС, определяет характер течения структурированной системы. Известно, что определенное улучшение характеристик ВУС достигается при получении достаточно большого количества тонкой фракции твердого материала.

Показано, что при мокром измельчении углей образуются устойчивые суспензии, имеющие удовлетворительные реологические характеристики, повышенное содержание тонких фракций угля, улучшенные показатели при транспортировании и хранении ВУС. При сжигании такой ВУС повышается интенсивность горения и снижается износ оборудования по сравнению с ВУС, полученной при сухом размоле угля и последующем его смешении с жидкостью.

Нами применяется двух-стадийная « мокрая» технология производства ВУТ. На первом этапе используются наиболее экономичные при крупномасштабном производстве измельчающие устройства - шаровые барабанные мельницы. На втором этапе полученную водоугольную суспензию подвергают кавитационной обработке. В течение многих лет авторами проводились экспериментальные исследования по ультразвуковой кавитации в различных жидкостях, и, в частности, изучение роли пузырьковых кластеров в кавитационных процессах. На основе результатов этих исследований разработан гидродинамический роторный генератор кавитации, использующий эффекты кластерной кавитации [1, 2]. Предложенный генератор представляет собой цилиндрическую камеру, внутри камеры вращается диск, на стенках которого с обеих сторон по нормали вдоль двух-трех или более радиусов диска закреплены цилиндрические столбики, а на торцевых стенках камеры

установлены аналогичные неподвижные цилиндры со смещением по радиусу относительно подвижных. В устройстве используется генерация пузырьковой кавитации в гидродинамическом следе за плохо обтекаемым телом. Здесь кавитация возбуждается в объеме жидкости, а не на стенках, благодаря чему стенки устройства не подвержены кавитационной эрозии. Сравнение гранулометрических составов ВУТ до и после кавитационной обработки показывает, что наиболее заметное изменение размеров частиц происходит в верхней части спектра. Содержание частиц размером до 10 мкм увеличивается с 10% до 25-30%. При этом ВУС приобретает свойства геля и практически не расслаивается даже без применения каких-либо стабилизаторов.

Описанная технология приготовления ВУТ позволяет получить топливо с характеристиками: состав - измельченный уголь (60 – 70%) + вода (30 – 40%) + пластификатор (до 1%); средний размер частиц - 50 – 70 мкм (до 120 мкм); динамическая вязкость – до 800 - 1000 сП; седиментационная устойчивость - не менее 30 дней.

Сжигание ВУТ. Водоугольное топливо содержит более 30% воды и вопрос выбора топочного устройства для сжигания такого топлива исключительно важен. Топливо, в виде капель попавшее в топку, должно пройти стадии испарения воды и сушки частиц угля, воспламенения угля и, наконец, его горения. Реактор, предназначенный для сжигания ВУТ, должен обеспечивать достаточно большое время пребывания частиц топлива в камере горения, интенсивное перемешивание топлива и окислителя и поддерживать необходимо высокую температуру во всем объеме камеры горения. Очевидно, что такие условия надежно могут быть получены только в теплоизолированных топочных камерах – муфельных печах.

Авторами предложено и опробовано вихревое топочное устройство, ориентированное на сжигание ВУТ в котлах малой и средней мощности [4, 5]. Устройство содержит футерованную камеру сгорания и экранированную кипяtilьными трубами камеру охлаждения, сообщающиеся между собой посредством газоперепускных окон или каналов. Главной отличительной особенностью этой топки является кольцевая форма камеры горения. Корпус камеры имеет форму, близкую к цилиндру с горизонтальной осью вращения и плоскими торцевыми стенками, вблизи осей симметрии которых установлены газоперепускные окна. На стенках камеры горения смонтированы форсунки, осуществляющие как раздельную, так и совместную подачу ВУТ и других видов топлива и первичного окислителя и дутьевые сопла с тангенциальной подачей воздуха.

Разработано физико-математическое моделирование процессов горения ВУТ в вихревой камере. В качестве математической модели для описания течения в топочной камере была принята модель неизотермического несжимаемого многокомпонентного газа. Течение газа считается установившимся, поэтому все уравнения записываются в стационарной постановке. Для описания процессов движения частиц используется метод Лагранжа. Движения частиц описывается уравнениями динамики материальной точки с учетом сил сопротивления и силы тяжести. Расчеты по модели позволяют достаточно быстро и эффективно находить решения ряда проблем, которые возникают при сжигании ВУТ и конструировании камеры сгорания. Розжиг топочного устройства производится путем сжигания высокорекреационного жидкого топлива, например, дизельного топлива, подаваемого через те же форсунки. После достижения температуры, обеспечивающей воспламенение частиц угля, котел переводится на ВУТ.

При сжигании жидких топлив важное место занимают устройства для распыливания топлива – форсунки. Нами на основе применения результатов исследования взаимодействия газовых, жидких и газожидкостных струй, с использованием эффекта Коанда и свойств кумулятивных струй, разработана высокоэффективная абразивоустойчивая пневматическая форсунка [6,7]. Отличительной особенностью этой форсунки является тот факт, что взаимодействие струй и формирование высокоскоростного трехфазного потока происходит за пределами форсунки.

Концепция применения ВУТ в малой теплоэнергетике. Технологии и приготовления, и транспортировки, и хранения, и сжигания ВУТ являются достаточно сложными и требуют к себе внимательного отношения. Приготовление ВУТ с гарантированными необходимыми показателями качества может быть организовано только на предприятии, оснащенном всем необходимым набором лабораторного и производственного оборудования. В условиях распределенной системы производства тепла наиболее перспективной представляется кластерная структура использования ВУТ, а именно: приготовление ВУТ на отдельных предприятиях в достаточно больших объемах и распределение топлива железнодорожным и/или автомобильным транспортом по котельным, расположенным в окрестности предприятия.

Опыт авторов по внедрению ВУТ-технологии. На Заводе «Корпорации ПРОТЭН» (г. Новосибирск) построены три пилотные котельные установки мощностью 1,5, 3 и 7 МВт на водоугольном топливе. Последняя установка создана на базе Бийского котла КЕ 10-14, изначально ориентированного на слоевое сжигание углей. В 2011 году в поселке Мошково Новосибирской области в муниципальной котельной, обеспечивающей поселок теплом, котел КЕ 10/14 был также переведен на сжигание углей в виде водоугольной суспензии.

В перечисленных котлах было организовано сжигание ВУТ, приготовленного из кузнецких углей марки Г и Д, антрацита, угольных шламов и шламов антрацита, отходов углеобогащения кузнецких углей. Испытания показали, что каждый из перечисленных продуктов может быть принят в качестве исходного материала для приготовления ВУТ. Коэффициент выгорания углерода составляет 95-97 %. КПД котлов принимает значения 85 – 87 %. Характеристики уходящих газов приближаются к характеристикам мазутных котельных.

Литература

1. Патент РФ № 2115176. Генератор кавитации. 1998г.
2. Патент РФ № 2346733. Генератор кавитации. 2009г.
3. Патент РФ №87700. Технологическая линия для производства ВУТ и его сжигания. 2009.
4. Патент РФ № 2389945. Топочное устройство для сжигания жидкого топлива. 2010.
5. Патент РФ № 2389948. Устройство для сжигания водоугольного топлива. 2010.
6. Патент РФ № 2346756. Пневматическая форсунка. 2009г.
7. Патент РФ № 2390386. Пневматическая форсунка. 2010г.

Аннотация

Представлены материалы по технологии сжигания углей в виде водоугольной суспензии. Показаны преимущества ВУТ – технологии перед традиционно применяемым в малой промэнергетике слоевым сжиганием углей. Приведены результаты авторов по методу приготовления ВУТ и по его сжиганию в топочных камерах. Представлены примеры внедрения ВУТ – технологии в практику.

Abstract

The report presents the materials on the technology for combustion of coal in the form of coal-water suspension. The advantages of CWF technology compared with traditional layer coal combustion applied in small industrial engineering are shown. The results obtained by the authors for the method of CWF preparation and combustion in the furnace chambers are presented. The examples of CWF technology implementation into practice are demonstrated.

ОБОСНОВАНИЕ НОВОЙ КОНЦЕПЦИИ И ПРИНЦИПОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ОРГАНИЗАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

*Черных Н.Г., ОАО «Консорциум Кузбассподземмашстрой», г.Новокузнецк
Мельник В.В., Московский государственный горный университет, г.Москва*

1. Анализ состояния вопроса

В гипотезе «Как и когда образовался уголь», опубликованной в журнале «Уголь» в 2009г. [1] автор излагает свое понимание образования угля на земном шаре, основываясь на космическом происхождении в период землеобразования.

Приняв гипотезу образования угля из пылевидного рассеянного угольного облака (завесы) обволакивающей земной шар и оседавшей попеременно чередуясь с породной пылью привело к новому подходу в решении задач по способу извлечения угля, его транспортированию к потребителям, к созданию нового поколения горных машин приближенных к получению угля в забое шахты в первозданном пылевидном состоянии и его транспортирование, хранение в закрытых транспортных системах до места потребления, например сжигания в котлоагрегатах ТЭЦ или бойлерах местного значения.

Из всех видов топлива, когда-то самым распространенным был уголь. Запасы его на земле огромны, только в Кузбассе 750 млрд.т., и поэтому, пока более всего, электрической и тепловой энергии вырабатывают те электростанции, которые сжигают каменный уголь. Сотни вагонов его поступают на мощную тепловую электростанцию каждые сутки. Ленточные конвейеры транспортируют с дроблением уголь в бункера котельной. Оттуда в шаровую мельницу превращая измельченный уголь в пыль. Эта пыль, увлекаемая воздухом, и вдувается в топку, где мгновенно вспыхивая, она отдает тепловую энергию воде, заполняющей трубы, с получением пара.

Котел сжигает по несколько вагонов в час. И каждый час производит сотни тонн пара. Давление 200-400атм., температура 500-560град. Итак, уходящий из котла пар поступает в турбину, приводит ее в движение, которая при вращении вырабатывает электроэнергию.

Так подробно описан способ получения электроэнергии и тепла из угля для того, чтобы дать понять угольщикам, что такой способ поставки угля потребителю для них много затратный и в основе его, не зная изначально как и когда образовался уголь, кроме как из деревьев и папоротников, потребители его используют в пылевидном состоянии, т.е. в состоянии, согласно гипотезы космического происхождения образования угля из пылевидного завесообразного облака. Так что же мы поставляем – «бульжники»? Которые и бабульки кое-как разбирают при использовании на бытовые нужды.

Автор статьи не ошибся, что из всех видов топлива когда-то самым распространенным был уголь. На атомных электростанциях роль котла выполняет ядерный реактор. На гидроэлектростанциях на лопасти турбины давит не пар, а вода. Эти же электростанции переводят котлы, вместо угольной пыли впрыскивают мазут или газ, которые менее затратны и более экологичны.

Согласно статистики в мире ежегодно добывается и используется около 3,3 млрд.т. нефти, 2,3 трлн.м³ природного газа и 3,3 млрд.т. каменного угля [2].

В нефтяном эквиваленте масса извлекаемого из недр и потребляемого человечеством углеродного топлива составляет 7,9 млрд.т. н.э. или соответствует примерно $7,6 \times 10^{15}$ г. углерода в год [2]. Эта картина, однако,

оказывается существенно не полной без учета хозяйственной деятельности людей, которая во многом связана с добычей и переработкой углеводородного сырья, в первую очередь, нефти и газа.

При сжигании всех видов топлива в атмосферу поступает почти втрое большее количество CO₂, которое увеличивает общую массу углекислого газа в атмосфере. Это, по мнению климатологов, вызывает наблюдаемое на земле потепление климата. Данная обеспокоенность специалистов нашла отражение в Международных соглашениях Киотского протокола (1997) по ограничению выбросов парниковых газов [2].

Возникает вопрос, как долго каменный уголь будет занимать соответствующее и какое место в балансе углерода?

Согласно «Энергетической стратегии России на период до 2020 года» основную часть электроэнергии планируется по-прежнему получать за счет выработки ее на тепловых станциях. Их удельный вес в общей установленной мощности отрасли практически остается на уровне 2000г. – 68-69%.

По данным НИИ экономики энергетики РАО «ЕЭС России», в балансе топлива при производстве электроэнергии в нашей стране в 2002 году доля природного газа составила 51%, а угля – около 18,6%. Для сравнения доля выработки электроэнергии на угле в США достигает - 52%, в Германии - 54%, Китае – 72%, Польше – 94%. В общем как в той поговорке «Чем богаты – тем и рады». При этом доля природного газа в общем мировом потреблении первичных энергоресурсов за последние годы существенно возросла и в первую очередь за счет использования его на тепловых электростанциях. По мнению некоторых руководителей и специалистов растянувшаяся по времени дешевая «газовая пауза» в отечественной энергетике привела к нарушению сложившегося за последние 50 лет топливно-энергетического баланса, существенному снижению развития технологий эффективного использования и потребления таких ресурсов как уголь, торф, биомасса и др. [3] При этом авторы в указанных работах считают, что при ожидаемой выработке основных месторождений нефти и газа, запасы которых в десятки раз меньше запасов угля, структура потребления энергоресурсов будет неотвратимо изменяться в сторону увеличения потребления угольного топлива.

Это потребует перевода электростанций и коммунальных котельных, работающих на природном газе и мазуте, на угольное топливо. Для их реконструкции понадобятся большие капитальные вложения и придется надолго останавливать котлы, что приведет к нарушению графиков производства и поставок энергии [3].

Согласно работам автора этой статьи, такого явления, как прекращение «затянувшейся газовой паузы» не ожидается. Из статьи автора «Когда и как образуется нефть и в каком количестве» опубликованной в научно-техническом журнале «Наука в нефтяной и газовой промышленности» [4] следует о непрерывности образования нефти и газа, что доказано на практике в нефтяной и газовой промышленности. Используя содержание и выводы указанной статьи, можно с большой достоверностью предсказать, где и в каком количестве образуется нефть и газ на земном шаре, в т.ч. в отдельной его части, что небезинтересно угольщикам у которых «враг» №1 – газ метан! Первоначальный всплеск добычи накопленных нефти и газа в недрах Земли со временем по мере добычи, снижается до уровня образования нефти и газа в данном месторождении, который, как постоянная величина неизменен и склонен к увеличению при появившихся динамических процессах извлечения нефти газа из земной коры. **В основу гипотезы взята морская вода – носитель нефти и газа и земная кора – как фильтр для морской воды и «бойлер» образования нефти, газа и пресной воды из морской воды.**

Выявлена закономерность образования нефти и газа из морской воды в недрах земной коры и ее количество. Анализ существующих месторождений указывает на непрерывный процесс образования нефти и газа на Земле и в настоящее время.

Природа сама нашла выход избавляться с накапливаемыми нефти и газа путем разлома земной коры, извержений вулканов с образованием застывшей нефти и сжиганием газа или путем возврата в мировой океан. Но пути миграции не справляются, засоряются; порождая катаклизмы. Чтобы избежать катаклизмов на земле необходимо обеспечить баланс потребления нефти и газа с их образованием во всех точках земного шара, что приведет к снятию напряженности в недрах Земли. Но пока добыча нефти и газа составляет мизерную часть от их образования, что порождает такие катаклизмы, как землетрясения, а у угольщиков внезапные выбросы газа метана и угольной пыли, сопровождаясь взрывами. Необходимо улавливать нефть и газ в прибрежной и шельфовой части морей и океанов, разгружать земную кору путем бурения углубленных скважин. С учетом вышеизложенного доля каменного угля в энергетическом балансе потребления углеводородов будет непрерывно сокращаться на более дешевые и безопасные виды топлива.

Из опасения, что запасы нефти и газа в недрах Земли могут когда-нибудь иссякнуть, государство исходит из прогноза, что доля угля в топливном балансе будет постоянно расти. Контрольные цифры на 2030 год таковы: угледобыча в России с 336 млн.т. в 2011г (вклад Кузбасса – 192млн.т.) поднимется до 400-430 млн.т. Предполагается, что за счет технического перевооружения производительность в углепроме возрастет в 5 раз (в первую очередь на разрезах).

Общий объем финансирования – 3,7 триллиона рублей, из них бюджетные средства составляют 251,8 млрд. рублей.

Чтобы занять достойное место в энергетическом балансе вместо мазута, велись и ведутся попытки вернуть добытый уголь в его первоначальное пылевидное состояние в качестве пневмо-водо-угольного топлива (ПУТ и ВУТ) с измельчением до 200-300 мкр., на месте его извлечения до места сжигания.

Был реализован «Всемирный эксперимент за Советские деньги» так звучала в устах членов Международной конференции из 39 стран мира по экологически чистому топливу проведенной в 1989 году в США в местечке «Кли Вотер» (чистая вода) на острове Мексиканского залива штата Флорида. Только Советский

Союз мог решиться на такой эксперимент, получение высококонцентрированной водоугольной суспензии (ВВУС) из угля добытого на шахте «Инская» в г.Белово и транспортировать по углубленному углепроводу на 262 км. в г.Новосибирск на ТЭЦ-5 мощностью 3,0 млн.т. в год. Он должен был явиться полигоном для углепроводов Кузбасс-Центр и далее до портов Черного моря, мощностью 25-30 млн.т. В 1989г. первая очередь пускового комплекса углепровода мощностью 1,2 млн.т в год была сдана в опытную эксплуатацию. Функции подготовки угля для сжигания в котлах были перенесены с теплоэлектростанций на головные сооружения углепровода вблизи угольных шахт (шахта «Инская») и вдали от теплоэлектростанций (ТЭЦ-5 г.Новосибирска).

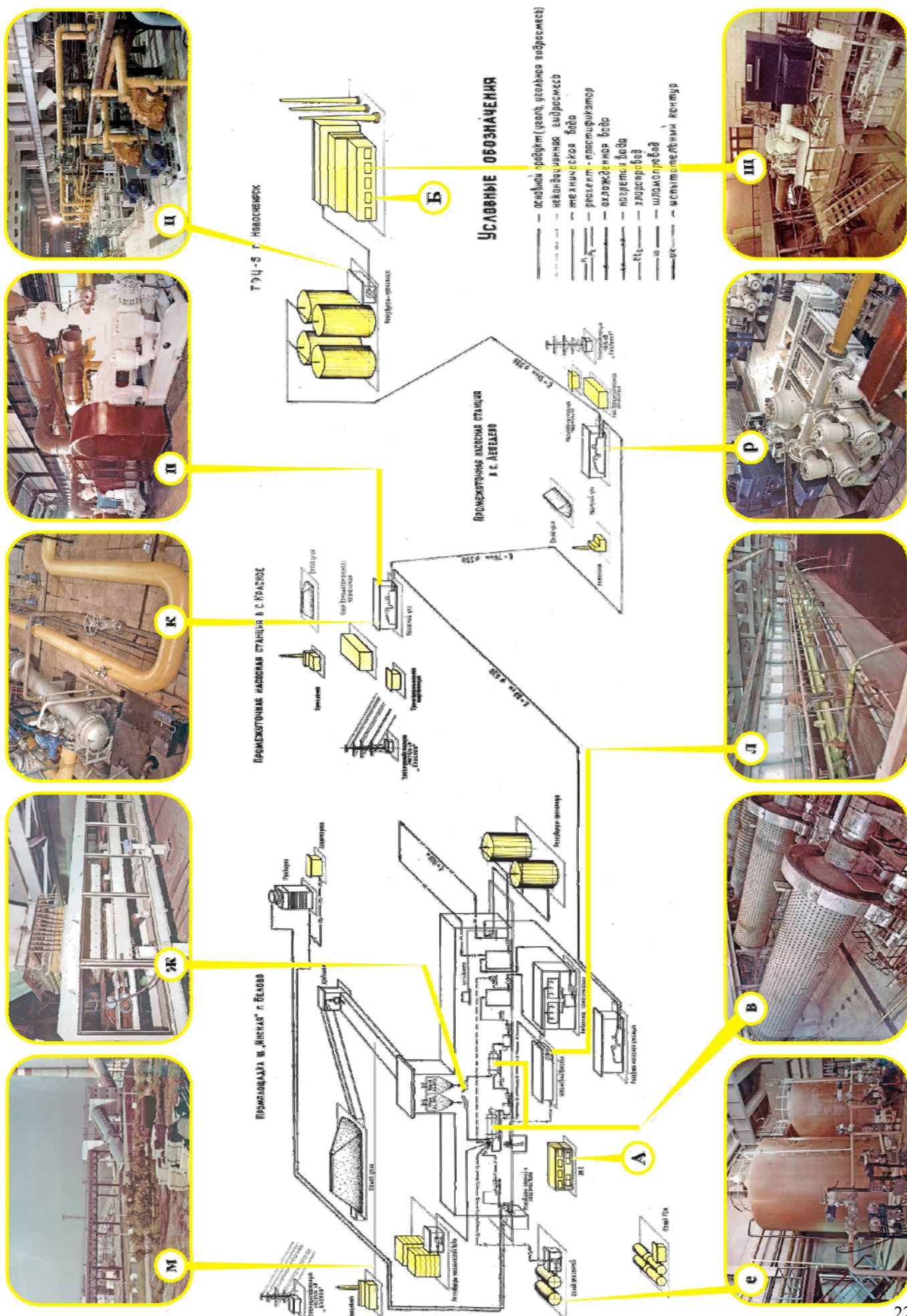
За основу проекта был принят контракт между В/О «Техмашимпорт» Москва и итальянской фирмой «СНАМПрожетти» Милан. Только итальянцы демонстрировали получение ВУТ на километровом участке трубопровода, а генпроектировщики Союза сразу махнули на 260км., что составило в денежном выражении при приеме опытно-промышленного трубопровода Белово-Новосибирск в эксплуатацию основных фондов на 210 млн. рублей, при курсе валюты 0,9 рубля к одному доллару.

Было задействовано уникальное оборудование со всего мира, часть которого изображено на фотографиях размещённых в очередности перемещения ВУТ от головных сооружений в г.Белово шахта «Инская» до ТЭЦ-5 г.Новосибирска. Параллельно была установлена вторая технологическая линия из отечественного оборудования (рис. 1).

За 1989-97 годы на оборудовании и сооружениях углепровода было приготовлено, транспортировано и сожжено на теплоэлектростанции около 400 тыс.т. при зольности исходного угля 16,5% [3].

В итоге, не удалось достичь стабильных проектных показателей, как из-за человеческого фактора, выразившийся в биологической амбициозной сущности участников этого уникального проекта, так и как следствие, из-за снижения внимания к углепроводу со стороны Правительства России.

При посещении углепровода комиссией во главе с Председателем ТЭК СССР Щербиной Б.Е. в сопровождении министров: Минуглепрома СССР Щадова М.И. и других ведомств в предпусковой период в 1989г. на совещание о готовности углепровода к сдаче в эксплуатацию, Щербина Б.Е. возмутился, почему так много принято обслуживающего персонала 860 человек и по 46 в т.ч. на промежуточных насосных станциях, и что стоимость 1м³ суспензии составила 86 руб/м³. Вот он, будучи в Чехословакии на подобной



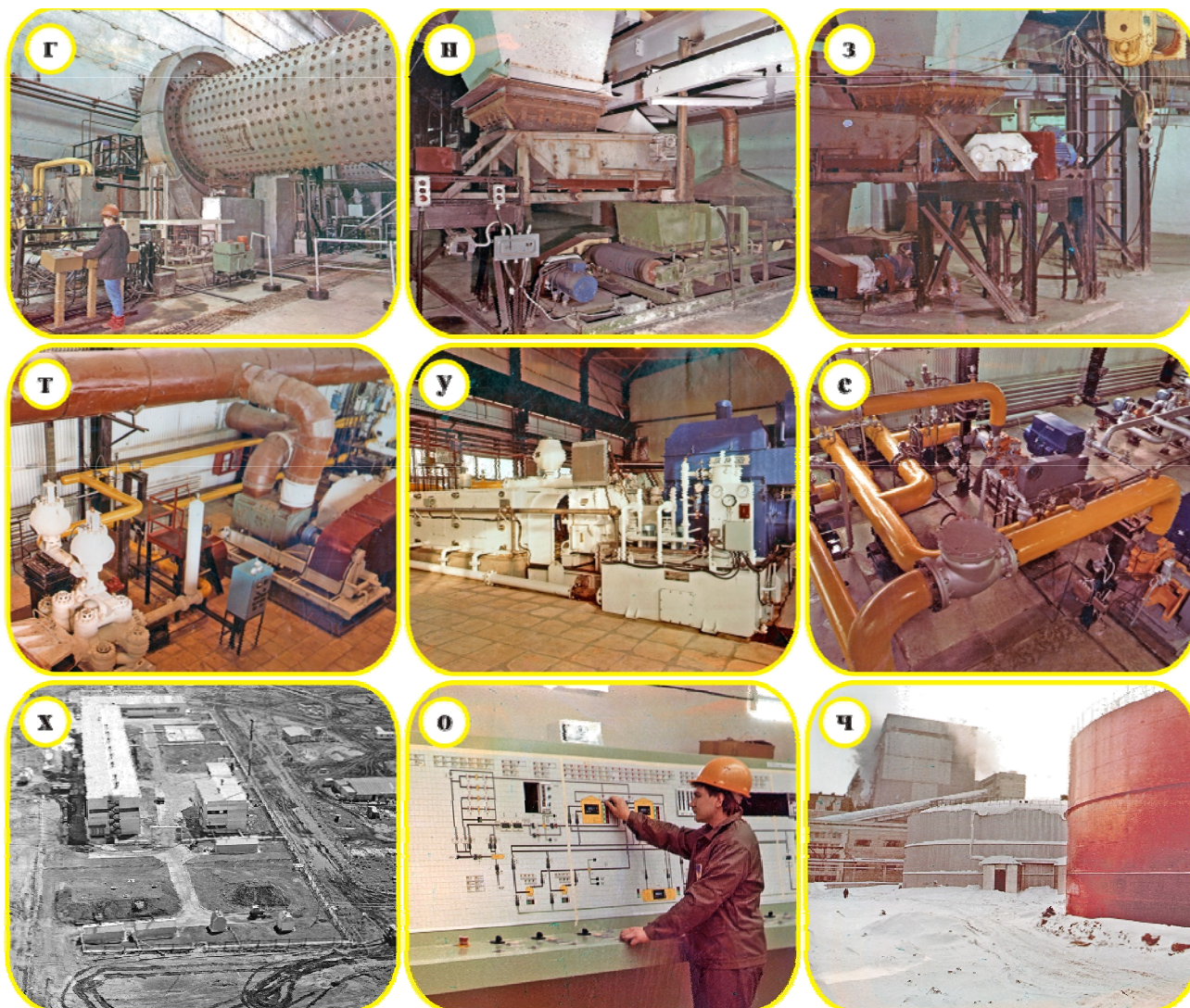


Рис.1. Опытно-промышленный углепровод Белово-Новосибирск
 А – углепровод г.Белово, Б – ТЭЦ-5 г.Новосибирск;

в – отделение шаровых мельниц
 пульпоприготовления;
 г – пульт местного управления «Алвейллер»;
 е – расходные емкости пластификатора;
 ж – импортный питатель-дозатор фирмы
 «Рамсей»;
 з – подбункерное отделение с отечественными (на
 переднем плане) и импортными питателями-дозаторами;
 к – камера запуска скребка и узел измерения
 коррозии;
 л – шламовый бассейн;
 м – участок углеподачи, площадка угольного
 склада, топливоподача на котельную;
 н – качающийся питатель ПК-8 с дозатором ДН- 5;
 80-40-0;

о – автоматизированный пульт управления
 системы «Филипс» на ТЭЦ-5;
 п – насос УНБ-600 отечественного
 производства;
 р – импортные насосы «Интерсол-Ренд»;
 с – блок насосов технической воды с
 насосами «Варман»;
 т – головная насосная станция УНБ-600;
 у – насосы «Интерсол-Ренд».
 х – панорама строительства ПНС-1 в
 с.Красное;
 ц – насосное отделение ТЭЦ-5;
 ч – емкости – хранилище для ВВУС на ТЭЦ-
 ц – компрессорная ТЭЦ – 5.

промежуточной станции люди отсутствуют и сторожат только две собаки?! Вопрос был адресован автору этой статьи. «Что Вы, у Вас не верная информация, не 86 руб/м³, а всего 18 руб/м³ (самый дешевый уголь в то время был на гидрошахте «Юбилейная» 10 руб/т.), а что людей много, так набраны по проекту и вызвано, очевидно, тем что технология совершенно новая, укомплектована новым оборудованием, совершенство телемеханики, компьютеризация очевидно не вызывало у проектировщиков доверия, а вот как освоим и увидим надежность принятой технологии, не беспокойтесь, Борис Евдокимович, на всем углепроводе останутся только одни собаки». Не ожидая такого ответа скривил Щербина губы в невольной улыбке, а перед этим начальника

пускового комплекса уволил, заметив такую реакцию своего босса загоготал Щадов М.И. своим хриплым басом, а затем и другие 150 человек – участников совещания [6].

Искренне считал директор углепровода что, со временем, при отлаживании технологии получения ВУТ столько людей не потребуется. Как он потом узнал, его слова оказались пророческими только в другую сторону. Без постоянной загрузки из-за аварийных остановок шахты «Инская», крупной аварии в котельной головных сооружений – из-за чего были разморожены все сооружения в пункте приготовления топлива и других причин, уникальный комплекс начал разрушаться, а оборудование его растаскиваться.

В итоге решением Межведомственной комиссии Минэнерго России в конце 2003 года было признано нерациональным его восстанавливать и рекомендовано продать по частям, что в настоящее время и делается [3], - банкротство с ликвидацией, вместо консервации до лучших времен, как например в США.

Эксплуатируемые в США гидротранспортные комплексы «Кадис-ИстЛейк» (протяженность трубопровода 174км., мощность от 1,0 до 1,83млн.т./год, кстати, из-за неконкурентоспособности с ж.д. транспортом, длительно находился на консервации) [6] и БЛЭК МЭСА (439км., мощность – 4,6 млн.т в год) работают по следующей технологии: извлеченный уголь смешивают с водой (содержание твердой фазы 46-48%, средняя зольность 9,8%) и в турбулентном режиме со скоростью 1,5-1,7 м/сек подается на конечный терминал – потребителю. Там он обезвоживается, осушается и поступает в котлы для сжигания. [3]

2. Постановка задач и пути решения

Как альтернативу в балансе углеродного топлива автор, основываясь на двух авторских гипотезах [1,4], рассматривает добычу угля в шахте, как добычу первородного космического продукта из угольной пыли и газа метана, а метан как продукт образования нефти, газа и пресной воды при геотермических процессах в недрах земной коры из морской воды за нижними пределами свиты пластов угля. Угольные пласты для нефти являются трудно проницаемой крышкой, а для газа проницаемой средой. Исходя из указанной альтернативы не безинтересна нефтегазоносность Кузнецкого прогиба – крупнейшего осадочного бассейна в пределах Юго-Восточного обрамления Западно-Сибирской плиты [7]. Имеется определенное сходство геологического строения Кузнецкого прогиба с Аппалаченским нефтеносным районом Северной Америки, где богатые залежи нефти и газа приурочены к подстилающим угленосные отложения породы девона и карбона.

Наиболее благоприятна для бурения дегазационных нефтяных скважин повышенной глубинности (5500-6000м.) в предполагаемых (они известны геологам), перспективных зонах прогиба.

С выводами, что нефтегазоносность Кузнецкого прогиба невелика [7] автор не согласен по той простой причине, особенно на юге Кузбасса (Кузнецкий кряж), что из почвы угольных пластов при их отработке интенсивно выделяются водород и газ метан (суфляры), как продукты выше указанных гипотез [1,4]. Образуются ниже свиты угольных пластов нефть, газ, пресная вода, которые по кливажным трещинам мигрируя, заполнили соответственно, соответствующие пустоты – коллекторы, в том числе, как газ и угольные пласты. Излишки продукта выходят на поверхность земли или в океан.

Такое соседство для угольщиков не к чему, но оно имеется и его надо учитывать при дегазации и отработке угольных пластов, что процесс образования газа непрерывный. Добравшись до источника образования нефти и газа путем бурения глубинных скважин, появляется возможность с добычей нефти и газа дегазировать угольные пласты вместе с окружающей породой, особенно в ловушках, пустотах угрожающих внезапными выбросами и суфлярами. Для предотвращения аварийных ситуаций необходимо интенсивно применять опережающую пластовую дегазацию. При дегазации газа метана с поверхности путем бурения скважин необходимо чтобы добыча газа превышала его дебет в данном районе, иначе угольные пласты постоянно так и будут насыщены в рассеянном виде водородом и метаном. Эффекта при этом в части безопасного ведения работ по угольному пласту не получится.

Следуя количественной теории образования нефти и газа из морской воды путям миграции жидкостей и газа в земной коре Автором статьи определена получаемая часть нефти и газа в районе Кузнецкого прогиба.

За основу определения принимается пресная вода реки Томь, как составляющая переработки морской воды в недрах земной коры, при минимальном притоке без осадков, только подземные источники, что соответствует месяцам года – март, апрель. Так в районе г.Новокузнецка приток составляет $53,6\text{ м}^3/\text{сек.}$, в районе г.Кемерово (вниз по течению) $128\text{ м}^3/\text{сек.}$, и в г.Томск - $120\text{ м}^3/\text{сек.}$ Соответственно выше по течению от г.Новокузнецка, количество образуемого углерода, из расчета, что каждый куб.м. морской воды, переходя в пресную оставил в недрах земной коры $0,03\text{ кг}/\text{м}^3$ углерода нефти и газа, составляет:

$$53,6 \times 0,03 = 1,608\text{ кг}/\text{сек.},$$

$$\text{в час } 1,608 \times 3600 = 5788,8\text{ кг}/\text{час.},$$

$$\text{в сутки} - 138931,2\text{ кг. или } 138,9\text{ т}/\text{сутки, соответственно}$$

$$\text{в год при } 365 \text{ сутках} - 138,9 \times 365 = 50698,5\text{ т}/\text{год.}$$

По той же методике выше по течению от г.Кемерово углерода образуется $122640\text{ т}/\text{год}$. Когда уровень добычи углерода превысит образуемую величину из недр Кузбасса, исключая первоначальный всплеск накопленного углерода, тогда только можно сказать, что начался процесс дегазации угольных пластов.

Выведенные из расчета цифры величин образуемого углерода величина постоянная склонная к увеличению при ее добыче из-за размывания кливажных трещин в земной коре. Сколько углерода скопилось в недрах земной коры в районе Кузнецкого прогиба, зависит от ловушек, коллекторов, пористости и других факторов, но в основном газ пропитав угольные пласты и окружающие породы выходит на поверхность, а нефть и

в р.Томь (здесь слово за геологами). В атмосферу поступает углерод в основном метаном (CH_4) с его гомологами [2]. Вследствие естественной дегазации из недр на поверхность Земли поступает $(1 - 5) \times 10^{15}$ г. углерода в год. При допустимой концентрации метана в исходящей струе воздуха из шахты (0,75%), ежегодно выбрасывается метана из шахт Кузбасса 2 – 3 млрд.м³.

Для поддержания в балансе углеродного топлива конкурентоспособного места для угольной промышленности необходимо изменить постепенно технологию добычи угля непосредственно в забое угольного пласта, его транспортировку, доставку к потребителю дешевого топлива. За основу сжигания принимать исходное топливо в виде сухого порошка (пыли), как принято в настоящее время на теплоэлектростанциях работающих на угле, при этом решая собственный баланс углеводородного топлива.

Учитывая отрицательный опыт получения ВУТ на углепроводе Белово-Новосибирск, необходимо создать технологическую и организационную устойчивость, с образованием единой производственно – коммерческой системы, например типа «КЛАСТЕР» (рис.2)

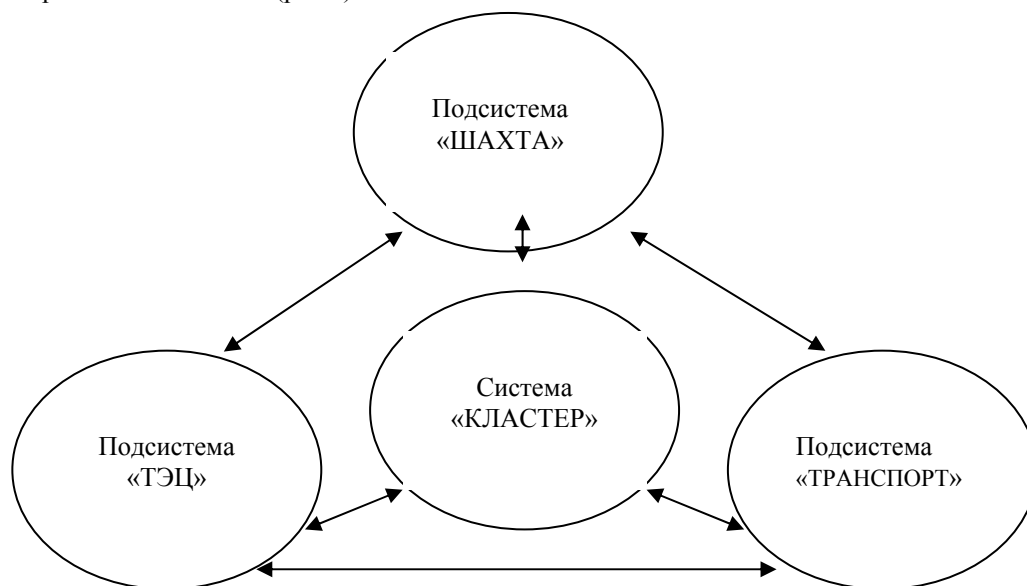


Рис.2. Схема взаимодействия основных подсистем производственной системы «КЛАСТЕР».

Производственная система «КЛАСТЕР» (рис.2), в соответствии с назначением, средствами и условиями выполнения основных производственных процессов может быть подразделена на три основные подсистемы: «ШАХТА», «ТРАНСПОРТ», «ТЭЦ».

Каждая из названных подсистем является, в свою очередь, большой и сложной системой, представляющей взаимодействие элементов производства, рабочей силы, средств и предметов труда, а так же различных производственных процессов, оказывающих существенное влияние на функциональные характеристики смежных подсистем и общепроизводственной системы «КЛАСТЕР».

Результаты работы производственной системы определяются показателями работы отдельных подсистем, а эффективность работы отдельной подсистемы так же зависит от эффективности работы других подсистем. Наиболее полное представление о системе получают в результате наблюдения за происходящим во время работы системы процессами, в связи с чем свойства системы часто идентифицируют с характером протекающих в ней процессов.

В современных условиях наиболее эффективно функционирует подсистема «ТЭЦ», что приведет к дисбалансу производственной системы «КЛАСТЕР». В этой связи особое значение приобретает обеспечение технологической и организационной устойчивости подсистемы «ШАХТА» и «Транспорт».

Производственная подсистема «ШАХТА» (рис.3) в соответствии с назначением, средствами и условиями выполнения основных производственных процессов является в свою очередь, системой и может быть подразделена на три основные подсистемы: «ОЧИСТНЫЕ РАБОТЫ», «ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ», «ПОДЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ».

В современных условиях как наиболее эффективно функционирующая подсистема «ОЧИСТНЫЕ РАБОТЫ», так и менее эффективная подсистема «ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ» не обеспечивают технологическую и организационную устойчивость получения угольного топлива в системе «ШАХТА».

Как менее устойчивая подсистема «ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ» в большой и сложной системе «ШАХТА», как подсистема «КЛАСТЕР», рассмотрены автором в научном издании Академии горных наук, Кемеровское отделение, как «Создание адаптивных агрегатов для малопроточной поточной технологии проведения горных выработок» [5].

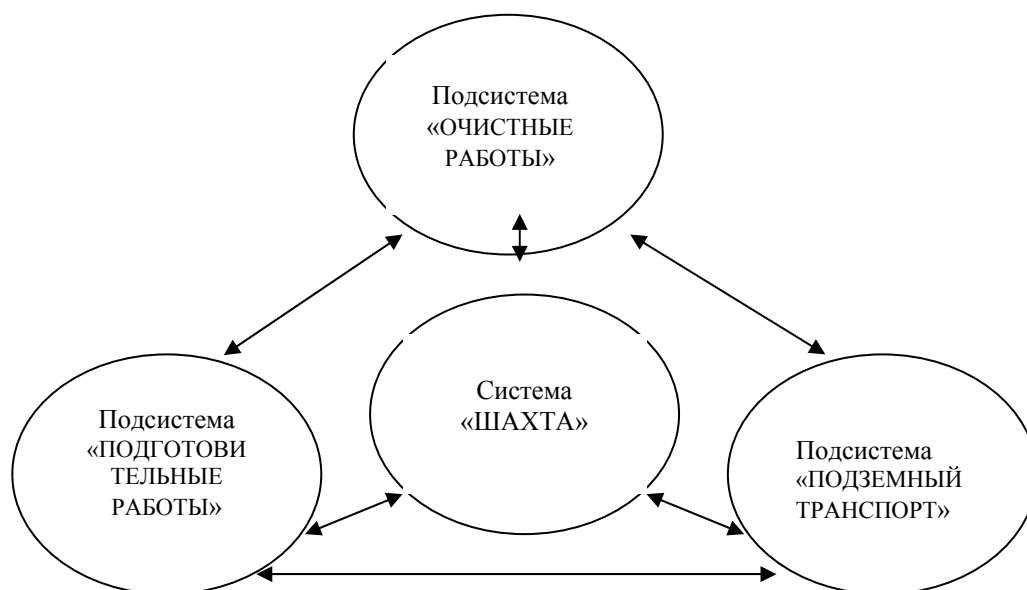


Рис.3. Схема взаимосвязи основных подсистем производственной системы «ШАХТА».

Результатом комплексного решения задач по поддержанию достигнутого баланса углеродного топлива на базе угля, разработаны технические предложения, защищенные авторскими свидетельствами, патентами на изобретения:

- для системы «ШАХТА»: «Проходческий агрегат Н.Г.Черных» а.с. № 787640;
- «Универсальный проходческий агрегат» (патент №2172836);
- «Проходческо-очистной механизированный комплекс (блок) (патент №2172410);
- «Горный комбайн» (патент №2203415).

Отличительной особенностью перечисленных горных машин их универсальность, как для подсистемы «ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ», так и для подсистемы «ОЧИСТНЫЕ РАБОТЫ». Первые 3 изобретения, из перечисленных имеют всасывающие рабочие органы с дробящими устройствами по образованию и транспортированию пылевидного угольного топлива.

Принципиальное отличие от ранее разработанных и испытанных в условиях шахты проходческих горных машин выпускаемых в настоящее время, проходческий агрегат АПЧ имеет всасывающий рабочий орган с первой ступенью дробления. Агрегат выполнен из серии полых частей со второй ступенью дробления в корпусе механизма передвижения агрегатированного напорно-всасывающей насосной установкой с механизмами всасывания и разворота позволяющие осуществить «мертвую петлю» под землей при проведении серии горнокапитальных выработок как по углю, так и по породе в системе «ШАХТА» (рис.4).

Измельченный пылевидный уголь гидро-пневно-транспортом транспортируется в аккумулирующие емкости шахты. По аналогии разработаны проходческие (рис.5) и проходческо-очистные механизированные комплексы (блоки) на базе существующего горно-шахтного оборудования (рис.6). С конструктивными особенностями и их техническими характеристиками можно ознакомиться в научном издании [5] «Создание адаптивных агрегатов для малопроточной поточной технологии проведения горных выработок», там же и очистные работы.

Итак, концепция 1-го этапа (рис. 7):

1. Водогазоугольная смесь из забоя гидротранспортируется в аккумулирующие емкости на поверхности шахты, откуда перекачивается как ВУТ по американской схеме испытанной и работающей десятки лет при длине гидротрубопровода 439км. мощностью 4,6 млн.т./год с фракцией угля в 1мм. с последующим осушением и сжиганием. Накапливаемый газ метан в верхней части аккумулирующей емкости отправляется на хозяйды, помня о том, что 2 – 3 млрд.м³/год СН₄ выделяется из шахт в атмосферу. Пылевидный измельченный уголь при отбойке достигается за счет конструкции рабочего органа горных машин выполненного из нескольких вращающихся резовых коронок вокруг своей оси и вместе за счет планетарного редуктора поворачиваются в противоположную сторону, так что каждый резец описывая эвольвенту на ее вершине осуществляет скол горной массы. Чем больше в рабочем органе резов, работающих по принципу скола, тем мельче отбитый уголь.

Например, на проходческом комбайне бурового типа ПКГ-3 – ПКГ-4 применявшихся на шахтах Кузбасса, за счет рабочего органа по принципу скола с 232 зубками, ситовый анализ угля показывал, что удельный вес мелкой фракции составлял до 70% [9]. Существенный недостаток – вода, отсутствует оборот воды как транспортное средство – сжигается в котлах ТЭЦ, понижая их КПД, при этом стоимость ВУТ превышает цену угля на месте его добычи [3].

Итак, совершенно новая, концепция 2 этапа (рис.9):

Газо-воздушно-угольная смесь полученная в забое шахты засасывается пневмоэжекторами и напорным пневмотранспортом транспортируется до места сжигания в котлах в пылевидном газозоудном состоянии. Для

реализации технических решений изложенных в статье необходимо Минэнерго, угольным, машиностроительным компаниям направить соответствующие средства талантливым организаторам производства, изобретателям, конструкторам, создав систему «КЛАСТЕР». Что несомненно повысит в перспективе конкурентоспособность газо-воздушно-угольной смеси.

Рыночная стоимость объектов интеллектуальной собственности по обоснованию новой концепции и принципов обеспечения технологической и организационной устойчивости получения угольного топлива с созданием горных машин составляет только у автора статьи 300000\$ США. Согласно оценке действительного члена общества оценщиков, инвестиционная стоимость (ОИС) составляет по патентам:

«Способ возведения штанговой крепи» - 470 млн.руб.;

«Проходческо-очистной механизированный комплекс (блок) – 15,5 млрд. рублей.

Угольным и машиностроительным компаниям стоит задуматься о долгосрочной перспективе находясь в стране с дешевым газовым топливом непрерывно образуемого в недрах земной коры. Такой адаптивный

проходческий
агрегат для
системы
«ШАХТА»
(рис.4) нужен
строительства

для

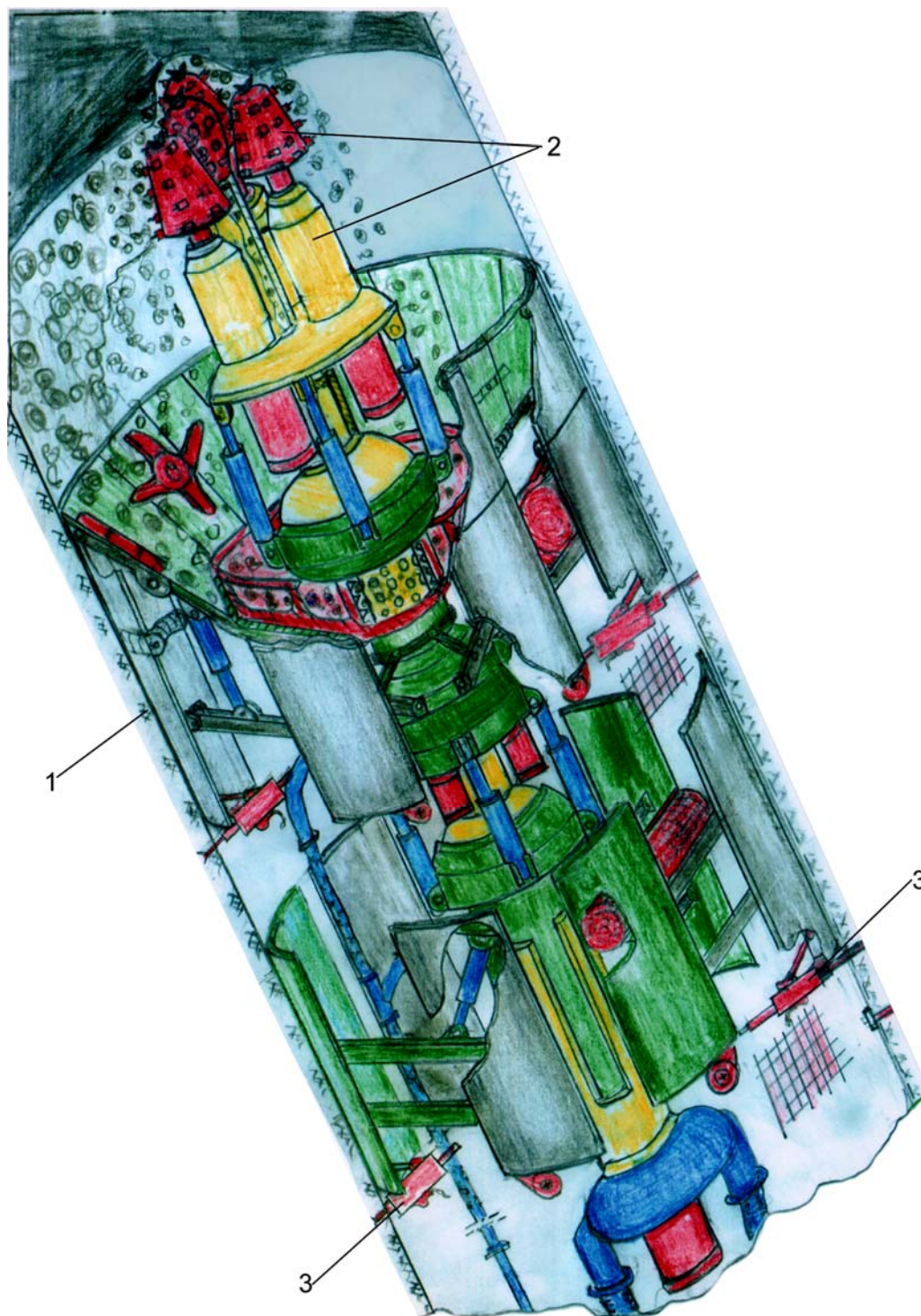
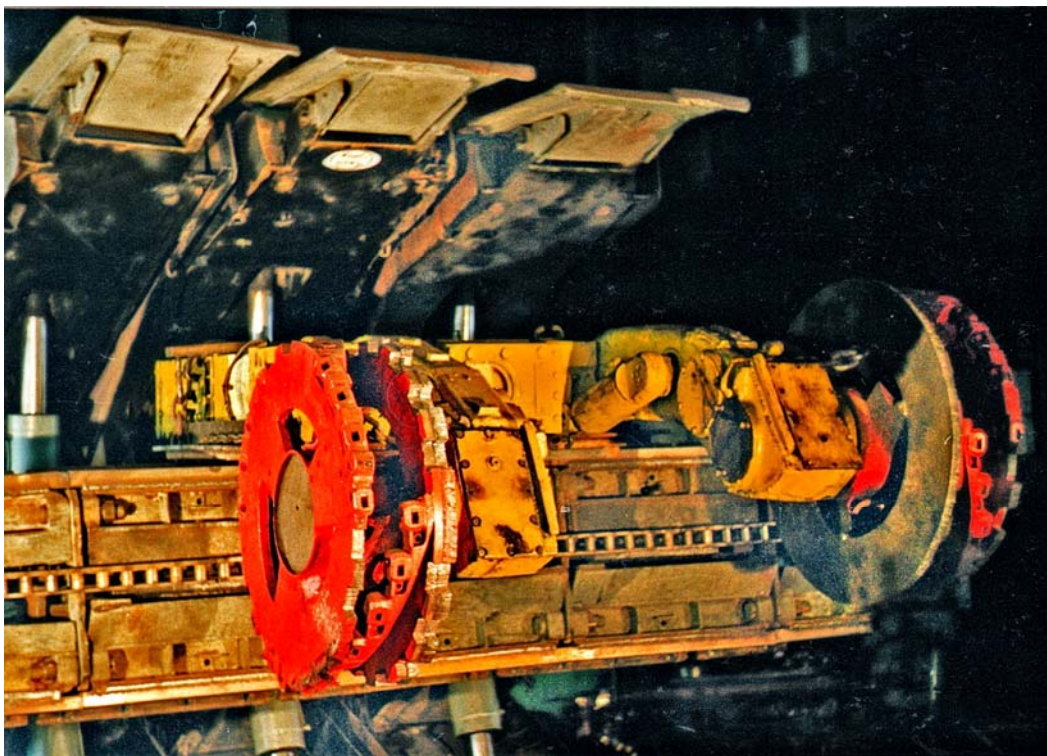


Рис.4. Проходческий агрегат Н.Г.Черных (а.с. 787640 от 14.08.1980г)

1. Агрегат проходческий универсальный (патент на изобретение №21722836 от 27.08.2001г.);
2. Исполнительный орган (патент № 2159851 от 27.11.2000г.);
3. Способ возведения штанговой крепи (патент №2157454 от 10.10.2010).



Рис.5. Проходческий комплекс КПЧ-10.



*Рис.6. Проходческо-очистной механизированный (блок) ПОбЧ-2.
(в стадии изготовления).*

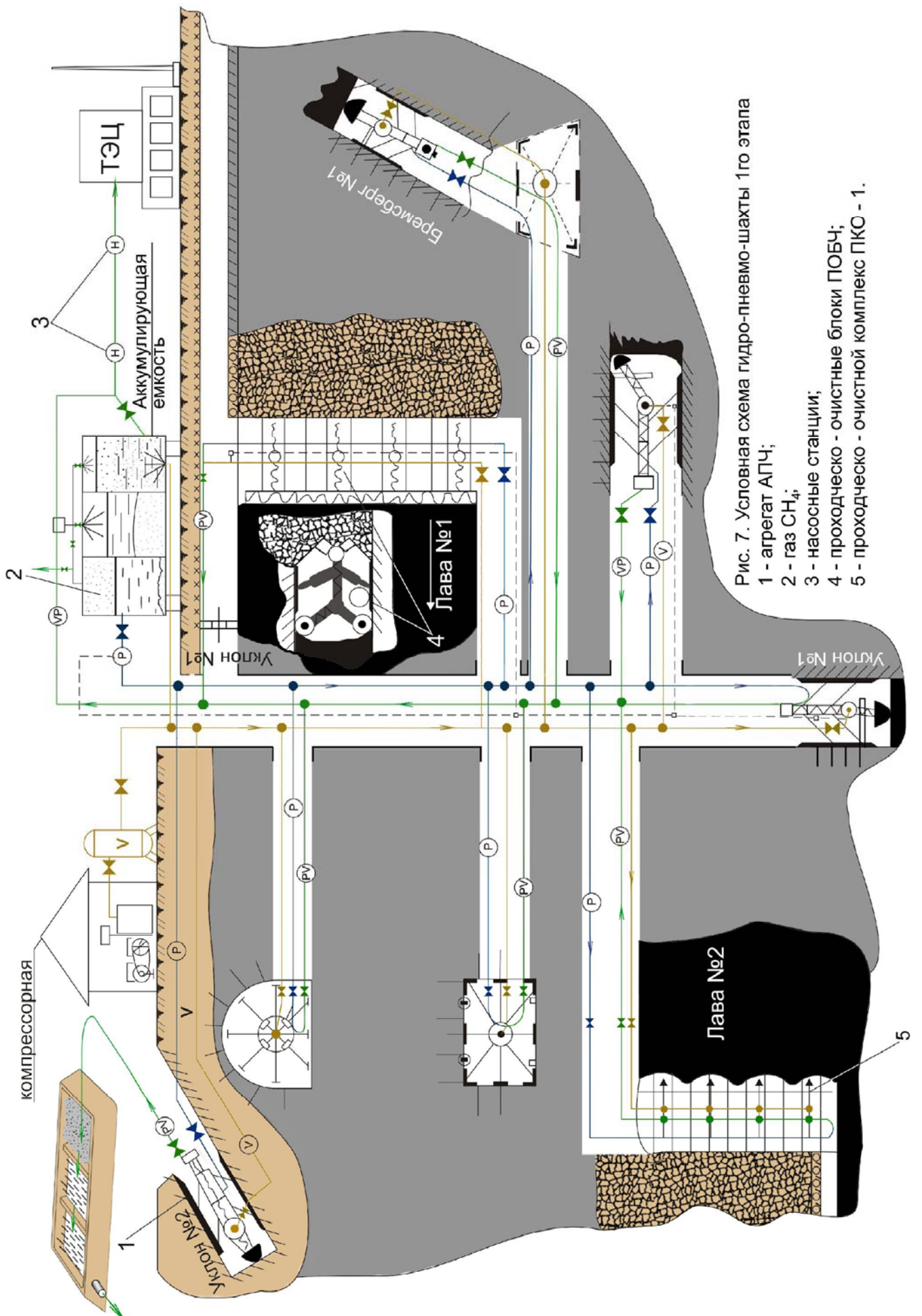


Рис. 7. Условная схема гидро-пневмо-шахты 1го этапа
 1 - агрегат АПЧ;
 2 - газ CH_4 ;
 3 - насосные станции;
 4 - проходческо - очистные блоки ПОБЧ;
 5 - проходческо - очистной комплекс ПКО - 1.

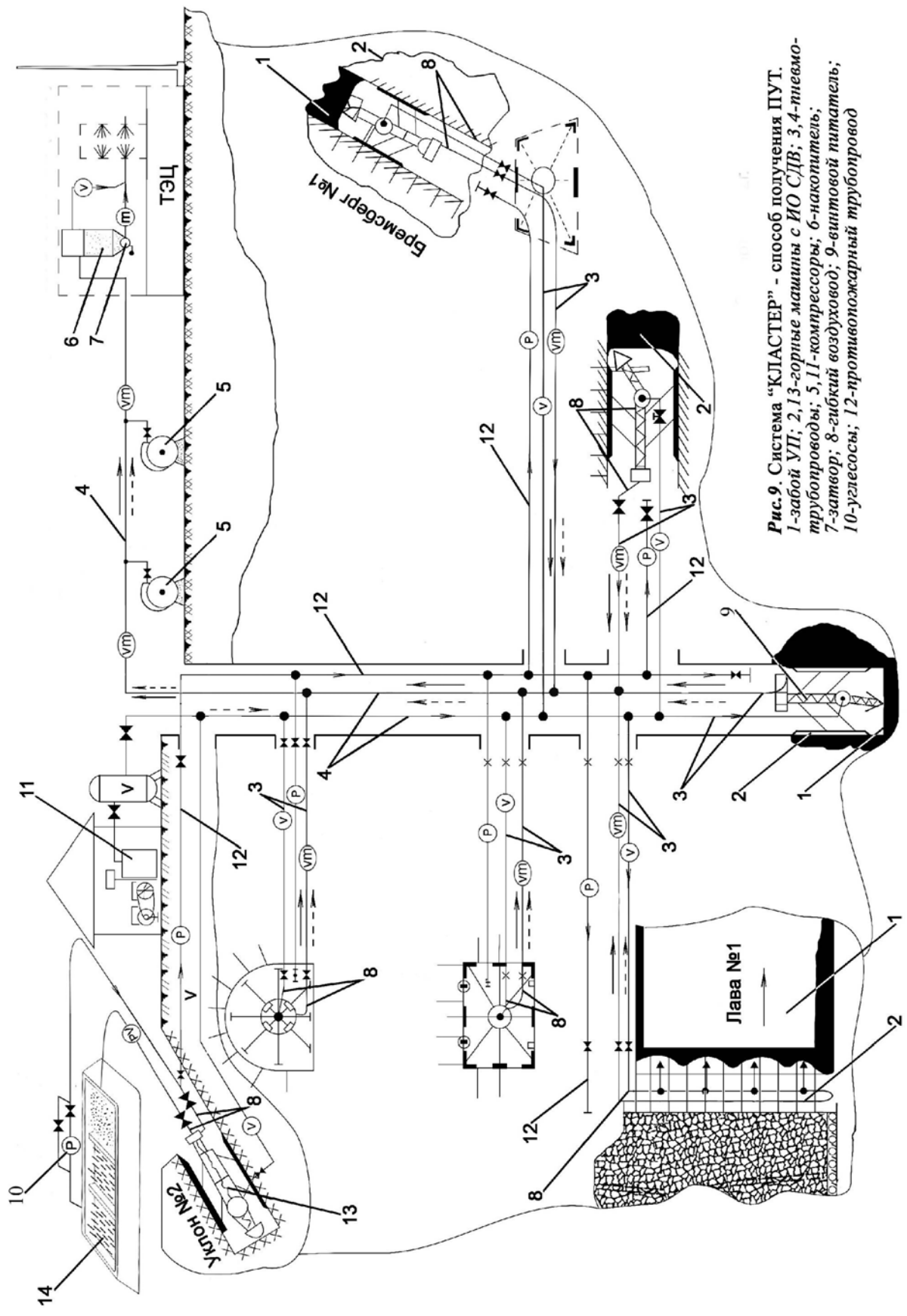
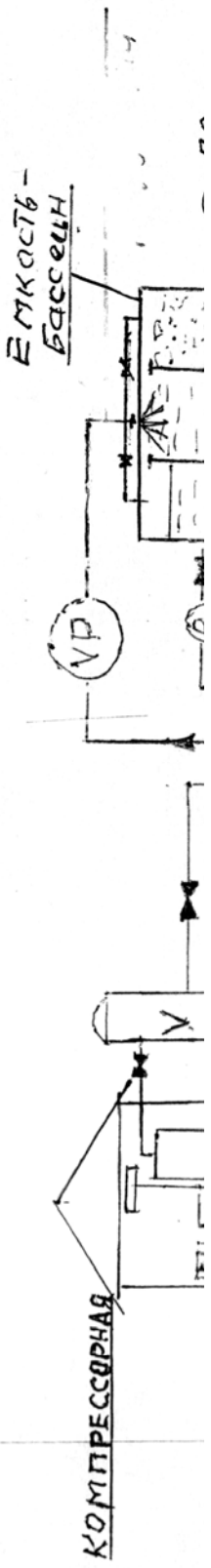


Рис.9. Система "КЛАСТЕР" - способ получения ПУТ.
 1-завой УП; 2, 13-горные машины с Ю СДВ; 3, 4-тепмотрубопроводы; 5, 11-компрессоры; 6-накопитель; 7-затвор; 8-гибкий воздухоход; 9-винтовой титатель; 10-углесосы; 12-противопожарный трубопровод

Ш
 ахт за 2-3
 года в

ближайшей перспективе (рис.8). Адаптивные проходческие комплексы в подсистеме «ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ» типа КНК-6, КПЧ-10 (рис.5) нужны для действующих шахт, как обеспечивающие повышение производительности проходчиков в 3,2 раза. Проходческо-очистные универсальные комплексы типа ПОБЧ нужны для снижения металлоемкости оборудования в подсистеме «ОЧИСТНЫЕ РАБОТЫ» в 4-5 раз. С повышением производительности в несколько раз. (рис.6)

Выводы.

1. Уголь образовался космическим путем из угольной пылевидной завесы, принесенной вместе с ядром земли оседавшей попеременно с породной пылью на земную поверхность в период землеобразования.

2. Моря и океаны с последующим количеством углерода $0,03\text{кг/м}^3$ [4] образовались в период оседания завесы из пара на земную поверхность образовавшуюся при кипении воды из льда прилетевшего как угольная, породная пыль, с планетой Земля.

3. Источником образования нефти и газа метана является морская вода (вода океанов) при геотермических процессах в недрах земной коры с образованием паросоленой смеси с последующей конденсацией при миграции в нефть, газ и дистиллированную воду, последняя по мере продвижения освобождается от $0,03\text{кг/м}^3$ углерода минерализуется и в виде рек истекает под давлением из недр земли, то же происходит с нефтью и газом.

4. При дегазации угольных месторождений необходимо учитывать источник образования нефти, газа из морской воды, их количество в недрах земной коры ниже свиты угольных пластов.

5. Теплоэлектростанции потребляют угольную пыль (порошок) в первозданном виде, процесс получения трудоемкий, но необходимый для эффективной работы котлов.

6. Увеличение добычи угля в Кузбассе сопровождается недостаточной пропускной способностью ж.д. транспорта, что понуждает к реализации альтернативного трубопроводного транспорта, особенно в гористой местности с речными преградами.

7. Необходимо средства добычи и отбойки угля в системе «ШАХТА» приблизить к получению топлива из угля в виде угольной пыли (порошка) с транспортированием газо-пыле-воздушной смеси в закрытых системах выполненных из серии полых частей от забоя в шахте до котла на теплоэлектростанциях.

8. Горные машины как для подсистемы «ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ» так и для подсистемы «ОЧИСТНЫЕ РАБОТЫ» должны быть сколо-дробяще-отсасывающего типа выполняющих функции отбойки, дробления, всасывания угольной пыли с газом метаном, выполненных из серии полых частей агрегатированных средствами передвижения и транспорта из любых положений ориентированных на «мертвую петлю» в подземной среде, без понятия о благоприятном или неблагоприятном залегании пластов в месторождении.

9. Обоснована новая концепция и принципы обеспечения технологической и организационной устойчивости получения угольного топлива в виде системы «КЛАСТЕР».

10. Инвестиционная стоимость 2-го этапа перехода на газо-воздушно-пылевидное топливо со строительством шахт адаптивными агрегатами, или перевода действующих составит в течение 5 лет 1млрд.\$ США, что сопоставимо по общим объемам финансирования до 2030 года по России (3,7трил. всего и бюджетный 251,8 млрд.руб.)

11. Новая концепция решает спорную проблему, потребление угольного топлива на теплоэлектростанциях России богатой жидким и газообразным топливом, которая не может быть разрешена никаким другим способом кроме как в газо-пыле-угольном виде от забоя в шахте до котла ТЭЦ.

12. Новая концепция решает все другие проблемы которые накопились в науке благодаря предшествующим концепциям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черных Н.Г. Когда и как образовался уголь?- Уголь, 2009, №4.с.67-68
2. Баренбаум А.А. Научная революция в нефтегазообразовании, Уральский геологический журнал, 2009, №2 (68) с.16-29
3. Трубецкой К., Моисеев В., Дегтерев В., Кассихин Г., Мурко В. Проблемы внедрения водоугольного топлива в России, 2010, с.6
4. Черных Н.Г. Когда и как образуется нефть и в каком количестве.- Журнал «Наука в нефтяной и газовой промышленности», 2010, №4, с.15-21
5. Черных Н.Г. Создание адаптивных агрегатов для малопроточной поточной технологии проведения горных выработок. – Кемерово, Вузиздат, 2001, с.152
6. Черных Н.Г. Повесть о человеке смелой мысли. Новокузнецк. ООО «Полиграфист»: 2010, с.119-123
7. Геология СССР. Том XIV. Западная Сибирь. Полезные ископаемые. Книга I.М.: Недра. 1982
8. Смолдырев А.Е. Гидро-пневно-транспорт. Металлургия. Москва, 1967, с.72
9. Крючников И.И. Архангельский А.С. Проходческий комбайн ПКГ – 3 и ПКГ-4. Госгортехиздат, 1961, с.153

Аннотация

Теплоэлектростанции сжигающие уголь, преобразуя его в пылевидное состояние вдувают воздухом в котлы, постепенно переходят на другой вид топлива, более дешевый и экотехнологичный.

Надежда угольщиков, что затянувшаяся «газовая пауза» скоро может прекратиться, не оправдывается, т.к. согласно утверждению автора статьи нефть, газ и пресная вода, под действием геотермических процессов, образуются непрерывно из морской воды содержащей углерода $0,03\text{кг/м}^3$, что так же необходимо учитывать при дегазации свиты угольных пластов.

Согласно гипотезе автора, что уголь образовался космическим путем из осевшей пылевидной завесы в период землеобразования, чередуясь с породной пылью, он обосновывает, что и извлекать из угольного пласта, транспортировать и сжигать в теплоносителях необходимо в пылевидном состоянии, для чего предполагаются принципиально новые горные машины.

Учитывая отрицательный опыт эксплуатации Углепровода Белово-Новосибирск, предложена более устойчивая система «КЛАСТЕР» с подсистемами «ШАХТА», «ТРАНСПОРТ» и «ТЭЦ» и пути решения менее устойчивых подсистем «ШАХТА», «ТРАНСПОРТ», путем создания адаптивных агрегатов с малопроектной поточной технологией проведения горных выработок и очистной выемки в системе «ШАХТА», разработанных и запатентованных автором со сколо-дробяще-всасывающими рабочими органами и механизмами передвижения, обеспечивающих «мертвую петлю» под землей.

Предлагается новая концепция, которая решает спорную проблему потребления угольного топлива в России, богатой жидким и газообразным топливом, которая не может быть разрешена никаким другим способом кроме как в газо-воздушном пыле-угольном виде от забоя в шахте до теплоносителя-«бойлера», что наряду с конкурентоспособностью повысит безопасность в системе «ШАХТА» и решает все другие проблемы, которые накопились в науке благодаря предшествующим концепциям.

Инвестиционная стоимость по экспертным оценкам составит в течении 5 лет 1млрд.\$ США, что сопоставимо по общим объемам финансирования до 2030 года по России (3,7трлн. всего и бюджетное 251,8 млрд.руб.)

ДОКЛАДЫ ЗА РАМКАМИ РАБОТЫ СЕКЦИЙ

УДК 622.338

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НА РЫНКЕ

*Романов Сергей Михайлович, проректор по научно-исследовательской
и инновационной деятельности, д.э.н., проф.,
Лактионов-Мандельштам Евгений Алексеевич, аспирант
ФГБОУ ВПО «Московский государственный горный университет, г.Москва, Россия*

Аннотация

В статье определены перспективы развития технического регулирования качества угольной продукции, а также роль стандартизации в повышении конкуренции на угольном рынке.

Abstract

In the article the prospects of technical regulation of quality coal products, as well as the role of standardization in increasing competition in the coal market.

Перспективы угледобычи в нашей стране определены в Долгосрочной программе развития угольной промышленности России на период до 2030 г., утвержденной распоряжением Правительства РФ №14-р от 24.01.2012 г. Целью указанной программы является реализация потенциальных конкурентных преимуществ российских угольных компаний в рамках осуществления долгосрочной государственной энергетической политики и перехода к инновационному социально ориентированному типу экономического развития страны.

В условиях роста конкуренции на внутреннем и внешних рынках угля, безальтернативными требованиями к перспективному развитию угольной промышленности, в частности, становятся:

- снижение издержек в производстве и транспортировании угля;
- максимальное использование резервов повышения качества поставляемой продукции;
- переход от торговли на внешнем и внутреннем рынках рядовым углем к торговле высокотехнологичным "энергопродуктом", обеспечивающим (в том числе на основе глубокой переработки угля) увеличение эффективности его использования конечным потребителем.

При этом задача повышения качества угольной продукции выходит на первый план. И эта задача достаточно успешно решается, но только при поставках на экспорт, где продукция российских угледобывающих компаний пользуется высоким спросом за высокую теплотворную способность и низкое содержание серы.

На внутреннем рынке повышение качества и глубокая переработка угля, получение новых видов угольной продукции в настоящее время не востребованы. Так, современная российская электроэнергетика практически не использует качественные каменные угли, поскольку не располагает необходимым оборудованием для их эффективного сжигания. Электростанции по-прежнему ориентируются на «проектные» угли, калорийность которых часто не превышает 2000 ккал/кг, в то время как на зарубежных электростанциях уголь с калорийностью ниже 5800 ккал/кг не используется. Более того, планируемые вводы энергетических мощностей опять рассматривают в качестве проектных рядовые угли конкретных месторождений.

Еще более сложная ситуация складывается на рынке коммунально-бытового топлива. В договорах на поставку приводят характеристики продукции без указания состояния угля (сухое беззольное, сухое, рабочее, аналитическое), а иногда ограничиваются только маркой. В свою очередь в соответствии с Классификацией углей по генетическим и технологическим параметрам, марка может быть присвоена, только если уголь не окислен, а показатель окисленности, в свою очередь практически никогда не указывают в характеристики продукции. В итоге потребитель зачастую получает совсем не то топливо, на которое рассчитывал.

Все это сдерживает развитие цивилизованной конкуренции на внутреннем рынке угля, а в конечном счете – тормозит развитие угольной промышленности: производители, внедряющие современные методы добычи и обогащения угля и выпускающие продукцию мирового уровня, в условиях размытости терминов и определений на рынке оказываются незащищенными перед недобросовестными компаниями, поставляющими некачественный уголь; наращивание экспортного потенциала угольной отрасли не обеспечивает повышение надежности внутренних поставок угля, так как переброска части экспортных потоков на внутренний рынок фактически невозможна по причине технологической неготовности потребителей использовать более качественное топливо; энергетики не знают, на какой уголь ориентироваться в перспективе, и инвестируют в угольные энергоблоки в последнюю очередь; коммунально-бытовые потребители, устав от бесконечных проблем с некачественным топливом, повсеместно переходят на газ.

Увеличение потребления качественных углей и продукции с высокой добавленной стоимостью предусмотрено подпрограммой "Развитие внутреннего рынка угольной продукции и укрепление позиций России на мировом рынке угля" Долгосрочной программе развития угольной промышленности России на период до 2030 г.

Таким образом, назрела насущная необходимость разработки и внедрения стандартов, регулирующих качество угольной продукции на внутреннем рынке. Использование в энергетике угольного топлива с высокой теплотворной способностью и низким содержанием балластных и вредных примесей позволит:

- снизить стоимость транспортировки в расчете на 1 т.ут.
- снизить затраты электростанций на золошлакоудаление, и другие экологические платежи
- повысить конкуренцию среди поставщиков угля за счет применения неких «стандартов»
- повысить гибкость угольного рынка за счет свободного перемещения объемов между экспортными и внутренними поставками.

В этой связи повышается роль технического регулирования на угольном рынке. Основной задачей технического регулирования качества продукции является создание системы нормативных документов, регламентирующих терминологию, классификацию, технические требования и методы испытания сырья и продукции. В условиях создания Таможенного союза (ТС) и вступления России в ВТО все элементы системы технического регулирования должны быть приведены в соответствие с нормами международных стандартов.

За последние десятилетия Технический комитет по стандартизации «Твердое минеральное топливо» (ТК 179) провел работы по гармонизации большого количества стандартов РФ с ИСО. Однако в этом направлении существует значительное количество проблем, решение которых невозможно без широкого обсуждения и поддержки российских производителей угля. Для кардинального устранения этих проблем, вопросы номенклатуры и маркировки должны быть закреплены в разрабатываемом Техническом регламенте таможенного Союза «Требования к углям и продуктам их переработки».

В настоящий момент в рамках ТК 179 Московский государственный горный университет предлагает следующие приоритетные направления развития национальной стандартизации на ближайшие годы:

- разработка концепции развития национальной стандартизации в соответствии с Долгосрочной программой развития угольной промышленности;
- широкое обсуждение Проекта Технического регламента ТС «Требования к углям и продуктам их переработки».

К первоочередным задачам в области стандартизации относятся:

- переработка и гармонизация стандартов «Уголь. Термины и определения», «Продукты обогащения углей. Термины и определения» со стандартами ISO и ASTM и приведение их в соответствие с ТН ВЭД;
- разработка национального стандарта «Номенклатура показателей качества углей»
- приведение в соответствие с ISO и ASTM основных стандартов, связанных с отбором и подготовкой проб к анализу
- определение статуса и области применения Российской Классификации углей по генетическим и технологическим признакам в рамках ВТО и ТС.

Не менее важной проблемой является обеспечение единства и точности измерений при определении основных показателей качества углей и продуктов их переработки. В этой связи необходимо воссоздать систему межлабораторных сравнительных испытаний, провести мониторинг потребностей в стандартных образцах, разработать требования к стандартным образцам состава и свойств, для обеспечения их соответствия международным.

В целом, развитие системы технического регулирования качества угольной продукции будет способствовать повышению прозрачности угольного рынка и объективности ценообразования в торговле углем, создаст основы для биржевой торговли угольным топливом и, в конечном счете, даст новый импульс развитию угольной промышленности в условиях усиливающейся межтопливной конкуренции.

Литература

1. Долгосрочная программа развития угольной промышленности на период до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации 24.01.2012 года №14-р)
2. ГОСТ 25543-88 Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам
3. Романов С.М. Роль угля в энергетической стратегии России и мира. Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Системный подход к созданию высокоэффективных угледобывающих предприятий с использованием наукоемких технологий». –Киселевск. 22-23 апреля 2008 г. –С.14-20.
4. Эпштейн С.А., Супруненко О.И., Ржевская С.В., Широчин Д.Л. Классификация и кодификация – гарантия обеспечения качества угольной продукции. – Уголь. -2009.- №1.- С.48-51.
5. Федеральный закон «О техническом регулировании» (от 27.12.2002, № 184-ФЗ)
6. Проект Технического регламента Таможенного союза «Требования к углям и продуктам их переработки»

ПРОИЗВОДСТВО УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРИРОДНОГО И ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

*Д.Ю. Чирков, аспирант; А.Н. Залого, аспирант
Красноярский научный центр Сибирского отделения
Российской академии наук
г. Красноярск, Российская Федерация*

Приоритетным направлением развития промышленности является разработка и усовершенствование технологий получения наноматериалов. Углеродные наноматериалы широко применяются во всех отраслях современного производства: от создания композиционных материалов (бетоны, покрытия и т.д.) до применения углеродных нанотрубок в качестве нанотранзисторов в компьютерной технике [1].

При широком спектре применения, основным ограничивающим фактором использования углеродных наноматериалов (УНМ) является их высокая себестоимость. Применяемые современные методы получения УНМ имеют ряд недостатков, главными из которых являются: сложность технологического процесса, трудо- и энергоемкость производства УНМ; этим обуславливается высокая стоимость конечного продукта. Выделяют две основные группы методов получения УНМ:

1. испарительные методы;
2. методы химического осаждения из газовой фазы.

Первая группа невозможна без нагревания до высоких температур и включает процессы, различающиеся по способу подвода тепла: электродуговой синтез, лазерно-термический синтез.

Вторая группа методов имеет значительно большее число вариаций, как по выбору исходных реагентов, так и по способам ведения процессов. Она обеспечивает более широкое управление процессом образования УНМ, в большей степени подходит для крупномасштабного производства и позволяет получать разнообразные по строению углеродные наноматериалы [2].

Группой ученых Красноярского Научного Центра СО РАН, Сибирского Федерального Университета и энерготехнологической компании «Сибтермо» разработан новый процесс газификации бурого угля. При определенных технологических параметрах в слое угля с так называемым обратным дутьем формируется фронт неполной конверсии угля, движущийся навстречу воздушному потоку, который обладает рядом преимуществ по сравнению с классической технологией. Прежде всего, производимый газ абсолютно не содержит конденсируемых продуктов пиролиза угля, потому что они сгорают в потоке воздуха сразу же после выхода из угля, а продукты сгорания вступают в реагирование с раскаленным коксом и превращаются в газ, который (кроме азота, поступающего с воздухом) состоит в основном из водорода и оксида углерода (H_2+CO). Отмывка газа от смол в классической технологии и последующая их утилизация – одна из главнейших проблем слоевой газификации. В том числе она связана с громоздкими сооружениями для переработки больших объемов воды, загрязненной фенолами и канцерогенными органическими соединениями. В новой технологии эта проблема полностью устранена – в производимом газе нет даже следов угольных смол. И это радикально удешевляет промышленное производство.

Особенность нового способа газификации является принципиальной для реализации рассматриваемого проекта промышленного производства углеродных нанотрубок со сверхнизкой себестоимостью [3].

Указанная технология газификации на основе эффекта обратной тепловой волны защищена рядом отечественных и зарубежных патентов (RU2014883, RU2275407, RU2278817, UA78659, LV13464, EE00627, Евразийские патенты 008111B1, 007799B1 и др.). На текущий момент запущены 4 объекта, на которых прямое сжигание угля заменено на его газификацию согласно новому способу: три котельные в России и 2 блока ТЭЦ общей мощностью 210 МВт в Монголии (запуск был произведен в марте 2012-го года).

В настоящее время общемировое количество запасов бурых углей насчитывают около 1,3 трлн. тонн. В России, только на Канско-Ачинском топливно-энергетическом комплексе, расположенном на территории Красноярского края, рентабельного для открытой добычи, угля более 100 млрд. тонн. При колоссальных запасах, бурый уголь характеризуется как недорогое топливо со стабильной стоимостью, обусловленной следующими факторами:

1. поставщиков угля достаточно много и между ними идет сильная конкуренция, которой сопутствует перепроизводство и незагруженность мощностей по его добыче;
2. цены на уголь на внутреннем рынке всегда ограничены мировыми ценами. Более 80 млн. тонн российского угля (это более четверти добычи) поставляется на экспорт, соответственно, как только внутренние цены приближаются к мировым (за вычетом цен на транспортировку), угольные компании начинают разворачивать свои экспортные поставки на внутренний рынок и конкуренция обостряется [4].

Таким образом, использование газа, получаемого при сжигании бурых углей, является самым экономически выгодным исходным сырьем для получения УНМ.

Основная идея проекта заключается в разработке технологии производства углеродных наноматериалов, как сопутствующего продукта при производстве электроэнергии и тепла в процессе газификации бурого угля. Преимуществом предлагаемой технологии является получение наноматериалов, как дополнительного продукта

газификации угля, что значительно снижает стоимость готовой продукции. Текущая рыночная стоимость составляет около 100 долл./кг для многостенных углеродных нанотрубок и 6400 долл./кг для одностенных. Модернизация одной котельной средних размеров (мощность 9,9 Гкал/час, совокупная годовая нагрузка 30 тыс. Гкал, общий штат 38 чел) позволит производить многостенные углеродные нанотрубки себестоимостью 0,85..3,45\$ за 1 кг (в зависимости от варианта модернизации и типа катализатора) в количестве 175 тонн в год. Котельная при этом сохраняет свою функцию элемента системы отопления. На рисунке 1 приведена схема предлагаемой технологии.

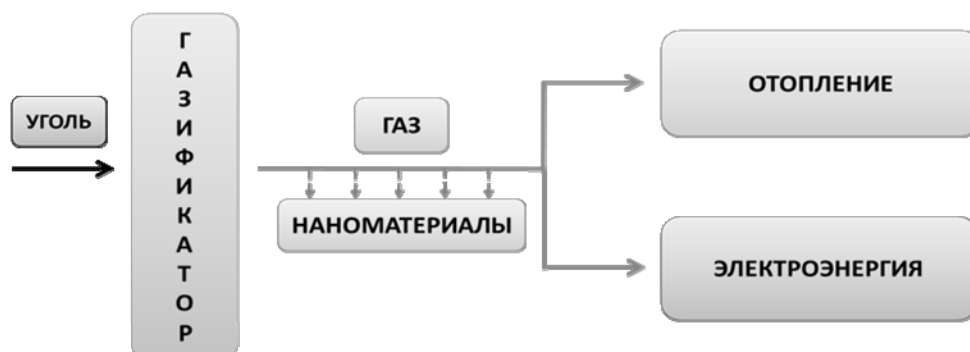


Рисунок 1 – Схема технологии получения углеродных наноматериалов

Конечный продукт проекта – технология получения углеродных наноматериалов, которая ориентирована на компании, занимающиеся разработкой и получением современных строительных, конструкционных и функциональных композиционных материалов. Проект направлен на переоборудование имеющихся угольных котельных, позволяющее производить и сбывать УНМ с целью снижения себестоимости электроэнергии и тепла. Технология рассчитана, как на крупные государственные предприятия, так и на предприятия среднего сегмента.

Литература

1. Сухно И.В., Бузько В.Ю. // Углеродные нанотрубки. Часть 1. Высокотехнологичные приложения. / И.В. Сухно, В.Ю. Бузько. – Краснодар, КубГУ, 2008. - 55 с.
2. Раков, Э.Г. // Нанотрубки и фуллерены / Э.Г. Раков. – М. : Логос, 2006. – 376 с.
3. Исламов С.Р. // Энерготехнологическая переработка угля / С.Р. Исламов. – Красноярск, 2009. – 210 с.
4. Баякин С.Г. // Вестник СибГАУ №6 (32). – 2010. – С. 26–29.

Аннотация

Основная идея проекта заключается в разработке технологии производства углеродных наноматериалов (УНМ), как сопутствующего продукта при производстве электроэнергии и тепла в процессе газификации бурого угля. Это позволит значительно снизить стоимость производства УНМ. Предлагаемая технология ориентирована на компании, занимающиеся разработкой и получением современных строительных, конструкционных и функциональных композиционных материалов. Проект направлен на переоборудование имеющихся угольных котельных, позволяющее производить и сбывать УНМ с целью снижения себестоимости электроэнергии и тепла. Внедрение технологии предполагается как на крупных государственных предприятиях, так и на предприятиях среднего сегмента.

Abstract

The main idea of the project consists in development of the production technology of carbon nanomaterials (CNM) as a coproduct by electricity and warm generation in the course of gasification of brown coal. It will allow to reduce manufacturing cost of CNM considerably. The offered technology is oriented to companies which are engaged in development and receipt of modern construction, constructional and functional composite materials. The project is directed on re-equipment of the available coal boiler rooms, allowing to make and market CNM for the purpose of decrease in cost value of the electric power and heat. Implementation of technology is supposed both at the large state enterprises, and at the entities of an average segment.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ И НЕВОСТРЕБУЕМЫЕ ИННОВАЦИИ, КАК ПРИЗНАК ЗАСТОЯ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**С.А.Прокопенко докт. техн. наук, вед.науч.сотр. ИУ СО РАН,
профессор ЮТИ ТПУ (г.Кемерово, 74-17-02)**

Проблема повышения прочности и экономичности горнорезущего инструмента для горных предприятий продолжает оставаться актуальной. Быстрый износ резцов, их поломки, потери, необходимость частых замен и т.д. все это продолжает сопровождать отбойку горной массы в шахтных забоях, приводя к непроизводительным денежным расходам. На решение представленных выше проблем направлена деятельность научно-производственного предприятия «Сибирские горнопромышленники», имеющего стратегической целью выпуск высокоресурсных и экономичных резцов для **шахтных комбайнов на основе последних достижений науки в области конструкции изделий и упрочнения металлов**. С применением полученных ноу-хау удалось **добиться сочетания** высокой твердости резцов и высокой ударной вязкости металла. **Это обеспечивает высокую износостойкость и эксплуатационный ресурс резцов в 6–12 раз больший**, чем у аналогичных резцов отечественных производителей.

В мае 2010г. ОАО «Шахта Заречная» провела оценку расхода горнорезущего инструмента очистным участком №1 за период январь-март 2010г. (акт от 13.05.2010г.). Участок №1 ведет добычу угля комбайнами МВ-12 и EL-3000. В поле анализа попали резцы РГ (ЗАО «КузГРИ»), РШ (ООО «Горный инструмент») и РГП (НПП «Сибирские горнопромышленники»). Результаты анализа представлены в табл.1.

Таблица 1

Эффективность пользования резцами на участке №1
ОАО «Шахта Заречная» в 1 квартале 2010 г.

Наименование резца	Ян-варь	Фев-раль	Март	ИТОГО	Средний выход угля, т/резец	Проигрыш резцу РГП	Удельные затраты, руб./т
РГ -добыча угля, т; -расход резцов, шт	294217 1100	269359 1500	– –	563576 2600	217	12 раз	1,5
РШ -добыча угля, т; -расход резцов, шт	159326 500	175441 500	181252 152	516019 1152	448	6 раз	0,9
РГП -добыча угля, т; -расход резцов, шт	– –	– –	260000 100	260000 100	2600	1 раз	0,4

Полученные результаты показывают, что эксплуатационный ресурс изделий РГП составил **2600 т/резец, что в 6 раз больше, чем у РШ (418 т/резец) и в 12 раз больше, чем у РГ (212 т/резец)**. Удельные затраты резцов РГП равняются 0,4 р./т, что в 2 раза ниже, чем у резцов РШ (0,9 р./т) и в 4 раза ниже, чем у резцов РГ (1,5 р./т).

Коронки для бурения шпуров КБК-28 были испытаны в ООО «Шахта Листвяжная» в период 03.10.2011-15.05.2012 г. при бурении анкероустановщиком типа «Рамбор» в кровлю пласта «Грамотеинский-1», представленную вязким алевролитом крепостью $f=4-5$ по шкале проф.М.М.Протоdjeконова.

Ресурс коронок РП-28 новокузнецкого производства составлял в этих условиях максимально 12-15 шпуров длиной 6,5 м, то есть 78-98 шм. Коронки КБК-28 дважды затачивались после затупления и за первый цикл испытаний набурили 1280 шпурометров (шм), за второй -1200 шм, за третий – 500 шм. Общий ресурс коронок составил 3000 шм или в 33 раза больше, чем у коронок РП-28 (рис.1.)

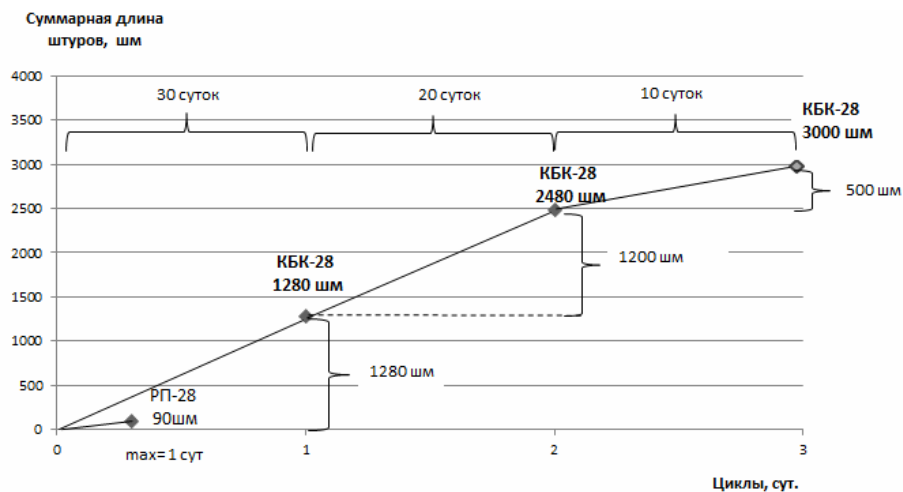


Рис.1. Сравнение ресурса коронок РП-28 и КБК-28

Экономия средств составила: $(33 \text{ шт.} \times 100 \text{ руб./шт.}) - 520 \text{ руб./шт.} = 2780 \text{ рублей}$ на коронку. Снижение затрат: $3300 \text{ руб.} : 520 \text{ руб.} = 6,3 \text{ раза}$ или на **530% !!!** Удельные затраты коронок КБК-28 составили **0,17 руб./шм** или в **7 раз меньше (рис.2),** чем у коронок РП-28 (1,2 руб./шм).

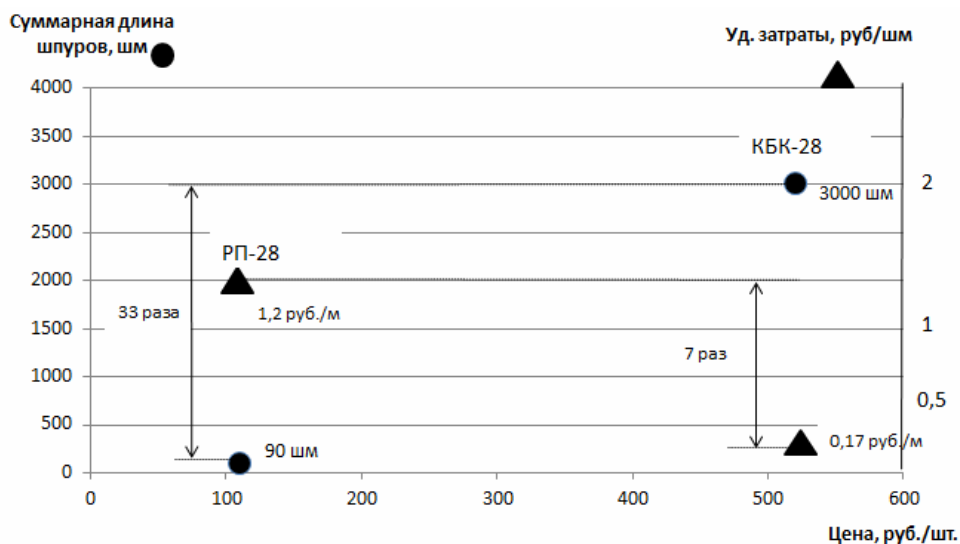


Рис.2. Снижение удельных затрат коронок

Для снижения уровня отходности угледобычи были разработаны и предложены шахтам комбайновые резцы многоразового применения РГПМ. Благодаря сменной рабочей части головки появляется возможность использования резца 5-7 раз вместо однократного нынешнего применения. Это повышает рентабельность продукта на 400-600 % по сравнению с одноразовым резцом.

Изготовление на хвостовике резца ряда отверстий для фиксации шайбой и шплинтом обеспечивает возможность установки резца на разные марки комбайнов, что сейчас невозможно. Такая взаимозаменяемость упрощает эксплуатацию комбайнов, сокращает запасы на складах, снижает затраты на закупку резцов. Фиксация резца в резцедержателе короны шайбами различных типов обеспечивает надежность крепления и исключает потери резцов, которые в настоящее время нередко достигают 5-10 % и более от числа устанавливаемых изделий. Если шахта в год расходует на резцы 5 млн.руб., то только исключение их потерь экономит до 0,5 млн.руб/год.

Фото универсальных резцов многоразового применения РГП 32-70/16УМ для комбайнов КП-21, КSW-460, П-110, МВ12, К-500 представлено на рис.3.



Рис.3. Комбайновые резцы РГП 32-70/16УМ многоразового применения

Испытания осенью 2011г. фирмой «Сибшахторудстрой» резца РГП 32-70-70/16М на комбайне КП-21 в условиях шахты «Осинниковская» по пласту Е-1 с присечкой 50% алеволита крепостью $f = 4-5$ по шкале проф.М.М.Протодьяконова показали эффективные и надежные результаты. Надежность конструкции подтверждена и испытаниями опытных резцов в июле 2012г. в шахте «Первомайская» при проведении выработки комбайном КСП-35 по пласту 24 с присечкой 70% породы, представленной песчаником крепостью $f = 8-11(!)$ Даже в таких тяжелых условиях сменные части головки не сломались, не потерялись, а отслужили 10 суток до полного износа. Комбайн за это время прошел 50 пм выработки. В этот период используемых шахтой новокузнецких резцов было заменено 169 штук (!) при ежесуточном расходе 10-20 штук.

Состояние резцов РГПМ после снятия с комбайна показано на фото (рис. 4).



Рис.4 . Резцы РГПМ после 1 цикла эксплуатации на комбайне КСП-35

Сверху видны изношенные сменные части головок. В ближайшее время они будут заменены новыми и эксплуатация резцов продолжится по второму циклу. Стоимость сменной головки составляет 40-50% от цены резца, что определяет его высокую экономическую эффективность.

Использование инновационных изделий производства НПП «Сибирские горнопромышленники» открывает существенные возможности по повышению уровня ресурсосбережения шахт, производительности комбайнов, сокращению потока резцов в шахту, кратному снижению денежных средств на закупку резцов. Однако, несмотря на такие выгодные возможности, шахты продолжают работать на прежних резцах и всячески уклоняются от получения экономии денег. Прибыль нынешним частным (!) шахтам не интересна!?? По крайней мере - ее наемным работникам!

Проведенный анализ показывает, что системного подхода к использованию резцов, коронок, а также и других ресурсов в нынешних шахтах не обнаруживается. Нынешние службы снабжения кузбасских шахт не настроены на инновационное развитие углепроизводственных систем. Расчетом и оценкой эффективности использования запчастей, материалов, инструмента и т.п. снабженцы не занимаются, поиск экономичных ресурсов не ведут, предлагаемые инновации не воспринимают. Тендерная схема закупок выявляет не экономичные, а дешевые изделия (что далеко не одно и то же!). В ответ на предложение кратнорентабельных инноваций менеджерами снабжения находятся различные предлоги для уклонения от закупок, зачастую абсурдные:

- дайте нам отсрочку платежа на 1-2 месяца (!?);
- у вас высокая (!?) цена (при рентабельности применения 500% - упрек абсурдный!);
- боимся, что ваши классные резцы не дойдут до забоя (?);
- да, резцы хорошие, но сложно увидеть эффект в масштабе шахты (!?);
- и т.п.

Выявленное индифферентное отношение менеджмента шахт к предлагаемым российскими учеными инновациям и экономии средств идет вразрез с заявленным государственным курсом и служит симптомом инновационного застоя в угольной промышленности.

**Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН
и Кузбасская выставочная компания «Экспо-Сибирь»**

**II Всероссийский симпозиум
с международным участием
«Углехимия и экология Кузбасса»**

Программный комитет

Почетные сопредседатели Программного комитета:

академик РАН Конторович А. Э., КемНЦ, СО РАН

академик РАН Лунин В. В., МГУ

академик РАН Пармон В. Н., ИК СО РАН

Сопредседатели Программного комитета:

чл.-корр. РАН Исмагилов З. Р., ИУХМ СО РАН

д.т.н. Ковалев В. А., КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева

Члены Программного комитета:

чл.-корр. РАН Захаров Ю. А., ИУХМ СО РАН

чл.-корр. РАН Клишин В. И., ИУ СО РАН

чл.-корр. РАН Липидус А.Л., ИОХ РАН

д.м.н. Глушков А. Н., ИЭЧ СО РАН

д.т.н. Коробецкий И. А., ОАО «УГОЛЬ-С»

д.х.н. Кузнецов П. Н. ИХХТ СО РАН

д.х.н. Мороз А. А., КемГУ

д.х.н. Черкасова Т. Г., КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева

д.т.н. Шпирт М.Я., ИНХС РАН

к.х.н. Журавлева Н. В., ОАО «ЗСИЦ»

к.т.н. Медяник В. С., ФГУП «Завод полукоксования»

к.т.н. Муравьев С. А., ОАО «Кузбасский технопарк»

к.э.н. Субботин С. П., ОАО «Кокс»

к.т.н. Храмов В.И., ИПЭБ КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева

Организационный комитет

Председатель: *Жеребцов С. И.*

Зам. председателя: *Козлов А. П.*

Секретарь: *Еременко А. Н.*

Ефимова О. С.

Клюева Т. Е.

Малышенко Н. В.

Неведров А. В.

СОДЕРЖАНИЕ

Андрейков Е.И. *Институт органического синтеза им. И.Я.Постовского УрО РАН, ОАО ВУХИН Екатеринбург, Россия.*

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ КАМЕННОУГОЛЬНЫЕ ПЕКИ ДЛЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....253

Каирбеков Ж.К., Ешова Ж.Т., Аубакиров Е.А., Акбаева Д.Н., Баширбаева Р.С., Алиханова А.Н. *НИИ Новых химических технологий и материалов при КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан.*

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ИЗ УГЛЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ЖИДКОФАЗНОМ ОКИСЛЕНИИ.....254

Каирбеков Ж.К.,¹ Ешова Ж.Т.,¹ Аубакиров Е.А.,¹ Акбаева Д.Н.,¹ Матаева З.Т.,² Баширбаева Р.С.,¹ Кенжетораева А.М.² *НИИ Новых химических технологий и материалов при КазНУ им. аль-Фараби¹, Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева², Алматы, Казахстан.*

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ЭКСТРАКЦИЕЙ УГЛЯ.....255

Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А. *НИИ Новых химических технологий и материалов при КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан.*

СОВМЕСТНОЕ ОЖИЖЕНИЕ УГЛЯ И ОТХОДОВ ПЛАСТМАСС.....256

V.Avid¹, H.J.Kim², J.Dugarjav¹, B.Purevsuren¹, S.A.Semenova³, Z.P.Ismagilov³ *Institute of chemistry and chemical technology, MAS,Ulaanbaatar¹, Mongolia, Clean coal research center, Korea Institute of Energy Research, Daejeon², Republic of Korea, Institute of Coal-chemistry and Material Science³, Siberian Branch of the RAS, Russia.*

GASIFICATION BEHAVIOR OF BAGANUUR COAL257

Барнаков Ч.Н.¹, Самаров А.В.¹, Козлов А.П.¹, Сеит-Аблаева С.К.², Васенин Н.Т.³, Ануфриенко В.Ф.³, Керженцев М.А.³, Улихин А.С.⁴, Матейшина Ю.Г.⁴, Уваров Н.Ф.⁴, Исмагилов З.Р.¹ *Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН¹, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности², Кемерово, Институт катализа СО РАН³, Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН⁴, Новосибирск.*

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОБРАЗОВАНИЕ ДВОЙНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ.....258

Вагнер С.Э.¹, Зубицкий Б.Д.¹, Дьяков С.Н.¹, Фрицлер В.К.¹, Трясунов Б.Г.² *ОАО «Кокс»¹, Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева², Кемерово.*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ БЕНЗОЛА «ДЛЯ СИНТЕЗА» И ТИОФЕНА ИЗ СЫРОГО КОКСОХИМИЧЕСКОГО БЕНЗОЛА.....259

Гуляева Т.И.¹, Леонтьева Н.Н.¹, Дроздов В.А.¹, Манина Т.С.², Семенова С.А.², Исмагилов З.Р.² *Институт проблем переработки углеводородов СО РАН¹, Омск, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН², Кемерово.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРИРОДНО-ОКИСЛЕННЫХ УГЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И МОНГОЛИИ.....260

Каирбеков Ж.К., Ермолдина Э.Т., Малибекова Г.А., Василина Г.К. *НИИ Новых химических технологий и материалов при КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан.*

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ И УГЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....261

Ефремова С.Ю. <i>ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», Новокузнецк.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ В УГЛЯХ.....	262
Жеребцов С.И. ¹ , Исмагилов З.Р. ¹ , Лырщиков С.Ю. ¹ , Неверова О.А. ² , Соколов Д.А. ³ , Пакуль В.Н. ⁴ , Исачкова О.А. ⁴ <i>¹Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово, ² Институт экологии человека СО РАН, 650065, г. Кемерово, ³ Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, ⁴КемНИИСХ Россельхозакадемии, Кемерово.</i> СОСТАВ И БИОАКТИВНОСТЬ ГУМАТОВ БУРОГО УГЛЯ.....	263
Журавлева Н.В., Потокина Р.Р. <i>ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», Новокузнецк.</i> ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ЖИДКИХ ОТХОДОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	264
Заварзина Е.В. <i>ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», Новокузнецк.</i> ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕЙ.....	265
Зорин М.В. ¹ , Косогооров С.А. ¹ , Загайнов В.С. ¹ , Стуков М.И. ² , Андрейков Е.И. ¹ <i>ОАО «ВУХИН»¹, ООО «Проминтех-НКА»², Екатеринбург.</i> ДОБАВКА КОКСУЮЩАЯ. ВЛИЯНИЕ НА ПЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГОЛЬНЫХ ШИХТ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ.	266
Иванов И.П. <i>Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск</i> БИОУГОЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЯ КУЗБАССА.....	267
Кислов В.М., Глазов С.В., Салганский Е.А., Жолудев А.Ф. <i>ИПХФ РАН, Черноголовка</i> ПЕРЕРАБОТКА НИЗКОСОРТНЫХ УГЛЕЙ И УГЛЕОТХОДОВ МЕТОДОМ СВЕРХАДИАБАТИЧЕСКОГО ГОРЕНИЯ.....	268
Когодеев С.Е. , Альтшулер Г.Н. <i>Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЛЕКТИВНОСТИ СОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ ПИРИДИНОВЫХ ОСНОВАНИЙ ПОЛИМЕРНЫМИ КАТИОНИТАМИ.....	269
Коковкин ¹ В.В., Рапута ² В.Ф., Морозов ³ С.В. <i>ИНХ СО РАН¹, ИВМиМГ СО РАН², НИОХ СОРАН³, Новосибирск.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫПАДЕНИЙ ПАУ В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ КОКСОХИМИИ И ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЙ.....	270
Кузнецов П. Н. <i>Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН, Красноярск.</i> ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БУРЫХ УГЛЕЙ КАНСКО-АЧИНСКОГО БАССЕЙНА И ИХ АКТИВНОСТЬ ПРИ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ.....	271
Кузнецов П.Н., Казбанова А.В., Кузнецова Л.И. <i>Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН, Красноярск.</i> ГИДРОИЗОМЕРИЗАЦИОННЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ АЛКАНОВЫХ И АРОМАТИЧЕСКИХ БЕНЗИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ВОЛЬФРАМИРОВАННОМ ДИОКСИДЕ ЦИРКОНИЯ.....	272
Куликова М.П. <i>Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПИРОЛИЗА КАМЕННОГО УГЛЯ КАА-ХЕМСКОГО И ЧАДАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	273

Салиев А.Н., Левченко А.Г., Астахов А.В. «Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)» ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЙ МЕТАМОРФИЗМА.....	274
Семенова С.А., Михайлова Е.С., Исмагилов З.Р. <i>Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово.</i> ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМПОНЕНТОВ СЫРОГО БЕНЗОЛА С ОЗОНОМ.....	275
Каирбеков Ж.К., Мылтыкбаева Ж.К., Ермолдина Э.Т. <i>Новых химических технологии и материалов при КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан.</i> ПОВЫШЕНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КАРАЖЫРА» МЕТОДОМ ОЗОНОЛИЗА.....	276
Папин А.В., Неведров А.В., Жбырь Е.В. <i>Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, Кемерово.</i> КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ УГОЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ.....	277
Полубояров В.А. ¹ , Волоскова Е.В. ¹ , Андриюшкова О.В. ² <i>Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН¹, Новосибирский государственный технический университет², Новосибирск.</i> ПРИРОДА ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗА В МЕТАНОНАСЫЩЕННЫХ УГЛЯХ.....	278
Журавлева Н.В., Потоккина Р.Р. <i>ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», Новокузнецк.</i> ИЗУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ГАЗА, ИЗВЛЕЧЕННОГО ИЗ УГОЛЬНОГО КЕРНА.....	279
Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Ярославцева Т.В. <i>ИВМиМГ СО РАН, ИНХ СО РАН, Новосибирск.</i> СОПРЯЖЁННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ И СНЕЖНОГО ПОКРОВА Г. КЕМЕРОВО.....	280
Семенова С.А. <i>Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово.</i> ПЕРЕРАБОТКА НИЗКОСОРТНЫХ И НЕКОНДИЦИОННЫХ УГЛЕЙ В КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ПРОДУКТЫ МЕТОДОМ ОЗОНИРОВАНИЯ.....	281
Каирбеков Ж.К., Есеналиева М.З., Смагулова Н.Т. <i>НИИ Новых химических технологии и материалов при КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан.</i> ПЕРЕРАБОТКА КОКСОХИМИЧЕСКОЙ СМОЛЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ.....	282
Солодянкин С.С., Субботин С.П. <i>ОАО «КОКС», Кемерово.</i> МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПЫЛЕГАЗОВОЙ СМЕСИ ПРИ РАБОТЕ ПОС (ПЫЛЕОСАДИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ) № 1,2 УГЛЕПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЦЕХА ОАО «КОКС».....	283
Жумабаева А.Ж., Оркен, Рахимова Б.У., Тулепов М.И., Мансуров З.А., <i>КазНУ им. аль-Фараби, ИПГ, Казахстан.</i> ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КИЯКТЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ.....	284
Жумабаева А.Ж., Оркен, Умбеткалиев К.А., Тулепов М.И., Мансуров З.А., <i>КазНУ им. аль-Фараби, ИПГ, Казахстан.</i> ГИДРИРОВАНИЕ УГЛЕЙ В СРЕДЕ ПАСТООБРАЗОВАТЕЛЯ.....	285

Жумабаева, А.Ж., Рахимова Б.У., Досжанов Е.О., Тулепов М.И., Мансуров З.А., *КазНУ им. аль-Фараби, ИПГ, Казахстан.*

ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ УГЛЯ ПОСЛЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ.....286

Topolnicka Teresa , Sciazko Marek, Zuwala Jarosław, Babiński Piotr. *Institute for Chemical Processing of Coal, Zabrze, Poland.*

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF COAL AND BIOMASS COMBUSTION IN AIR AND O₂/CO₂ MIXTURE UNDER AMBIENT AND HIGH PRESSURE.....287

Фуфаева М.С., Манжай В.Н. *Институт химии нефти СО РАН, Томск.*

ТОПЛИВНЫЕ БРИКЕТЫ НА ОСНОВЕ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ КОКСА.....288

Иванов И.П., Микова Н.М., Чесноков Н.В., Кузнецов Б.Н. *Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск.*

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА УГЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ АКТИВАЦИИ ГИДРОКСИДОМ КАЛИЯ.....289

Школлер М. Б. *Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк.*

О НАПРАВЛЕНИИ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО БЛОКА КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....290

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ КАМЕННОУГОЛЬНЫЕ ПЕКИ ДЛЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Андрейков Е.И.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН, 620041, Екатеринбург, ул.С.Ковалевской, 22 /
Академическая, 20; Факс (343) 3745954*

e-mail: cc@ios.uran.ru;

ОАО ВУХИН, 620990, Екатеринбург, ул. 8 марта, 14; факс (343) 714052,

e-mail: vuhin@nexcom.ru

The methods of modification of coal tar pitches for carbon materials have been considered. The chemical reactions in the course of chemical modification of coal tar pitches are discussed.

Каменноугольный пек (КП), остаток дистилляции каменноугольной смолы, является промышленным продуктом, широко используемым для получения углеродных материалов. Различные направления использования КП предъявляют определенные требования к его качеству. Свойства КП сильно зависят от характеристик каменноугольной смолы, которые, в свою очередь, определяются условиями работы коксовых печей и составом угольной шихты.

Обсуждены возможности управления свойств КП в рамках действующей промышленной технологии и способы химического модифицирования КП.

Основным способом модифицирования КП, получаемого на коксохимических предприятиях однократным испарением каменноугольной смолы, является термоокислительная обработка, позволяющая получать электродные пеки для анодной массы и графитированных электродов из каменноугольных смол различной степени пиролизованности.

Рассмотрены основные типы химических реакций, протекающих при модифицировании КП в результате термической и окислительной обработки, а также термообработки с макромолекулярными органическими соединениями. Скорость термических радикальных реакций конденсации, приводящих к увеличению средней молекулярной массы, содержания веществ, нерастворимых в хинолине и толуоле, и коксообразующей способности КП, возрастает в присутствии кислорода воздуха за счет высокой скорости образования кислородсодержащих группировок. Эти группировки термически неустойчивы в расплаве КП. Их распад приводит к образованию свободных радикалов и иницированию реакций конденсации соединений пека. При модифицировании КП путем совместного пиролиза с макромолекулярными органическими соединениями процессы конденсации инициируются свободными радикалами, образующимися при переносе водорода от соединений пека к продуктам термической дегградации полимеров. Реакции присоединения фрагментов деструкции органических соединений к молекулам пека конкурируют с реакциями переноса водорода. Относительная доля реакций присоединения растет с понижением температуры совместного пиролиза.

Модифицирование КП позволяет получать пеки с различным соотношением содержания веществ, нерастворимых в хинолине и толуоле, повышенным коксовым остатком, заданными вязкостно-пластическими свойствами, которые могут использоваться для синтеза углеродных материалов различной степени анизотропии.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ИЗ УГЛЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ЖИДКОФАЗНОМ ОКИСЛЕНИИ

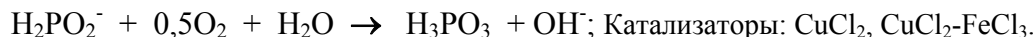
Каирбеков Ж.К., Ешова Ж.Т., Аубакиров Е.А., Акбаева Д.Н.,
Баширбаева Р.С., Алиханова А.Н.

ДГП НИИ Новых химических технологии и материалов при КазНУ им. аль-Фараби, Республика
Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би 96А, 0500012,
факс 8(727)2921279, e-mail: dnakbayeva@inbox.ru

It have been found that under mild conditions (50-80°C, P_{O₂} = 1 атм) the sodium hypophosphite is effectively oxidized by oxygen in water solutions in the presence of CuCl₂, CuCl₂-FeCl₃ immobilized on humic acids, separated from coals of Kiyakty and Oi-Karagai deposits, to give primarily phosphoric acid (yield 85-95%).

В настоящее время хорошо известны области нетопливного использования бурых углей. Препараты на основе гуминовых веществ бурых углей, их композиции с минеральными удобрениями широко используются как регуляторы роста и развития сельскохозяйственных растений, красители, дубители, для очистки сточных вод в атомной промышленности, извлечения редких металлов, а также для получения железорудных окатышей /1, 2/. В связи с этим как в странах СНГ, так и за рубежом ведутся интенсивные работы по созданию новой безотходной технологии для получения гуминовых веществ из угля. С этой точки зрения бурые угли месторождений Киякты и Ой-Карагай являются весьма перспективным сырьем для получения физиологически активных, экологически чистых гуминовых препаратов. Не так давно гуминовые (фульво-) кислоты стали применяться в качестве иммобилизаторов в металлокомплексном катализе.

Нами впервые изучена реакция окислительного гидроксигирования гипофосфита натрия до фосфористой кислоты (выход 85-95%), протекающая в мягких условиях (50-80°C, P_{O₂} = 1 атм) в присутствии катализаторов CuCl₂, CuCl₂-FeCl₃, иммобилизованных на гуминовых (фульво-) кислотах, которые были выделены из углей Кияктинского и Ой-Карагайского месторождений:



Установлены влияние температуры и концентрации компонентов каталитического раствора на скорость образования и выход фосфористой кислоты, кинетика и ключевые стадии, найдены оптимальные условия протекания процесса и оценены кинетические и активационные параметры реакций.

1. Ярчук И.И. Гуминовые кислоты из бурых углей для сельскохозяйственного производства //Уголь Украины. – 1996. – № 9. – С. 41-45.

2. Александров И.В., Кандаки Г.И., Зарифова Т.Н., Важова Ю.А. Биологически активные вещества бурых углей //Химия твердого топлива. – 1992. – № 2. – С. 28-34.

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».

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ЭКСТРАКЦИЕЙ УГЛЯ

Каирбеков Ж.К.,¹ Ешова Ж.Т.,¹ Аубакиров Е.А.,¹ Акбаева Д.Н.,¹
Матаева З.Т.,² Баширбаева Р.С.,¹ Кенжетораева А.М.²

ДГП НИИ Новых химических технологий и материалов при КазНУ им. аль-Фараби, Республика
Казахстан, г. Алматы, ул Толе би 96А, 0500012, факс 8(727)2921279¹, e-mail:

dnakbayeva@inbox.ru

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева
г. Алматы, ул.Сатпаева 22², e-mail: zayra.mataeva.77@mail.ru

In the work the coal extraction was carried out by several organic solvents (pyridine, benzene, toluene, tetrachlormethane). It is shown that the chemical composition of separated organic liquid products depends by nature of solvents and conditions of the process.

Одним из важнейших направлений современной химии является разработка способов получения важных химических продуктов из природного органического сырья. В этом плане особое внимание заслуживают бурые и окисленные каменные угли.

Известно, что угли разных типов и стадий метаморфизма набухают при сравнительно низких температурах, и в этих условиях из них можно извлечь широкую гамму продуктов. Так, в мягких условиях из угля можно экстрагировать органического вещества с хорошими выходами. Набухание и растворение углей зависит как от свойств углей, так и от свойств применяемых растворителей. Элементный и вещественный состав органической массы углей определяют ее надмолекулярное строение и энергию образования, которые существенны для процесса растворения. Набухание и растворимость углей в ряду метаморфизма можно рассматривать в зависимости от изменения элементного, фрагментального и вещественного состава органической массы угля /1/.

В данной работе приведены данные по процессу экстракции угля казахстанского Ой-Карагайского месторождения рядом органических растворителей (бензол, толуол, пиридин, четыреххлористый углерод). Уголь Ой-Карагайского месторождения имеет следующие характеристики: (масс. %): W^a 12,2; A^a 12,0; V^{daf} 35,2; C^{daf} 75,0; H^{daf} 5,2; S^{daf} 0,1; O^{daf} 15,4. Углеродный состав полученных экстрактов исследовали методом газожидкостной хроматографии. Так, в экстрактах толуола, пиридина и тетрахлорметана обнаружен целый ряд углеводородов таких, как парафины, изопарафины, ароматические углеводороды, нафтены, олефины. В бензольном экстракте помимо вышеупомянутых углеводородов обнаружены также кислородсодержащие углеводороды.

Ссылки:

1. Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля. - М.: МГУ, 2003. - С. 359-384.

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».

СОВМЕСТНОЕ ОЖИЖЕНИЕ УГЛЯ И ОТХОДОВ ПЛАСТМАСС

Каирбеков Ж.К., Аубакиров Е.А.

*ДГП НИИ Новых химических технологии и материалов при КазНУ им. аль-Фараби, Республика
Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би 96А, 0500012,
факс 8(727)2921279, e-mail: miral.64@mai.ru*

The joint fluidizing of coal and wastes of plastics in presence catalysts have been studied. It was shown that the joint fluidizing provides an increasing the productivity of process and improve quality of the recieved distillates.

Избавление от отходов пластмасс (ПМ) является одной из наиболее важных проблем современного общества. По оценкам, отходы ПМ составляют примерно 20 % по объему и 10 % по весу от всех отходов на земле.

Достигнут значительный прогресс в рециклизации ПМ механическими методом. Однако методами механической переработки не удается переработать более 10-15 % отходов ПМ. В связи с этим возникает необходимость в изучении новых подходов к проблеме рециклизации отходов ПМ, которые позволят максимально возможно утилизировать такие отходы.

Наиболее важные работы связаны с каталитической переработкой угля и отходов ПМ в присутствии водорода, которая может стать одним из альтернативных методов получение жидких транспортных и котельных топлив и химического сырья.

Типичные бытовые отходы ПМ содержат ~63 % полиэтилена (ПЭ) высокой и низкой плотности, 11 % полипропилена (ПП), 11 % полистирола (ПС), 7 % полиэтилентерефталата (ПЭТ) и 5 % поливинилхлорида. Это свидетельствуют о том, что такие отходы являются в основном алифатическими и характеризуются высоким отношением Н/С, что в принципе благоприятно для ожижения.

В научно-исследовательском институте новых химических технологии и материалов при КазНУ в течение 15 лет изучался процесс ожижения углей Казахстана. В последние годы проводится исследования ожижение отходов ПМ с углями Каражыринского, Кияктинского, Мамытского месторождений. Оптимальными условиями ожижения являются: 400⁰С; 1 час; начальное давление газа 2-5 МПа; катализатор – красный шлам, боксит, отходы металлургических производств. Найдено, что пластмассы поставляли водород для угля, тем самым, уменьшая расход водорода на 2 % от органической массы угля.

Таким образом, процесс совместного ожижения отходов пластмасс и угля по сравнению ожижением одного угля может обеспечить повышение производительность процесса, улучшить экономические показатели и стать перспективным химиком транспортных топлив и некоторых необходимых химических продуктов.

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».

GASIFICATION BEHAVIOR OF BAGANUUR COAL

B.Avid¹, H.J.Kim², J.Dugarjav¹, B.Purevsuren¹, S.A.Semenova³, Z.P.Ismagilov³

1. Institute of chemistry and chemical technology, MAS, Ulaanbaatar, Mongolia

2. Clean coal research center, Korea Institute of Energy Research, Daejeon, Republic of Korea

3. Institute of Coal-chemistry and Material Science, Siberian Branch of the RAS, Kemerovo, Russia

Fax: +976-11-453133, e-mail:avid_icct@yahoo.com

Coal gasification has been considered as one of the most important and versatile clean technologies for such processes as the generation of electricity and the production of chemicals, liquid fuels and hydrogen. Gasification is particularly suitable for the utilization of low rank coals, due to the high gasification reactivity of these coals [1,2]. Mongolia is rich in coal, with 10 billion tons of proven reserves and additional estimated resources totaling 152 billion tons [3]. and most of them is low rank coal like lignite and subbituminous. Taking into account Mongolia's dependence on imported oil, coal gasification integrated with syngas cleaning process for removal of sulfur component and carbon dioxide can be a reliable clean and efficient energy system [4]. Also it becomes attractive, if you consider issues, like air pollution problem in Mongolia and possibility to produce cheap gaseous fuel (DME), where gasification enables conversion of coal with very low levels of air pollution compared to most existing coal combustion technologies. However, research is needed in the areas of coal quality and reactivity, in order to estimate process performance and emissions levels with a view to their tighter control. Therefore laboratory scale, pressurized gasifier has been developed to study gasification behavior of Mongolian coal. The new gasifier can be operated with both fixed and fluidized bed system at temperature up to 950 °C and pressure up to 20 bar. Combinations of air, steam, oxygen and nitrogen were used as operating/fluidizing gases. Basic experimental results on the gasification behavior of various Mongolian coals are presented and discussed to get an in-depth understanding of the gasification reaction in order to optimise their performance under gasification conditions and to investigate ways of increasing the unit gasifier capacity and carbon conversion.

References

1. Li, C.-Z., Some recent advances in the understanding of the pyrolysis and gasification behaviour of Victorian brown coal, *Fuel*, 2007, 1664-1683
 2. Ye, D.P., Agnew, J.B. and Zhang, D.K., Gasification of a South Australian low rank coal with carbon dioxide and steam: kinetics and reactivity studies, *Fuel*, 1998, 77, 1209-1219
 3. Erdenetsogt, B., Lee, I., Bat-Erdene, D., Jargal, L., [Mongolian coal-bearing basins: Geological settings, coal characteristics, distribution, and resources](#), *International Journal of Coal Geology*, 2009, 80 (2),87-104
- Huang, J., Fang, Y., Chen, H. and Wang Y., *Energy & Fuels*, 2003, 17, 1474-1479

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОБРАЗОВАНИЕ ДВОЙНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ.

**Самаров А.В.¹, Барнаков Ч.Н.¹, Козлов А.П.¹, Сеит-Аблаева С.К.², Васенин Н.Т.³,
Ануфриенко В.Ф.³, Керженцев М.А.³, Улихин А.С.⁴, Матейшина Ю.Г.⁴, Уваров Н.Ф.⁴,
Исмагилов З.Р.^{1,3}**

¹*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово, e-mail:
barnakov@rambler.ru*

²*Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, г. Кемерово*

³*Институт катализа СО РАН, г. Новосибирск*

⁴*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск*

This work deals with nanoporous carbon materials (NCMs) with advanced micro- or mesoporosity, which were prepared from different organic compounds. BET adsorption, cyclic voltammetry, EPR spectroscopy were used to study the effect of micro- and mesoporosity on electrical capacitance. The effect is discussed in this work.

В настоящее время широко изучаются углеродные материалы, включающие активированный углерод, активированное углеродное волокно, углеродный аэрогель и углеродные нанотрубки, которые используются как ключевые компоненты электродов для суперконденсаторов. Активированный углерод имеет преимущества перед другими углеродными материалами ввиду доступности, технологичности и относительно низкой стоимости.

В данной работе были приготовлены нанопористые углеродные материалы (НУМ) с развитой микро- ($\sim V_{\Sigma}=1.2 \text{ см}^3/\text{г}$, $V_{\mu}=1.01 \text{ см}^3/\text{г}$) и мезопористостью ($\sim V_{\Sigma}=3.2 \text{ см}^3/\text{г}$, $V_{\mu}=0.59 \text{ см}^3/\text{г}$).

У полученных образцов НУМ были измерены парамагнитные (ЭПР) и электрохимические характеристики (циклическая вольтамперометрия).

Предполагается, что при синтезе НУМ с развитой микропористостью образуется больше дефектов пористой структуры по сравнению с образцами, имеющих развитую мезопористость. Как следствие различные значения электрической емкости, обусловленные образованием двойного электрического слоя либо существенным вкладом псевдоемкости. При этом электрическая емкость двойного электрического слоя, рассчитанная на массу одного электрода, для НУМ с развитой мезопористостью может достигать порядка 400 Ф/г. Данное значение приближается к теоретически возможной емкости графенового листа (550 Ф/г) с удельной поверхностью $2675 \text{ м}^2/\text{г}$.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ БЕНЗОЛА «ДЛЯ СИНТЕЗА» И ТИОФЕНА ИЗ СЫРОГО КОКСОХИМИЧЕСКОГО БЕНЗОЛА

Вагнер С.Э.*, Зубицкий Б.Д.*, Дьяков С.Н.*, Фрицлер В.К.*, Трясунов Б.Г.**

**ОАО «Кокс» г. Кемерово, ул. 1-я Стахановская, 6, (3842) 57-20-30,
8-923-480-43-22, Sergio-Pacinni@yandex.ru*

***Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово, ул. Весенняя 28, факс (3842) 37-44-22, tbg.httte@kuzstu.ru*

Carried out investigations on purification of raw coke-chemical benzene with extraction and sorption methods to obtain benzene "for synthesis" and thiophene. Investigated as extractants such solvents as dimethylformamide (DF), dimethyl sulfoxide (DS), di- and triethylene glycol (DEG and TEG), sulfolane (S), methyl pyrrolidone (MP). Investigated a distillation of narrow benzene fraction using sorbent as the cap in a rectification packed column - CaA, CaX, NiCaX.

В России на экспорт отгружается до 40% произведенной химической и нефтехимической продукции. Сравнение товарной структуры российского экспорта и импорта показывает, что из страны вывозится преимущественно химическая продукция низких переделов, а ввозится продукция высоких переделов, начиная от синтетических смол и пластмасс, до изделий из них и химических волокон и нитей. В связи с этим химические компании направляют свои инвестиции в сторону высоких технологий глубокой переработки сырья с производством наукоемкой малотоннажной продукции. Данное направление присутствует и в коксохимической промышленности. Получение бензола «для синтеза» и тиофена из продукта коксохимического производства – сырого бензола, – является актуальной современной задачей. Однако, ранее разработанные методы очистки сырого бензола не вышли за рамки лабораторных исследований или нашли ограниченное применение в промышленности. Тем не менее основная часть этих методов приводит к разрушению ценных компонентов, в том числе тиофена. В настоящее время нет технологии получения бензола марки «для синтеза» из сырого коксохимического бензола без разрушения других компонентов, которыми являются парафиновые и нафтеновые углеводороды, непредельные, сернистые, азотистые соединения. Нетрадиционные способы очистки бензола основаны на физическом и физико-химическом разделении углеводородов без разрушения компонентов сырого бензола в процессе очистки.

Одним из этих способов является совмещенный метод ректификации и сорбции-десорбции. Проведено исследование насадки-сорбента на основе цеолитов CaA и CaX (NiCaX) – селективной к предельным углеводородам и тиофену соответственно, при проведении непрерывной ректификации узкой фракции сырого бензола 79,0-80,5 °С. В насадочной ректификационной колонне разделение происходит за счет разности относительной летучести компонентов над поверхностью насадки-сорбента, селективной к определенным углеводородам.

Вторым методом является жидкостная экстракция, которая представляет собой возможность очистки сырого бензола одновременно от насыщенных, нафтеновых, непредельных углеводородов и тиофена. При очистке не происходит разрушения этих компонентов и образования вредных отходов, так как экстракция в большей степени относится к физическим процессам. Проведено исследование селективности и объемной емкости растворителей DF, DS, DEG, TEG, S, MP для извлечения ароматических углеводородов из сырого бензола.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРИРОДНО-ОКИСЛЕННЫХ УГЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И МОНГОЛИИ

Гуляева Т.И.¹, Леонтьева Н.Н.¹, Дроздов В.А.¹,
Манина Т.С.², Семенова С.А.², Исмагилов З.Р.²

*ФГБУН Институт проблем переработки углеводородов СО РАН,
г. Омск, 644040, ул. Нефтезаводская, 54*

e-mail: tangul-8790@ihcp.oscsbras.ru, факс (3812) 646-156

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

e-mail: iuxm@yandex.ru, факс (3842) 365-586

Various coals of the different composition from natural coal supply of Mongolia and Western Siberia can be used as virgin materials for the production of carbon adsorbents and other carbon materials. In this work carbon materials from oxidative coals at 800 °C were investigated using adsorption method and XRD. It was demonstrated, that the porous structure of sorbents of types: D,CC,B have the developed specific surface area 850-1400 m²/g and specific pore volume 0,720-1,040 cm³/g. An extent of mesopores is more than 50%. Sorbents of types: T and G contain the mainly micropores and the micropore contribution is about 70%.

Энергетические угли перспективных месторождений Монголии и Западной Сибири могут служить сырьем для получения углеродных материалов (УМ) широкого спектра назначения. Данная работа посвящена исследованию пористой структуры УМ, сформированных из природно-окисленных бурых и каменных углей различного марочного состава месторождений Кемеровской области и Монголии: Кайчакский (Б), Моховский (Д), Шестаки (СС), Апанасовский (Т), Хартарвагатай (Г) для оценки их потенциальных свойств как сорбентов газовой или жидкой фазы.

Углеродные материалы были получены пропиткой аналитических проб ископаемых углей водно-щелочным раствором при соотношении уголь : КОН равном 1 : 1 с последующей сушкой и карбонизацией при 800 °С. Карбонизаты отмывали от щелочи и высушивали до постоянной массы.

Характеристики текстуры УМ рассчитывали по изотермам адсорбции-десорбции N₂ при 77.4 К с применением различных методик расчета. Дополнительно для анализа микропор использовали изотермы адсорбции СО₂ при 273 К.

Методом РФА показано, что исследуемые УМ относятся к разупорядоченному графитоподобному углероду, содержащему примеси минеральных фаз (СаСО₃, Fe₃С, К(AlSiO₄), графита) за исключением углеродного образца из монгольского угля марки Г. Из анализа данных адсорбции исследуемые УМ, полученные из углей марок Б, Д и СС, обладают развитой микро-мезопористой структурой с удельной поверхностью S_{ВЕТ} порядка 850-1400 м²/г и удельным объемом пор 0,720-1,040 см³/г. Доля мезопор составляет более 50%. На УМ, полученных из углей марок Т и Г, вклад микропор составляет более 70%, что и определяет в них другую пористую структуру.

Работа выполнена в рамках интеграционного проекта СО РАН № 13 «Разработка научных основ энергосберегающих технологий глубокой переработки углей Монголии и Западной Сибири РФ методами активирующего химического и физического воздействия».

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ И УГЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Каирбеков Ж.К., Ермолдина Э.Т., Малибекова Г.А., Василина Г.К.

ДГП НИИ Новых химических технологий и материалов при КазНУ им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би 96А, 0500012,
факс 8(727)2921279, e-mail: ermoldina@mail.ru

Physical and chemical properties of humic acids, received from Mamyt coal field depending on a way of allocation are presented to this work.

В качестве исходного сырья для получения гуминовых кислот был использован уголь месторождения «Мамыт» (РК) со следующими физико-химическими характеристиками: $W^a=3,03\%$, $A^d=10,31\%$, $V^{daf}=34,82\%$, $C^{daf}=73,06\%$, $H^{daf}=4,71\%$, $S^{daf}=0,34\%$, $N^{daf}+O^{daf}=21,9\%$, $Q^A_B=29,2$ кДж/моль. Из физико-химических данных следует, что уголь месторождения «Мамыт», характеризующийся малой зольностью и низким содержанием серы, пригоден для процесса щелочной экстракции для извлечения из него гуминовых кислот.

Определяли физико-химические характеристики и свойства гуминовых кислот, выделенных из исходного (ГК) и активированного HNO_3 угля ($ГК_{ак}$). Наблюдаются различия в элементном составе гуминовых кислот в зависимости от способа получения данных кислот. В $ГК_{ак}$ повышается содержания углерода на 1,4% и кислорода на 3,7%, по сравнению с ГК, а содержание водорода и азота с серой в данном образце понижается на 0,4% и 4,7%, соответственно.

Были сняты ИК спектры исходного и активированных форм угля (У, УО и $УО_{серн.к-та}$), и полученных из них ГК и $ГК_{ак}$. В спектре У зарегистрированы полосы поглощения (п.п.), характерные для ОН и NH-групп, органическим соединениям с двойными связями и метильными группировками, С=О группам карбоновых кислот и С=С аренов. В спектрах образцов УО и $УО_{серн.к-та}$ также наблюдаются п.п., присутствующие в спектре У. Интенсивность п.п. в данных образцах, связанная с валентными колебаниями связей С=С, становится выше.

В спектрах ГК и $ГК_{ак}$, наблюдается п.п. химически несвязанной воды (при 3690 см^{-1}), а также появляется мало структурированная п.п. в области $3600-3100\text{ см}^{-1}$. Её появление связано с поглощением групп ОН и NH. В спектрах наблюдаются п.п. колебаний связей С-Н. Появляются п.п., обусловленные колебаниями связей С=О в карбоксильной группе кислоты и хинонах. Интенсивность п.п. в области $1700-1200\text{ см}^{-1}$ в спектре $ГК_{ак}$ выше, чем в ГК, а также наблюдается гораздо большее число п.п. в области валентных колебаний связей С-Н.

Общая кислотность $ГК_{ак}$ повышается до 7,77 мг-экв/г за счет увеличения содержания карбоксильных, фенольных и карбонильных группировок. Значение статической объемной емкости увеличивается в ряду $У < ГК < УО < ГК_{ак}$. Активированный уголь и гуминовая кислота, полученная из него, характеризуются более высокими ионообменными свойствами по сравнению с исходным углем и ГК.

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».

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РТУТИ В УГЛЯХ

Ефремова С.Ю.

ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр»

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

This work deals with the determination of mercury in coal by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma after thermal decomposition in hermetical vessel.

Изучение химического состава минеральной части углей является актуальным для оценки их токсичности. К экологически опасным относятся следующие элементы: As, Hg, Be, V, Zn, Pb, Mo, U, F, Cl, Ni, Cr, Sb, B, Cu, Th, Ra.

Анализ литературных данных о распределении ртути в углях показывает, что ее содержание составляет порядка 0,1 г/т как в каменных, так и бурых углях. Вследствие высокой токсичности ртути и её соединений, а также практически полного ее перехода при сжигании углей в газовую фазу (вынос из высокотемпературной зоны топки составляет 98–99 %), изучение геохимии ртути в углях имеет первостепенное значение для охраны окружающей среды. Согласно литературным данным,

Методическая работа по определению ртути в углях состояла из двух этапов: выбора оптимального метода разложения угля и оптимизации параметров проведения измерений.

Были опробованы следующие способы разложения:

- кислотное разложение проб углей в калориметрической бомбе;
- микроволновое разложение проб углей;
- термическое разложение проб углей в герметичной емкости.

Наилучшие результаты были достигнуты при термическом разложении проб углей в герметичной емкости. Микроволновое разложение не обеспечивает необходимую экспрессность анализа, однако достигается высокая точность определений. При кислотном разложении проб углей в калориметрической бомбе наблюдается низкая воспроизводимость результатов анализа.

Определение ртути проводилось на спектрометре с индуктивно-связанной плазмой «iCAP 6300» («ThermoScientific», Англия) напрямую из растворов и с использованием гидридной приставки.

Оптимальным является определение ртути с использованием гидридной приставки. Метод основан на восстановлении ртути до атомарного состояния раствором хлорида олова (II). После смешения анализируемой пробы с реагентами в реакторе жидкая фаза матрицы удаляется, а исследуемая проба с потоком инертного газа транспортируется в виде выделившихся паров ртути в источник индуктивно-связанной плазмы. Регистрация интенсивности линий определяемого элемента осуществлялась при 184,950 нм. Все исследования проводились с использованием стандартных образцов с аттестованным содержанием ртути.

Разработан и внедрен метод определения ртути в углях с нижним пределом обнаружения элемента 0,02 г/т.

Накоплен большой массив экспериментальных данных для разных диапазонов определяемого элемента.

СОСТАВ И БИОАКТИВНОСТЬ ГУМАТОВ БУРОГО УГЛЯ

¹С.И.Жеребцов, ¹З.Р.Исмагилов, ¹Лыршиков С.Ю., ²О.А.Неверова, ³Д.А.Соколов, ⁴Пакуль В.Н., ⁴Исачкова О.А.

¹ *Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, 650000, г. Кемерово, пр-т Советский, факс: +7(384-2) 36-55-86,*

E-mail: icccms@rambler.ru;

² *Институт экологии человека СО РАН, 650065, г. Кемерово, Ленинградский пр-т, 10, факс: +7(384-2) 57-50-79, E-mail: ihe@list.ru;*

³ *Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, факс: +7(383) 222-76-52, E-mail: soil@issa.nsc.ru;*

⁴ *КемНИИСХ Россельхозакадемии, 650510, Кемеровская область, Кемеровский район, п. Новостройка, ул. Центральная 47, факс: +7 (384-2) 60-45-45, E-mail: kemniish@mail.ru*

The elemental composition and functional analysis of original lignites, as well as of sodium and potassium humates were elucidated by instrumental methods: ¹H-, ¹³C - NMR and FTIR-spectroscopy. The agricultural activity test results of humic substances from lignites as growth factors for several crops are presented.

В данной работе приведены результаты испытания активности гуматов из различного сырья в качестве стимуляторов роста сельскохозяйственных культур. Объектами исследования были бурый уголь Тисульского месторождения Канско-Ачинского бассейна, его естественно-окисленная форма и гуматы Na и K, полученные из них. Образцы гуматов охарактеризованы с привлечением инструментальных методов: ¹H- и ¹³C- NMR, FTIR, элементным и функциональным анализом. Исходные угли и полученные из них гуматы обладают различным структурно-групповым составом. Обнаружено, что бурый уголь и его естественно-окисленная форма резко отличаются по количеству карбонильных групп – 3,21 и 13,31 ммоль/г соответственно. Естественно-окисленная форма бурого угля и полученные из нее гуматы имеют более ароматический характер и большее содержание фенольных гидроксидов.

Проведена наработка опытных партий гуматов натрия и калия из бурого угля и его естественно-окисленной формы. Приведены результаты опытов на почвах различного состава северной части Кузнецкой котловины Западной Сибири. Применение гуматов увеличило урожайность овса на 35-40% и пшеницы на 20-25% по сравнению с контролем. Урожайность пшеницы на лессовидном суглинке превысила контрольный вариант на 21%. Стимуляцию ростовых процессов и урожая у гороха вызывает внесение гуматов Na и K в концентрации 0,01 %: масса бобов увеличивается на 36 – 49 %, масса семян с 1 растения – на 80 %. Внесение гуматов натрия и калия в большинстве случаев вызывают в черноземах стимуляцию общей биологической активности почв.

Наибольший эффект стимуляции растений достигается с гуматами K, которые способствуют улучшению калийного питания растений. Образцы гуматов K и Na из естественно-окисленной формы бурого угля на 13-17% эффективнее гуматов из бурого угля.

Использование гуматов K и Na стимулирует урожайность ряда сельскохозяйственных культур и многолетних трав на различных почвах и является важным фактором для комплексной рекультивации нарушенных земель и применения в сельском хозяйстве.

ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ЖИДКИХ ОТХОДОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Журавлева Н.В., Потокина Р.Р.

*ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр»,
г. Новокузнецк, ул. Орджоникидзе, 9, факс 74-57-22, e-mail: zsic@mail.ru*

This work has been devoted to the research of chemical composition and biological toxicity of liquid wastes of coking plant. It was shown that this type of wastes is refer to third class of hazard.

Одной из важных экологических проблем коксохимического производства (КХП) является рациональное управление отходами с целью минимизации воздействия на окружающую среду. Сегодня на большинстве предприятий отрасли утилизация жидких отходов КХП осуществляется путем присадки их к угольной шихте при соответствующей подготовке. Однако на отдельных предприятиях ранее существовала практика складирования жидких отходов в так называемые накопители. Аналогичным образом решался вопрос и на Кузнецком металлургическом комбинате (КМК). Накопитель жидких отходов коксохимического производства КМК (так называемое «смоляное озеро») представляет собой естественную природную лощину, заполненную полужидкими отходами коксохимического производства. Объем этих отходов около полумиллиона тонн. Основная масса складированного материала состоит из смеси масел, смол, фусов и полимеров бензольного отделения. Продукт «смоляного озера» неоднороден по всему объему накопителя.

В данной работе для оценки токсичности жидких отходов КХП использованы химические, физико-химические и биологические методы исследования: гравиметрия, титриметрия, фотоколориметрия, атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой, атомно-эмиссионная спектроскопия с испарением пробы из канала угольного электрода, высокоэффективная жидкостная хроматография, газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием, биотестирование с использованием двух тест-объектов. Расчет класса опасности отходов произведен с помощью программы, разработанной фирмой «Интеграл» (г. Санкт-Петербург) в соответствии с утвержденными нормативными документами.

Изучено распределение полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в образцах жидких и твердых отходов КХП. Показано, что в пробах содержатся все 16 приоритетных ПАУ. Высококонденсированные ПАУ (бенз(а)пирен, дибенз(а, h)антрацен, бенз(к)флуорантен, бенз(в)флуорантен, бенз(г, h, i)перилен, индено(1, 2, 3-сd)пирен), обладающие наибольшей канцерогенной активностью, содержатся в пробах в различных сочетаниях. Кратность превышения по нормируемому в России содержанию бенз(а)пирена в почвах (0,02 мг/кг) составляет от 7605 до 57980 раз. Содержание фенолов в отходах находится на уровне 60 мг/кг. Изучен элементный состав отходов КХП, отмечено, что отходы содержат высокие концентрации ртути. Показано, что данный вид отходов относится к третьему классу опасности – опасные. Расчет подтвержден методом биотестирования с использованием двух тест-объектов: ракообразных *Daphnia magna* Straus и зеленых водорослей *Scenedesmus quadricauda*. На основании полученных данных может быть составлена программа мониторинга объектов окружающей среды на границе накопителя жидких отходов КХП КМК.

ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕЙ

Заварзина Е.В.

*ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр»
654006, г. Новокузнецк, ул. Орджоникидзе, 9 факс 74-57-22,
E-mail: zsic@mail.ru*

Значительное разнообразие углей и направлений их промышленного использования обуславливает необходимость существования большого числа методов испытаний, пригодных для оценки потребительских свойств углей. Большое влияние на значение показателей оказывают условия отбора, подготовки и хранения проб углей.

Значение одних и тех же показателей меняется в зависимости от того, на какое состояние рассчитан результат испытаний – рабочее, аналитическое, сухое, сухое беззольное. В связи с этим получение сравнимых показателей возможно лишь при соблюдении постоянства условий отбора, подготовки и хранения проб; унификации условий проведения испытаний проб. Нормирование качества углей основывается на их потребительских свойствах: теплоте сгорания (для энергетического использования), свойствах спекаемости (для использования в металлургии).

Основой разграничения углей всех марок являются, прежде всего, генетические параметры – показатель отражения витринита, сумма фюзенизированных компонентов, в комплексе с показателями технического анализа. Марочная принадлежность включает в себя комплекс определенных технологических свойств, присущих углям при термическом воздействии, а именно удельную теплоту сгорания, выход летучих веществ, спекающую способность.

В работе представлена программа исследований для определения марок различных углей: для бурого угля (определение влажности, зольности, выхода летучих веществ, выхода продуктов полукоксования, отражательной способности витринита, мацерального состава), для каменного угля (определение влажности, зольности, выхода летучих веществ, толщины пластического слоя, индекса Рога, индекса свободного вспучивания, отражательной способности витринита, мацерального состава), для антрацита (определение влажности, зольности, объемного выхода летучих веществ, анизотропии отражения витринита, отражательной способности витринита, мацерального состава).

Обсуждаются вопросы геологических исследований каменноугольных месторождений: изучение по глубине и по простиранию, отбор проб углей из пробуренных скважин по точкам пластопересечений, формирование необходимого массива данных для решения вопросов о марочном составе и составление отчетов в Государственный Комитет по Запасам (ГКЗ) углей. Для решения этих вопросов комплекс исследований должен включать: технический анализ (влаги, зола, выход летучих веществ, теплота сгорания, спекаемость, анализ элементного состава углей (углерод, водород, азот, сера), определение химического состава золы и содержания в углях микроэлементов (Ga, Ge, As, Cd, Se, F, Cl, и др.).

По выдаваемым результатам проводится тщательный внутрилабораторный контроль качества лабораторных работ в соответствии с требованиями нормативных документов.

ДОБАВКА КОКСУЮЩАЯ. ВЛИЯНИЕ НА ПЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГОЛЬНЫХ ШИХТ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ.

**Зорин М.В.¹, Косогоров С.А.¹, Загайнов В.С.¹, Стуков М.И.²,
Андрейков Е.И.^{1,3}**

*1 - ОАО «ВУХИН», 620990, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 14
тел.: (343) 371-01-75, факс: (343) 371-40-54, E-mail: vuhin@nexcom.ru,
2 – ООО «Проминтех-НКА», 3 — ИОС УрО РАН)*

The report focuses on petroleum coke with high volatile matter and its influence on the plastic properties of coal mixtures for coking.

В мире известны работы по использованию нефтяных коксов в угольных шихтах для коксования, при этом их содержание в угольных шихтах ограничивается 15 %. Это обусловлено отошающими свойствами рядовых нефтяных коксов с выходом летучих веществ 6-12%, а также их высокой сернистостью.

Разработана технология получения нефтекокса с повышенным выходом летучих веществ, который назвали Добавкой Коксующей (ДК) [1,2].

Использование ДК в шихте для коксования снижает себестоимость производства металлургического кокса за счет замены дефицитных марок углей (К, ОС, КО) на уровне 5-7 % для черной металлургии и на уровне 40-60 % для цветной металлургии. Применение ДК позволяет получить металлургический кокс высокого качества, применение которого снижает удельный расход кокса на тонну выплавляемого металла.

Введение в угольную шихту ДК способствует увеличению температурного интервала пластического состояния шихты, улучшению спекания угольных зерен, снижению пористости и увеличению плотности кокса.

При рассмотрении ДК под микроскопом можно четко выделить два типа текстур: изотропный и анизотропный. ДК содержит до 20 % изотропного пекоподобного вещества, которое определяет ее спекающие и коксующие свойства.

Установлена корреляция между содержанием изотропной (пековой) составляющей и содержанием летучих веществ. Изотропная составляющая представляет собой нефтяной пек. Пек является хорошей добавкой, улучшающей текучесть и связывающие спекающие свойства шихты.

Пластические свойства и низкая зольность ДК – два благоприятных фактора, которые способствуют образованию средних и крупных анизотропных мозаичных структур в металлургическом коксе, что позволяет формировать кокс с более низкой реакционной способностью, а также увеличивать долю ДК в шихте для коксования вплоть до 100 %.

1 — патент РФ № 2355729;

2 — ТУ 0258-229-00190437-2008.

БИОУГОЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЯ КУЗБАССА

И.П. Иванов

*Институт химии и химической технологии СО РАН, Россия,
660036, г.Красноярск, Академгородок, 50, стр. 24. E-mail: ivanov@icct.ru*

Biocoal technologies can improve the environmental and energy characteristics of the coals and coalwastes by processing them into fertilizers and environmentally friendly coal fuels.

Преобразование Земли Кузнецкой из сырьевой резервации в процветающую экологически чистую территорию невозможно без разработки долгосрочной комплексной программы, основанной на качественно новых научно-технических разработках.

Биоугольные технологии могут выступать одним из перспективных направлений инновационного развития Кузбасса. Отличительной особенностью биоугольных технологий является то, что они осуществляются при низких температурах (до 100 °С), атмосферном давлении и без использования химических реагентов.

На основе биотехнологических методов возможно создание производств по переработке углеродсодержащих отходов добычи и обогащения углей в органоминеральные удобрения. При внесении биоугольных удобрений с высоким содержанием гумусовых веществ урожайность сельскохозяйственных культур увеличивается на 30-40 %.

Биоугольные технологии позволяют повышать экологические и энергетические характеристики углей за счет снижения их зольности (на 70–80 % и более), а также удаления серы (до 90 %).

На основе биоугольных технологий возможно получение продукции широкого спектра: экологически чистых биоугольных энергетических суспензий, бездымных топливных гранул и брикетов, биометана и биоводорода, жидких моторных биотоплив, углеродных восстановителей для металлургии, сырья для химической и фармацевтической промышленности, гранулированных и жидкофазных сорбентов, гуминовых кислот, кроме того, позволяет снижать содержания серы в углях, идущих на коксование и т.п.

Перспективно использование предварительной стадии биоконверсии углей для последующей переработки по традиционным технологиям (термическим и химическим). Интегрирование биохимической и термохимической технологий способствует развитию новых направлений переработки углей.

Биоугольные технологии позволяют реализовать подземную добычу углей по безлюдным технологиям и транспортировку добываемой угольной "нефти" потребителям по трубопроводам.

1. Иванов И.П., Друждж П.В., Иконников И.В., Толкачиков Ю.Б. Биотрансформация бородинского бурого угля в опытно-промышленных условиях // Научные труды КАТЭЖНИИУголь.– М.:– ЦНИЭИуголь.– 1991.– С. 174–179.
2. Иванов И.П. Основные направления биотехнологической обработки углей // ХТТ.– 2007.–№1.–С. 5–13.
3. Иванов И.П., Иванов Д.И., Баранова М.П., Михайленко С.А. Перспективы биоугольных технологий в энергетике // Сб. докл. Первого международного научно-технического конгресса "Энергетика в глобальном мире".– 16–18 июня 2010 г., Красноярск.– С. 391–392.

ПЕРЕРАБОТКА НИЗКОСОРТНЫХ УГЛЕЙ И УГЛЕОТХОДОВ МЕТОДОМ СВЕРХАДИАБАТИЧЕСКОГО ГОРЕНИЯ

Кислов В.М., Глазов С.В., Салганский Е.А., Жолудев А.Ф.

ИПХФ РАН, г Черноголовка, пр. акад. Семенова, 1, vmkislov@icp.ac.ru

The results of superadiabatic combustion (SC) of high-ash carbon materials and low-grade coal are written. It is shown that the carbon-free ash, low-calorific gas (2-5 MJ/m³) and in some cases a few amount of high-calorific (32 MJ/kg) hydrocarbons are resulted at SC of low-grade solid fuels.

Значительную часть запасов угля в России составляют низкосортные и некондиционные угли, которые имеют высокую зольность, влажность, и низкую теплоту сгорания. Кроме того, накоплены большие количества низкокалорийных отходов добычи, обогащения и неполного сгорания углей.

Ежегодно образуется до 30 млн. т золы, содержащей от 10 до 30% углерода, из которых используется только примерно 10%, и более 1 млрд. т отходов добычи и углеобогащения, из которых утилизируется лишь примерно половина. Для хранения таких объемов отходов требуются большие площади, а содержащийся в них углерод и ряд химических веществ представляют пожарную и экологическую опасность.

Низкосортные угли и углеотходы в основном используются в энергетике, однако их сжигание традиционными методами затруднено. Решением данной проблемы может стать комплексный подход к переработке углеотходов с получением энергии, химического сырья и использованием золы. Одним из перспективных методов переработки твердых топлив является сверх-адиабатическое горение (СГ), так как оно позволяет получить горючий газ и жидкие углеводороды, а зола практически не содержит углерод. Процесс мало чувствителен к изменению в широких пределах зольности и влажности топлива.

В данной работе приведены результаты исследования переработки некондиционных углей и углеотходов методом СГ.

Эксперименты проводили в кварцевом реакторе диаметром 45 мм. В работе использовали смеси древесного угля с инертным материалом (содержание угля от 5 до 60%), моделирующие различные виды углеотходов, и реальные низкосортные угли и углеотходы: два вида золы уноса ТЭЦ, Тульский уголь и КЕК (содержание углерода 10, 20, 39 и 57 % соответственно).

Эксперименты на модельных смесях показали, что при паровоздушной газификации смесей с содержанием угля от 5 до 60% температура горения находится в диапазоне 900-1300 °С, при этом образуется горючий газ с теплотой сгорания от 2 до 3 МДж/м³ (при содержании угля 5-10%) и 4,0-4,5 МДж/м³ (при содержании угля 20-60%). Наличие в топливе заметного содержания влаги мало влияет на параметры СГ и состав продукт-газа в пересчете на сухой газ.

В отличие от модельных составов, при СГ некондиционных углей и углеотходов существенное влияние имеет температура плавления золы, поэтому в ряде случаев во избежание шлакования шихты мы были вынуждены работать при относительно низких температурах (800-900 °С). При СГ золы уноса теплота сгорания продукт-газа была низкой. Горючий газ с теплотой сгорания выше 2 МДж/м³ был получен только из золы с содержанием углерода 20%. Для Тульского угля и КЕК (температура плавления золы 1100 °С) был получен горючий газ с теплотой сгорания 4-5 МДж/м³ и жидкие углеводороды с теплотой сгорания 32 МДж/кг, выход которых составлял 10% от массы топлива.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 годы ГК № 14.740.11.1093

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЛЕКТИВНОСТИ СОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ ПИРИДИНОВЫХ ОСНОВАНИЙ ПОЛИМЕРНЫМИ КАТИОНИТАМИ

Когодеев С.Е., Альтшулер Г.Н.

Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН

г. Кемерово, Советский проспект, 18

тел.: 36-88-04, e-mail: altshulerh@gmail.com

Каменноугольная смола, продукт коксования угольной шихты, один из важнейших источников органических соединений. Хиолин-изохиолиновая фракция каменноугольной смолы содержит около 30% изохиолина и является перспективным источником его получения. Одно из важных направлений использования изохиолина - получение никотиновой и изоникотиновой кислот. Эти кислоты и их производные широко используются в медицине, в частности, они являются исходными соединениями при получении противотуберкулезных препаратов.

Существует несколько способов разделения хиолин-изохиолиновой фракции на индивидуальные компоненты. Метод разделения хиолина и изохиолина, основанный на различиях в температурах кристаллизации, технически не целесообразен, т. к. их эвтектика содержит 85% хиолина [1]. Методы разделения кристаллогидратов хиолина и изохиолина и выделения изохиолина на сорбентах типа окиси алюминия – многоступенчаты и ресурсозатратны [2]. Известен [3] усовершенствованный способ разделения фракции на сульфокатионите типа КУ-2х4 в Cu^{2+} форме.

Цель настоящей работы - исследование и разработка методики разделения смеси хиолина, изохиолина, хинальдина на сульфированном поликаликсарене и фосфат циркониевом катионите. Структура элементарных звеньев катионитов приведена на рисунке. Проведено исследование сорбции соединений содержащихся в хиолин-изохиолиновой фракции на полимеры. Рассчитаны индивидуальные ионообменные емкости по каждому из веществ.

В дальнейшем планируется разработка технологии выделения изохиолина из коксохимической хиолин-изохиолиновой фракции и исследование возможности его окисления на катионитах.

Литература

- 1 Литвиненко М. С., Носалевич И. М. Химические продукты коксования для производства полимерных материалов. Харьков: «Металлургиздат», 1962. 428 с.
- 2 Чумаков Ю. И., Алябьева М. С. Авторское свидетельство СССР №289089, 08.12.1970.
- 3 Альтшулер Г. Н., Ахметов М. Х. Авторское свидетельство СССР №682516, 30.08.1979.

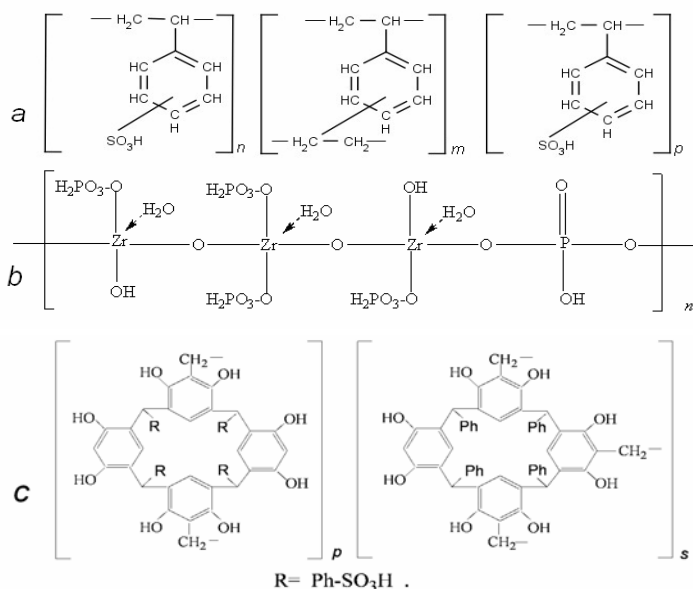


Рис. Элементарные звенья катионитов:

a – сульфокатионит КУ-2;

b – полимерный фосфат циркония;

c – сульфированный поликаликсарен

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫПАДЕНИЙ ПАУ В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ КОКСОХИМИИ И ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЙ

В.В. Коковкин¹, В.Ф. Рапута², С.В. Морозов³

¹*ИНХ СО РАН, 630090, г. Новосибирск, пр-т Лаврентьева, 3,
факс (383)330-94-89, basil@niic.nsc.ru*

²*ИВМиМГ СО РАН, 630090, г. Новосибирск, пр-т Лаврентьева, 6*

³*НИОХ СОРАН, 630090, г. Новосибирск, пр-т Лаврентьева, 9*

The results of experimental and numerical investigations of polyaromatic hydrocarbons aerosol sedimentation in the environs of chark chemistry and power plants are presented. It was shown that the model constructed is in a good agreement with experiment.

В докладе обсуждаются результаты исследований процессов загрязнения в окрестностях Новосибирского электродного завода, ООО «Коксохим» (г. Заринск Алтайского края), Кемеровского коксохимического завода, ТЭЦ (г. Новосибирск), ТЭЦ-3 (г. Барнаул). Рассматриваемые предприятия в больших объёмах используют каменный уголь, что приводит к значительной эмиссии полиароматических углеводородов (ПАУ) в атмосферу и соответственно к обширному загрязнению территорий. Основные выбросы производятся через трубы высотой 100 – 250 м. В рамках как кинематических схем оседания крупных частиц примеси в атмосфере, так и с использованием разностных и аналитических решений уравнения переноса примеси в приземном слое атмосферы построены малопараметрические модели реконструкции поля выпадений в моно и полидисперсном приближении, что позволяет проводить численный анализ данных наблюдений в значительном диапазоне расстояний от источника. Апробация моделей реконструкции для рассматриваемых источников показала вполне удовлетворительное согласие с данными экспериментальных исследований загрязнения снегового покрова ПАУ. Наиболее значительные выпадения ПАУ в ближних окрестностях НЭЗ, ООО «Коксохим», Кемеровского химзавода происходят в составе крупных фракций частиц, что видимо связано с протекающими технологическими процессами. Аналогичная ситуация наблюдается в зимнее время и для ТЭЦ. Учитывая весьма значительную высоту труб и высокую степень очистки на ТЭЦ выбрасываемых примесей, отсюда следует, что в зимнее время существенную роль на формирование полей выпадений играет процесс вымывания золы ТЭЦ ледяной крупой. В результате на сравнительно небольших расстояниях от труб образовались зоны очень высокого аэрозольного загрязнения различными компонентами примеси, что указывает на опасность проживания и ведения какой-либо деятельности в этих областях. Следует отметить, что до сих пор эти процессы не учитываются в стандартных расчётных методиках.

Численный анализ данных мониторинга снегового покрова в окрестностях рассматриваемых предприятий показывает существование достаточно простых закономерностей формирования полей длительного загрязнения местности. Процедура агрегирования неизвестных параметров существенно повышает эффективность решения обратных задач переноса примесей. По небольшому числу точек измерения и с учетом весьма ограниченной входной информации показана возможность построения количественных моделей длительного аэрозольного загрязнения местности.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БУРЫХ УГЛЕЙ КАНСКО-АЧИНСКОГО БАССЕЙНА И ИХ АКТИВНОСТЬ ПРИ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ

П. Н. Кузнецов

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

Features of a composition and the physicochemical properties of brown coals of kansko-Achinsk basin, influence chemical and machining on chemical and structural properties are viewed. Blanket natural changes of structural properties, features of interaction with organic solvents depending on a composition of coals are revealed. On this bottom directions of effective processing, expedients of boost of thermochemical responses with reception gaseous and liquid fuels and porous carbon materials are viewed.

Рассмотрены особенности состава и физико-химических свойств бурых углей канско-ачинского бассейна, влияние химических и механических обработок на химические и структурные свойства. Выявлены общие закономерные изменения структурных свойств, особенности взаимодействия с органическими растворителями в зависимости от состава углей.

На этой основе рассмотрены направления эффективной переработки, способы стимулирования термохимических реакций с получением газообразных и жидких топлив и пористых углеродных материалов.

Показано, что модифицирование бурых углей обработкой разбавленными кислотами, механохимической обработкой в энергонапряженных измельчительных аппаратах и путем радиационного воздействия позволяет интенсифицировать процесс деструктивной гидрогенизации в жидкие углеводороды. Приведены результаты исследований по получению жидких продуктов методом гидрогенизации на железосодержащих катализаторах, охарактеризован состав продуктов.

Установлены факторы, определяющие реакционную способность бурых углей в процессе газификационной переработки. Показано, что во многом она определяется составом минеральных веществ золы, оказывающих каталитическое действие на процесс.

ГИДРОИЗОМЕРИЗАЦИОННЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ АЛКАНОВЫХ И АРОМАТИЧЕСКИХ БЕНЗИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ВОЛЬФРАМИРОВАННОМ ДИОКСИДЕ ЦИРКОНИЯ

Кузнецов П.Н., Казбанова А.В., Кузнецова Л.И.

Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН, 660049, г. Красноярск, ул. Карла Маркса, 42. e-mail: kpn@icct.ru

The catalytic properties of zirconia modified by tungstate anions for the isomerization of *n*-heptane and its mixtures with benzene and toluene were studied. The reaction of *n*-heptane isomerization into the skeletal isomers on the tungstated catalyst of optimal composition has been found to occur effectively in the presence of benzene or toluene admixture at the temperature of 200⁰C, benzene and toluene being converted into the respective naphthenic derivatives.

Бензиновые фракции, получаемые в процессах пиролиза и ожижения углей, по своему составу отличаются от нефтяных значительно более высоким содержанием алканов нормального строения и ароматических углеводородов. Для каталитической переработки таких фракций в высокооктановые экологически безопасные компоненты моторных топлив методом гидроизомеризации необходимы новые активные, селективные и устойчивые к дезактивации низкотемпературные катализаторы. Значительный интерес для создания катализаторов переработки таких фракций представляют оксидные системы на основе вольфрамированного диоксида циркония.

Целью настоящей работы являлось приготовление, исследование физико-химических свойств и активности катализаторов на основе диоксида циркония, модифицированного вольфраматными группами, в реакции изомеризации *n*-гептана и модельной смеси *n*-гептана с бензолом и толуолом.

Катализаторы готовили методом пропитки высокодисперсного аморфного гидроксида циркония раствором метавольфрамата аммония с последующим прокаливанием при температуре 700⁰C. Содержание вольфрамат-анионов в катализаторе варьировали от 5,9 до 21,9 %с. Платину в количестве 0,5 мас.% наносили из раствора платинохлористоводородной кислоты. Процесс изомеризации проводили на автоматизированной установке VI-CATflow4-2(A) с проточным реактором в присутствии водорода при атмосферном давлении.

По результатам испытаний катализаторов в реакции изомеризации *n*-гептана были установлены оптимальные условия приготовления катализатора, обеспечивающего наиболее высокую изомеризующую активность. Установлено, что на катализаторе Pt/WO₄²⁻/ZrO₂, содержащем 17,6 моль.% вольфрамат-анионов, выход изогептанов при температуре 170⁰C достигал не менее 65% с селективностью 87%. При превращении смеси *n*-гептана с бензолом и толуолом (10%) при той же температуре выход изомеров уменьшался до 41,8%. При повышении температуры реакции до 200⁰C величина конверсии *n*-гептана достигала 75,8%. При этом бензол и толуол практически полностью (на 99,7-99,9 мас.%) превращались в соответствующие нафтенновые производные (метилциклопентан, циклогексан, метилциклогексан и диметилциклопентан).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИРОЛИЗА КАМЕННОГО УГЛЯ КАА-ХЕМСКОГО И ЧАДАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ

М.П. Куликова

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, fax: 8(39422) 66214, E-mail: mpkulikova@mail.ru

Results of experiments on pyrolysis of coals of Tuvinian deposit have been presented. It has been shown that liquid phase ignition occurred in coal material within an interval of 300-400 °C and boiling and removal of the easily-boiling fraction of coal took place within an interval of 460-600 °C. The mechanic activation decreases temperatures of these processes. In a greater degree, it is typical of a process of stripping of the easily boiling fraction. The beginning of its boiling shifts into area of melting temperatures of low-melting fractions.

Основные запасы каменных углей сосредоточены в Улуг-Хемском угольном бассейне, общие ресурсы коксующихся углей оцениваются в 937 млн.тонн, в его пределах оценены 4 месторождения. В настоящее время разрабатываются Каа-Хемское и Чаданское месторождения каменного угля. Разработка месторождений ведется открытым способом. На Элегестском месторождении началось опытно-промышленное освоение, ведётся добыча угля на восточном участке по технологии открытых горных работ, а также с применением комплекса глубинной разработки пласта. Основное применение угля – энергетическое.

В Тувинском институте комплексного освоения природных ресурсов СО РАН проводились исследования пиролиза углей, особенностей процессов брикетирования углей. Для увеличения реакционной способности угля и выхода целевых продуктов проводили исследование влияния предварительной механической активации угля. Проведенное исследование показало:

1. Содержащиеся в составе каменного угля Каа-Хемского и Чаданского месторождений низкоплавкие и легколетучие фракции определяют поведение и свойство угольных образцов при пиролизе. В зависимости от состава в пробе при нагреве возможна последовательность стадий плавления и возгонки легколетучей фракции угля. Это характерно для проб Чаданского месторождения, отвечающих углям марки Ж. Их плавление проходит в интервале от 380...400 °C до 460...500 °C, а возгонка ("вскипание") в интервале от 540... 560 °C до 575...600 °C. При пиролизе угольных проб Каа-Хемского месторождения, относящихся к маркам углей "Г" и "Г-ГЖ", происходит наложение температурных интервалов стадий плавления и возгонки.

2. Предварительная механическая активация каменного угля Каа-Хемского и Чаданского месторождений приводит к понижению температуры плавления низкоплавкой фракции угля до температур 300...310 °C. Однако, при этом смещаются и температуры начала возгонки ("вскипания") и происходит наложение на расширенную стадию возгонки ("вскипания"). Тем не менее, при этом интервал температур от начала плавления (300...310 °C) до начала возгонки (480...555 °C) может быть достаточен для проведения операции брикетирования. Это может быть проиллюстрировано на примере пробы каменного угля Каа-Хемского месторождения, пласт Улуг, где при минимально возможном режиме активации (одноминутный режим активирования) могут быть обеспечены условия низкотемпературного (в пределах 300...460 °C) получения спекающей массы и осуществления брикетирования.

1. Н.И.Копылов, Ю.Д.Каминский, М.П.Куликова. Пиролиз угля Тувинского месторождения /Химическая технология, т.9, №4, 2008,- с.168-172.

ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЙ МЕТАМОРФИЗМА.

А.Н. Салиев, А.Г. Левченко, А.В. Астахов

«Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)»

346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132,

e-mail: rektorat@npi-tu.ru

This paper presents the research process, coal gasification to produce synthesis gas. For the experiment were selected coals of different stages of metamorphism.

Уголь является сырьем для получения не только тепловой энергии, но и различных видов продукции для химической промышленности. Существуют различные технологии переработки угля. Одним из перспективных направлений является газификация угля для получения синтез-газа, который является сырьем для получения широкого спектра органических продуктов. Несмотря на значительный опыт по газификации углей, исследования в этой области актуальны, т.к. позволяют произвести интенсификацию процесса и обеспечить его экологическую безопасность.

Для исследования процесса газификации использовались угли различной стадии метаморфизма. Уголь марки «АК» Гуково-Грязновского месторождения Восточного Донбасса и уголь марки «Б2» Харанорского месторождения Южно-Якутского угленосного бассейна.

Процесс газификации проводили при давлении 0,1 МПа, температуре 900 -1000 °С, отношение $O_2:H_2O:C = 1:3:12$

Показатели процесса газификации углей представлены в таблице 1, состав генераторного газа представлен в таблице 2.

Таблица 1 – Показатели процесса газификации угля марки АК и Б2

Марка угля	Выход газа, м ³ /кг	Степень газификации, %	Интенсивность газификации, кг/м ² ·ч
АК	2,2	87,1	670,0
Б2	1,5	99,0	761,0

Таблица 2 – Состав генераторного газа процесса газификации угля марки АК и Б2

Марка угля	Состав генераторного газа, %				
	H ₂	CO	CO ₂	CH ₄	N ₂
АК	34,6	43,4	18,0	1,5	2,5
Б2	43,4	27,2	21,1	5,2	3,1

А
нали
з
данн

ых процесса газификации показывает, что степень газификации угля марки Б2 значительно выше, чем для угля марки АК. Соотношение H₂:CO возрастает от 0,8 для угля марки АК до 1,6 для угля марки Б2.

Высокая степень и интенсивность газификации угля марки «Б2» вызвана различным строением кристаллической решетки и различным составом органической и неорганической части углей, эти различия определяется стадией метаморфизма. Угли поздней стадии метаморфизма характеризуются жесткой кристаллической решеткой, большим содержанием углерода в органической части и малым содержанием примесей, которые в условиях процесса работают как катализатор.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМПОНЕНТОВ СЫРОГО БЕНЗОЛА С ОЗОНОМ

Семенова С.А., Михайлова Е.С., Исмагилов З.Р.

ФГБУН Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН,

г. Кемерово, 650000, пр. Советский, 18

e-mail: iuxm@yandex.ru, факс (3842) 365-586

The basic direction for the conversion of organic components of raw coal benzene in its interaction with ozone.

Одна из наиболее актуальных проблем химического “крыла” коксохимической отрасли – повышение качества сырого бензола. Основными примесями, ухудшающими свойства сырого бензола, являются сернистые, непредельные и насыщенные углеводороды. К числу используемых в настоящее время методов очистки относятся традиционная сернокислотная обработка бензола, приводящая к накоплению кислой смолки, а также довольно дорогостоящий метод каталитической гидроочистки. Трудности утилизации отходов сернокислотной очистки и высокие капитальные и эксплуатационные затраты в технологии гидроочистки требуют поиска альтернативных, более простых и экологичных методов очистки сырого бензола.

Для очистки нефтяных фракций, основными вредными примесями которых также являются непредельные и сернистые соединения, помимо традиционных способов используют окислительные методы (например, пероксидом водорода), обработку ультразвуком и биотехнологии. В качестве одного из окислительных методов очистки дизельных фракций предлагается озонирование.

Учитывая аналогичный состав нежелательных примесей целевых продуктов нефтеперерабатывающей и коксохимической отраслей, одним из возможных способов очистки каменноугольного сырого бензола также может стать озонирование.

В ИУХМ СО РАН проводятся работы по окислительному модифицированию озонем химических продуктов коксования. Особенность озона заключается в его избирательном электрофильном присоединении как к сернистым и непредельным соединениям, так и полициклическим ароматам. Помимо уникальной химической активности озона к достоинствам метода относятся мягкие условия процесса, обуславливающие интенсивное протекание реакций при умеренных температурах и отсутствии катализаторов.

Анализ состава продуктов озонирования дает основание полагать, что взаимодействие озона с целевыми компонентами СБ (бензолом, толуолом, ксилолом) протекает преимущественно по радикальному механизму без деструкции ароматических циклов с образованием моно- и дибензолкарбоновых кислот. Сернистые соединения (сероуглерод) при взаимодействии с озоном удаляются в виде газообразных серосодержащих продуктов. Непредельные линейные углеводороды, вероятно, взаимодействуют по механизму электрофильного присоединения к кратной С=С-связи с образованием моно- и дикарбоновых алифатических кислот. Менее активные по отношению к озону непредельные циклические углеводороды (пентациклодиены), по-видимому, превращаются в полимероподобные сшитые структуры.

Таким образом, установлено, что обработкой озонем сырого каменноугольного бензола принципиально возможно достижение его очистки от непредельных и сернистых соединений.

ПОВЫШЕНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КАРАЗЫРА» МЕТОДОМ ОЗОНОЛИЗА

Каирбеков Ж.К., Мылтыкбаева Ж.К., Ермолдина Э.Т.

ДГП НИИ Новых химических технологий и материалов при КазНУ им. аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би 96А, 0500012,
факс 8(727)2921279, e-mail: Mylytkbaeva.Zhannur@kaznu.kz

In this work the hydrogenation of the initial and preliminary ozonized coal of the Karazhyra field was studied. It was shown that the yield of liquid products is influenced by speed of supply of ozone and time of interaction of coal and ozone.

Проведен процесс гидрогенизации угля месторождения Каражыра в присутствии цеолитного катализатора. В таблице 1 приведены результаты определения выхода жидких продуктов в процессе гидрогенизации исходного и предварительно озонированного угля в течение 30, 60, 90 мин в воздушной среде.

Таблица 1 - Влияние озона на процесс ожигения угля ($T = 420^{\circ}\text{C}$, 15 мин, У:ПО = 1:2, $m = 0,67$ г, У:В = 30:70)

t, мин	V, л/мин	m _{Оз} , г	Выход жидких продуктов				Шлам, %	Газ, %	Потери, %
			I	II	III	Σ			
-	-	-	6,3	8,4	22,7	37,4	45,0	13,4	4,2
30	0,500	45,0	8,4	3,3	30,5	42,6	43,3	10,8	3,3
60	0,500	90,0	6,3	19,0	32,1	57,5	30,8	7,47	4,1
90	0,500	135,0	4,2	7,6	39,1	51,0	34,2	11,4	3,33

Из таблицы видно, что на выход жидких продуктов влияет скорость подачи озона и время взаимодействия угля и озона. Наибольший выход жидких продуктов наблюдается при озонировании исходного угля 60 мин при подаче озono-воздушной смеси со скоростью 5 л/мин. При озонировании углеводородов возможны два механизма химических превращений: присоединение озона по π- связям в молекулах непредельных и ароматических (с раскрытием цикла) соединений и окислительные реакции радикального типа с образованием широкого спектра кислородсодержащих продуктов (карбоновых кислот, спиртов, альдегидов, кетенов и т.д.). Методом ЭПР исследовались свободнорадикальные состояния (СРС) в углях. Анализ этих измерений показывает, что в результате озонирования наблюдается увеличение концентрации СРС в зависимости от времени его активации. В озонированном в течение 90 мин. угле наблюдается снижение концентрации СРС. Это свидетельствует о том, что при более продолжительной обработке угля озono-воздушной смесью происходит рекомбинация образующихся свободных радикалов. Таким образом, установлено, что озонирование приводит к изменению концентрации парамагнитных центров в угле. Возможно, что образующиеся при этом СРС положительно влияют на процесс гидрогенизации угля.

Работа выполнена по гранту МОН РК № 505, по приоритету 2.3. «Технология переработки продукции», по программе "Разработка технологии глубокой переработки органического и минерального сырья и получения наноструктурной композиционной продукции различного назначения».

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ УГОЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ

Папин А.В., Неведров А.В., Жбырь Е.В.

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

*ФГБОУ ВПО Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, E-mail: nevedrov1978@rambler.ru*

Will Presented qualitative factors coal concoction, got from coal slimes by way of their enrichment by method oil agglomeration.

В Кузбассе на протяжении последних нескольких лет увеличивается добыча каменных углей. Вместе с ростом добычи ежегодно увеличивается количество угля, подвергаемого обогащению. В связи с этим, значительно увеличивается количество угольных шламов в гидроотвалах, что приводит к загрязнению окружающей среды.

С другой стороны, с каждым годом сокращаются запасы коксующихся углей, что в скором времени может привести к дефициту сырья для коксохимических производств. Для решения данной проблемы были проведены исследования, по выявлению возможности переработки угольных шламов в сырье, приемлемое для коксования.

Была разработана технология обогащения угольных шламов методом масляной агломерации с использованием в качестве связующего отработанное машинное масло с эксгаустеров машинного зала коксохимических производств. Исследования проводились на угольных шламах углей марок Г ($A^d = 38,0\%$) и К ($A^d = 34,5\%$).

На первоначальном этапе угольные шламы (водные суспензии с концентрацией твердой фазы 100-150 г/л) подвергались сгущению на экспериментальном сгустителе гравитационного типа. Полученная после сгущения водо-угольная суспензия (содержание твердой фазы 56-60 %) подвергалась обогащению на экспериментальной установке по методу масляной агломерации.

Полученный в процессе обогащения угольный концентрат подвергался в дальнейшем исследованиям, по определению его качественных характеристик, имеющих наиболее важное значение для процесса коксования углей. Качественные показатели угольного концентрата марки К, полученного из угольного шлама, имели следующие значения: $Y = 14$ мм; $X = 33$ мм; $V^{daf} = 28\%$; $A^d = 5,4\%$; $S_{общ.} = 0,25\%$; $W_t^f = 10,5\%$; содержание класса 0-3 мм – 98 %.

Представленные данные, свидетельствуют о том, что угольные концентраты, получаемые из угольных шламов путем их обогащения методом масляной агломерации, по своим характеристикам соответствуют требованиям, предъявляемым к коксохимическому сырью.

Таким образом, переработка угольных шламов в сырье для коксохимических производств позволит: расширить сырьевую базу для коксохимических производств, улучшить экологическую обстановку в угледобывающих и углеперерабатывающих территориях, повысить экономическую эффективность предприятий угольной отрасли.

ПРИРОДА ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗА В МЕТАНОНАСЫЩЕННЫХ УГЛЯХ

Полубояров В.А.¹, Волоскова Е.В.¹, Андриюшкова О.В.²

¹Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,
Россия, 630128, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18,
тел. 8(383)3399348, факс. 8(383)3322847, E-mail: sanych@solid.nsc.ru

²Новосибирский государственный технический университет,
Россия, 630092, пр. Карла Маркса, 20

Объем добычи угля в мире приближается к объему добычи нефти. В процессе превращения растительного материала в торф и уголь, в процессе метаморфизма углей происходит образование угольных газов – смесь метана, углекислого газа, тяжелых углеводородов, азота, сероводорода и водорода. Концентрация метана в газах угольных месторождений может достигать 60..98%. В процессе углефикации от бурых углей к антрацитам образуется 200 м³ метана на 1 т угольной массы.

При добычи угля метан относится к вредным примесям. Он образует с воздухом взрывоопасную смесь, служит причиной взрывов в шахтах. По статистике известно, что каждый миллион тонн добытого угля стоит жизни одного шахтера. За последние два года на российских шахтах погибло более 200 человек.

Молекулы метана хемосорбированы (интеркалированы) в межплоскостном пространстве графитоподобной части углей (рис.1), поэтому теряет свойства газа и не создают внутрикристаллического давления. При нанесении удара по газонасыщенной породе происходит разлом породы с образованием полости, которая заполняется газообразным метаном. И при постепенном накоплении метана в полости создается давление соизмеримое с внутрикристаллическим давлением (100 тыс. атм.), что приводит к взрыву.

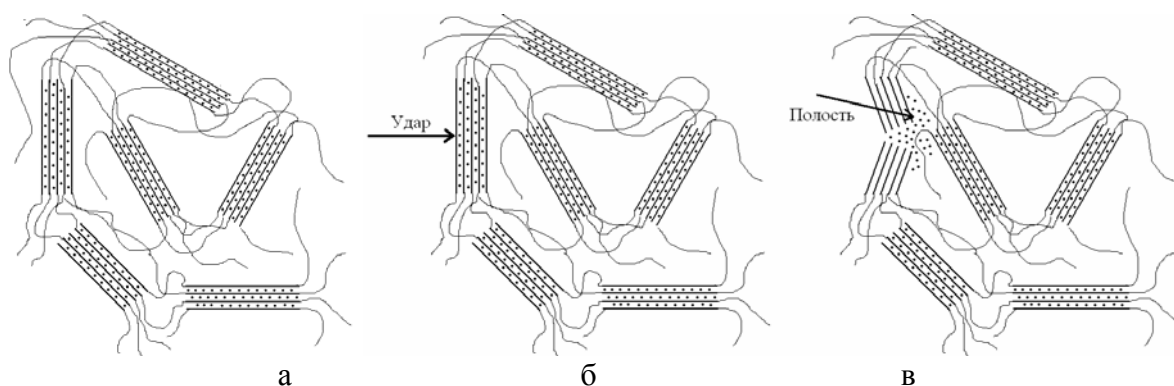


Рис. 1. Интеркалированный метан в графитоподобных структурах угля:
а – исходная структура; б-в – в процессе нанесения удара

Чем выше метанонасыщенность углей, тем чаще и интенсивнее выбросы. По мере увеличения степени метаморфизма метанонасыщенность углей растет вплоть до антрацитов, а затем резко падает.

Даже профилактические меры: проветривание шахт, вымывание газа под давлением – не могут предотвратить такие катастрофы.

ИЗУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ГАЗА, ИЗВЛЕЧЕННОГО ИЗ УГОЛЬНОГО КЕРНА

Журавлева Н.В., Потокина Р.Р.

ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр»

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

This work has been devoted to the research of component composition of coal seam gas by gas chromatography.

Проблема изучения газоносности угольных пластов в последнее время становится особенно актуальной. Это связано с повышением безопасности проведения горных работ, увеличением производительности угольных шахт. Кроме того, угольный метан признан самостоятельным минеральным ресурсом, внесен в Общероссийский классификатор полезных ископаемых и является высококачественным источником топлива и химического сырья.

Методика изучения газоносности угольных пластов [1] включает в себя два основных этапа: извлечение газа из керноприемника на термовакуумной дегазационной установке и анализ компонентного состава газа с последующим расчетом газоносности пробы. Для определения компонентного состава газа может быть использована методика [2], однако она не учитывает особенности состава газа, извлеченного на термдегазационной установке, который существенно изменяется на этапах проведения дегазационных работ. В частности содержание метана на каждом этапе дегазации снижается от 99 % до 1 %, а содержание углеводородов C₂-C₆ возрастает от 0,001 % до 20 %.

В данной работе проверена оптимизация хроматографического разделения компонентов газа, извлеченного из угольного керна. Анализ газа проводился на газовых хроматографах «Кристалл-5000.2» (ЗАО «СКБ Хроматэк» г. Йошкар-Ола). Метод основан на сочетании газожидкостной и газоадсорбционной хроматографии с использованием детекторов по теплопроводности (ДТП) и пламенно-ионизационных детекторов (ПИД). Углеводороды C₁-C₆ разделяли методом газожидкостной хроматографии, а неуглеводородные компоненты (водород, кислород, азот, гелий, оксид углерода и диоксид углерода) – методом газоадсорбционной хроматографии. Для построения калибровочных зависимостей использовали аттестованные поверочные газовые смеси ООО «Мониторинг» (г. Санкт-Петербург). Изучено влияние пробоподготовки на достоверность аналитических данных. В процессе изучения компонентного состава выявлена тенденция увеличения содержания водорода и гомологов метана от длительности термовакуумного воздействия на угольный керн.

ОСТ 41-01-276-87. Природная газоносность угольных месторождений. Методы лабораторного изучения. Ростов-на-Дону, 1988, 30 с.

ГОСТ 31371.7-2008. Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности. Часть 7. Методика выполнения измерений молярной доли компонентов. М.: Стандартинформ, 2009, 59 с.

СОПРЯЖЁННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ И СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Г. КЕМЕРОВО

В.Ф. Рапута¹, В.В. Коковкин², Т.В. Ярославцева³

ИВМиМГ СО РАН, 630090, г. Новосибирск, пр-т Лаврентьева, 6,

факс (383)330-94-89, raputa@sscc.ru

ИНХ СО РАН, г. Новосибирск, пр-т Лаврентьева, 3

The results of multi-component chemical analysis of atmosphere and snow cover samples for winter seasons of 2009 - 2011 in the city of Kemerovo are presented. It was shown that the results can be used for mutual control of both two systems of monitoring.

Значимыми источниками загрязнения атмосферы г. Кемерово являются крупные промышленные предприятия, автотранспорт. К доминирующим загрязняющим примесям следует отнести пыль, сажу, окислы углерода, серы, азота, формальдегид, полиароматические углеводороды (ПАУ). Для оценки уровня загрязнения атмосферы города функционирует сеть стационарных постов наблюдений. В докладе обсуждаются результаты экспериментальных исследований загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова вблизи стационарных постов Гидрометеослужбы г. Кемерово. Установлены качественные и количественные закономерности между содержанием ряда измеренных компонентов примеси в атмосфере и снеге, включающих сажу, бенз(а)пирен, окислы азота, формальдегид, нитраты. Показана возможность создания взаимно дополнительных систем мониторинга и получения на её основе оценки состояния длительного загрязнения атмосферы города. Отбор проб снега производился в конце зимних сезонов 2009 - 2011 г.г. вблизи стационарных ПНЗ г. Кемерово. Для определения неорганических компонентов растопленную пробу фильтровали. Анализу подвергали и осадки, и фильтрат. В фильтрате определяли содержание натрия, калия, кальция, магния, хлоридов, нитратов, нитритов и сульфатов, фторидов и др. с использованием методов атомной абсорбции в пламенном варианте и капиллярного электрофореза. Органические компоненты (ПАУ) определяли с использованием метода хромато-масс-спектрометрии. Результаты экспериментальных исследований и численного анализа данных наблюдений загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова на стационарных постах Гидрометеослужбы г. Кемерово позволили установить вполне устойчивые количественные закономерности между концентрациями ряда компонентов примеси, таких как сажа и бенз(а)пирен (ПАУ); диоксид азота, формальдегид и нитрат-анионы; диоксид серы и сульфаты; взвешенные вещества и осадок. Наиболее высокий уровень согласия получен между уровнями концентраций нитратов в снеге и диоксидом азота, а также формальдегидом. Следует отметить, что высокая степень согласия в данных достигнута при выполнении следующих условий: отбор проб проведён непосредственно у поста с ненарушенным снежным покровом, устранены систематических погрешности собственно как при пробоподготовке, так и химическом анализе проб снега и воздуха. Результаты этих исследований могут быть использованы для взаимного контроля данных наблюдений в снеге и приземном слое воздуха города, существенно дополнить в зимнее время стационарную сеть наблюдений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 4.4.

ПЕРЕРАБОТКА НИЗКОСОРТНЫХ И НЕКОНДИЦИОННЫХ УГЛЕЙ В КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ПРОДУКТЫ МЕТОДОМ ОЗОНИРОВАНИЯ

Семенова С.А.

ФГБУН Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН,

г. Кемерово, 650000, пр. Советский, 18

e-mail: iuxm@yandex.ru, факс (3842) 365-586

It is possible to obtain organic acids of different composition by liquid phase ozonization of low grade solid fuel.

Разнообразие вещественного состава органической массы углей (ОМУ) обуславливает возможность их использования в качестве сырья для производства продукции нетопливного назначения. С учетом высоких требований к качеству каменноугольного сырья энергетической и коксохимической отраслей, для других, относительно малотоннажных направлений углепереработки, возможно использование некондиционных или низкосортных горючих ископаемых. К последним относятся угольные шламы и естественно-окисленные (выветрившиеся) угли вскрышных пластов, имеющие низкие энерготехнологические характеристики (повышенная зольность, количество мелких фракций, низкую теплотворную способность и т.д.) и являющиеся источниками загрязнения окружающей среды. Таким образом, наличие в регионе потенциально ценных, но не используемых в настоящее время в традиционных направлениях углепереработки горючих ископаемых, а также отходов угледобычи и обогащения, определяет целесообразность поиска методов и технологий их комплексной переработки в более дорогостоящую химическую продукцию.

Используемые в углехимии методы воздействия обычно основаны на глубокой деструкции ОМУ, в результате которой при разложении ее структурных единиц безвозвратно утрачивается множество ценных химических соединений. Одним из методов мягкого окислительного воздействия, посредством которого возможно как «внедрение» в ОМУ функциональных кислородсодержащих групп, так и получение новых кислородсодержащих органических продуктов, является озонирование.

Сравнительный анализ реакционной способности углей различного петрографического состава в условиях жидкосредного озонирования выявил большую активность и степень конверсии в растворимые продукты (более 90 % ОМУ) образцов фюзенизированных углей (окисленных в природных условиях и каменноугольных шламов) по сравнению с витринитовыми углями всех стадий метаморфизма.

Основная масса продуктов озонирования фюзенизированных углей независимо от марочной принадлежности представляет собой концентрат бензолкарбоновых кислот достаточно однородного состава. В составе продуктов озонирования доминируют низкомолекулярные водорастворимые кислородсодержащие соединения преимущественно ароматической природы: дикарбоновые фталевая и изофталевые кислоты, а также три- (тримеллитовая) и тетракарбоновые (пиромеллитовая) кислоты, которые могут найти квалифицированное применение в качестве сырья при производстве полиэфирных смол, лаков, защитных покрытий, пенополиуретанов и т.д.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ р-сибирь-а № 10-08-98006

ПЕРЕРАБОТКА КОКСОХИМИЧЕСКОЙ СМОЛЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ

Каирбеков Ж.К., Есеналиева М.З., Смагулова Н.Т.

ДГП НИИ Новых химических технологий и материалов при КазНУ им. аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би 96А, 0500012, факс 8(727)2921279, e-mail: nazym2011@inbox.ru

The highly effective catalyst is developed for processes of hydrotreating and upgrading of coke of the chemical pitch.

В составе бензиновой фракции, полученной из гидрогенизата термически обработанной коксохимической смолы, сохраняются неустойчивый азот, кислородсодержащие соединения, а также ненасыщенные углеводороды, способные полимеризоваться, поэтому необходимо проводить процесс гидроочистки (гидропереработки) полученного бензина. С этой целью жидкие продукты гидрогенизата термически обработанной коксохимической смолы гидрировали в присутствии Мо-Гу/Ni-Re (3,0; 5,0; 7,0 Мо % масс.) катализатора.

По результатам гидрирования выход фракции с температурой кипения до 180°C на 5% Мо-Гу/Ni-Re катализаторе увеличилось до 33,33 %, а выход фракций с температурами кипения 180-250°C и 250-320°C уменьшался. Был установлен углеводородный состав бензина и его физико-химические показатели. В присутствии 5 % Мо-Гу/Ni-Re катализатора показатель преломления и плотность дистиллятов смолы оказались ниже по сравнению с прямгонным дистиллятом и в присутствии 3 %; 7 % Мо-Гу/Ni-Re катализатора. Это объясняется тем что, в присутствии 5 % Мо-Гу/Ni-Re катализатора тяжелые углеводороды и смола претерпевают глубокое изменения, образуя легкие углеводороды.

На 5 % Мо-Гу/Ni-Re катализаторе в составе бензиновой фракции содержание изопарафинов увеличивается от 16,03 до 55,58 масс. %, а содержание парафинов уменьшается от 28,24 до 19,62 масс. %. Поэтому гидрирование дистиллятов коксохимической смолы в присутствии 5 % Мо-Гу/Ni-Re катализатора можно получить жидкие топлива богатыми ароматическими и изопарафиновыми углеводородами.

Определение группового углеводородного состава полученных продуктов дает дополнительные сведения о направлениях протекания каталитических гидрогенизационных процессов. Однако исследования состава бензиновой фракции с помощью группового анализа недостаточны. Поэтому углеводородный состав бензиновой фракции определяли хроматографическим анализом. После гидроочистки бензиновой фракции полученной на 5% Мо-Гу/Ni-Re катализаторе содержание изопарафина повышалось от 15,9 до 85,8 %, ароматики – от 6,2 до 11,4 %, а содержание парафинов понижалось от 77,2 до 1,8%.

По сравнению с октановым числом бензина, полученного из гидрогенизата термической обработанной смолы (67), октановое число гидроочищенного бензина на катализаторе 5% Мо-Гу/Ni-Re увеличилось до 98.

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПЫЛЕГАЗОВОЙ СМЕСИ ПРИ РАБОТЕ
ПОС (ПЫЛЕОСАДИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ) № 1,2
УГЛЕПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЦЕХА ОАО «КОКС»**

Солодянкин С.С., Субботин С.П.

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

In this paper we have investigated the sources of emissions from coke dust and estimate measures for the installation of bag filters in order to improve the efficiency of cleaning dust-gas mixture. Cost-recovery activities will be carried out 3.5 years at the expense of environmental charges.

В данной работе были исследованы источники выбросов коксовой пыли при работе пылеосадительной станции углеподготовительного цеха и оценка мероприятий по установке рукавных фильтров типа ФРКН ВУ в целях повышения эффективности очистки пылегазовой смеси.

Как показывают лабораторный анализ выхлопного воздуха и расчет, в течение года эксплуатации оборудования, около 589,3 тонн угольной пыли выбрасывалось в атмосферу. После установки бункера для сбора пыли с фильтровальной станции выбросы снизились на 176,8 тн/год.

Окупаемость затрат, связанных с реализацией мероприятий по повышению эффективности очистки пылегазовой смеси составит 3,5 года за счет снижения экологических платежей.

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ УГЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КИЯКТЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ

Жумабаева А.Ж., Оркен, Рахимова Б., Тулепов М.И., Мансуров З.А.

КазНУ им. аль-Фараби, Институт проблем горения, Казахстан, tulepov@rambler.ru

Studying by differential curves of particles distribution by sizes and specific surface of coal samples it has been shown that after mechanic activation the disperse composition of coal is changed. Two processes appropriate to fine dispersion are carried out: grinding and aggregation of dispersed particles.

В данной работе применялась центробежно-планетарная мельница, работающая по принципу гравитационного измельчения, которое реализуется за счет взаимодействия двух центробежных полей. Скорость вращения платформы составляет 700 оборотов в минуту, скорость вращения размольных сосудов – 1200 оборотов в минуту. Время воздействия варьировалось от 10 до 30 минут. Соотношение массы измельчаемого порошка и мелющих шаров ($M_{п}/M_{ш}$) составляло 1/4; 1/7; 1/10; 1/15. Для определения фракционного состава измельченных углей применен метод седиментационного анализа.

Любое механическое воздействие на уголь сопровождается его диспергированием. На дисперсный состав полученных порошков углей существенное влияние оказывает время механического воздействия. Дифференциальные кривые распределения частиц по размерам имеют один максимум, указывающий на присутствие в полидисперсной системе одной наиболее вероятной фракции. При более продолжительной обработке угля максимум на кривой смещается в сторону меньших радиусов частиц. Это свидетельствует о том, что в наивероятнейшей по массе фракции преобладают более мелкие частицы. При дальнейшей обработке наблюдается укрупнение частиц угля, и максимум на дифференциальных кривых смещается в сторону больших радиусов частиц.

Такое изменение дисперсного состава угля можно объяснить протеканием двух процессов, сопутствующих тонкому диспергированию углей: измельчения и агрегации диспергированных частиц.

В процессе диспергирования углей повышается их активность по отношению к различным реагентам. Увеличение активности может быть вызвано ростом внешней и внутренней поверхности в результате образования новых и раскрытия ранее недоступных пор, а также за счет изменения физико-химической структуры вновь образованных поверхностей. В связи с этим рассматривается пористая структура углей разной стадии до и после их диспергирования. Характеристика пористой структуры углей обуславливалась объемом микро и переходных пор, изменением насыпной плотности, удельной поверхностью исходных углей и после их диспергирования.

Результаты исследования показывают, что объемы микропор уменьшаются. Как следствие этого, удельная поверхность также увеличивается по сравнению с исходным углем.

Таким образом, полученные экспериментальные данные показывают, что в процессе механической обработки преобразуется исходная пористая структура углей, макропоры полностью разрушаются, микропоры - частично. Доступность к микро- порам увеличивается, поэтому измеряемый объем этих пор возрастает, вследствие увеличения насыпной плотности. Наряду с преобразованием исходной пористой структуры формируются новые вторичные поры, представляющие собой вновь образованные микротрещины.

ГИДРИРОВАНИЕ УГЛЕЙ В СРЕДЕ ПАСТООБРАЗОВАТЕЛЯ

Жумабаева А.Ж., Оркен, Умбеткалиев К.А., Тулепов М.И., Мансуров З.А.

КазНУ им. аль-Фараби, Институт проблем горения, Казахстан, tulepov@rambler.ru

Determined optimum ratios H/C for changing of the direction of mechanochemical transformations was determined by mechanochemical processing of coal in the presence of catalyst. Coal machining among a dough activates its donor ability. Thus catalyst presence strengthens mechanochemical process of transfer of hydrogen from a dough to coal.

Для приготовления углемасляной пасты использовался уголь с пастообразователем, в качестве которого служил тетралин. На основании предварительных экспериментов было установлено, что оптимальное соотношение уголь: пастообразователь = 1:2, количество катализатора – 6,7 мас. % на исходное сырье. Взятые исходные компоненты предварительно смешивались вручную, после чего смесь была пропущена через центробежно планетарную мельницу. Перед подачей в мельницу смесь предварительно нагревалась до 60 °С. В мельнице происходит не только смешивание, но и дополнительное измельчение угольных частиц. Использование данного измельчения дает возможность получить угольную пасту с высокой степенью гомогенизации, которое реализуется за счет взаимодействия двух центробежных полей. Скорость вращения платформы составляет 700 оборотов в минуту, скорость вращения размольных сосудов – 1200 оборотов в минуту.

Экспериментальные данные влияния пастообразователя на уголь отразились на изменении количества углерода и водорода, которые были экспериментально определены после механоактивации.

Так изменения атомного отношения H/C для угля и пастообразователя после размола угля в пастообразователе, в пастообразователе с добавлением катализатора, в пастообразователе с катализатором в среде водорода при атмосферном давлении показали, что для исходных материалов: уголь (H/C) = до 0,84 и после механоактивации 0,85; пастообразователь (H/C) = 1,70. После размола в пастообразователе (H/C) угля увеличилось до 0,89; Пастообразователь проявил себя как гидрирующий агент - донор водорода.

При размоле угля в пастообразователе при механическом воздействии активуется его донорная способность. При размоле угля в пастообразователе с добавлением в него катализатора этот процесс ускоряется: отношение (H/C) для пастообразователя уменьшилось до значения 1,48, для угля возросло до 0,90. Если размол угля в пастообразователе с катализатором проводится в среде водорода, то значение (H/C) для угля по сравнению с исходным практически не изменялась; (H/C) пастообразователя составило 1,64.

Эти данные свидетельствуют о том, что при размоле угля в среде водорода пастообразователь не работает как донор водорода по отношению к углю. В присутствии газообразного водорода и катализатора основным источником стабилизации продуктов механохимических превращений является молекулярный водород, а не водород пастообразователя.

Приведенные экспериментальные данные показывают возможность применения механической обработки угля в присутствии катализатора для изменения направления механохимических превращений. Механическая обработка угля в среде пастообразователя активурует его донорную способность. Присутствие катализатора при этом усиливает механоактивационный процесс передачи водорода от пастообразователя к углю.

ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ УГЛЯ ПОСЛЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ

Жумабаева А.Ж., Рахимова Б.У., Досжанов Е.О., Тулепов М.И., Мансуров З.А.

КазНУ им. аль-Фараби, Институт проблем горения, Казахстан, tulepov@rambler.ru

In the case of pasty former presence the temperature of the main decomposition maximum decreases from 3400 for initial coal with a pasty former to 2900 for the coal crushed at 400 and 800 rpm, respectively

Для выяснения изменений, происходящих в структуре диспергированных в различных условиях проб угля, а также бензолных экстрактов выделенных из бурого угля до и после его измельчения, проведено их исследование методами ИК-спектроскопии и химического анализа.

Сравнение ИК-спектров углей до и после их измельчения показало изменение содержания функциональных групп: увеличение количества фенольных гидроксильных групп и уменьшение эфирных групп для тонкоизмельченных углей. Данные химического функционального анализа также свидетельствуют о том, что измельчение угля приводит к образованию активных кислых групп, преимущественно фенольного характера. Содержание карбоксильных групп практически не изменяется.

Результаты термического разложения образцов бурого угля в среде пастообразователя, измельченного на ЦПМ в среде воздуха в присутствии катализатора ($0,2\% \text{Mo}^{6+} + 1\% \text{Fe}^{8+}$) и без них показали, что термическое разложение механоактивированных углемасляных паст показало, что бурый уголь диспергированный в среде пастообразователя отмечен с максимумами основного разложения при температурах 260 и 290 °С, характерные для пастообразователя и угля. Механообработка угля в среде пастообразователя на мельнице при частотах вращения 400 и 800 мин⁻¹ приводит к снижению T_{max} до 320 °С.

Температурный интервал максимального разложения (T_1-T_2), определяемый от начала до конечного разложения, наименьший при 800 об/мин (~100), в то время как при 1200 об/мин и для исходного угля он составляет 60°.

Результаты проведенных исследований показали, что при тонком измельчении углей на воздухе и в среде пастообразователя наблюдались некоторые общие закономерности.

При измельчении угля в центробежно планетарной мельнице на воздухе наблюдаются общие закономерности по изменению химического состава экстрактов. Основным показателем механохимического воздействия на характер термического разложения Кияктиского бурого угля является снижением температуры максимума основного разложения, достигающее при размоле в 800 об/мин.

Таким образом, показано, что основные изменения процесса термического разложения угля в присутствии катализаторов и пастообразователя происходят при $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}$ -1/4 в зависимости от числа оборотов в минуту, температура максимума основного разложения снижается от 440° для исходного угля до 400° и 405 для угля, измельченного при 400 и 800 об/мин, соответственно в отсутствие пастообразователя. В случае присутствия пастообразователя оптимальное соотношение $M_{\text{п}}/M_{\text{ш}}$ -1/4 температура максимума основного разложения снижается от 340° для исходного угля с пастообразователем до 290° для угля, измельченного при 400 и 800 об/мин, соответственно. Дальнейшее увеличение числа оборотов ЦПМ до 1200 об/мин приводит к увеличению температур максимума основного разложения до 422°С без пастообразователя и до 320°С в присутствии пастообразователя.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF COAL AND BIOMASS COMBUSTION IN AIR AND O₂/CO₂ MIXTURE UNDER AMBIENT AND HIGH PRESSURE

Topolnicka Teresa , Sciazko Marek, Zuwała Jarosław, Babiński Piotr

Institute for Chemical Processing of Coal, 41-803 Zabrze, 1 Zamkowa Str, Poland

Coal is used to generate about 40% of electricity in the world, whereas in Poland it contributes to 95%. The emission of greenhouse gas - carbon dioxide from coal – fired power plants is very high, accounting for 41% of total global emissions. To reduce greenhouse gas emission from fossil fuel – fired power generation, several means are possible. One of them is application of CO₂ capture and storage technology (CCS). CO₂ capture can be achieved from a concentrated carbon dioxide stream which can be generated by combustion fossil fuel with oxygen and than removing moisture from resulting flue gas [1,2]. Oxy combustion of coal (in O₂/CO₂ atmosphere) instead of air combustion is a promising option for existing power generation plants. The substitution of N₂ with CO₂ affects the ignition and combustion characteristics. The aim of this work was to evaluate thermal behavior of different types of fuels (coal and biomass) and their chars under oxidizing atmosphere i.e. air and O₂/CO₂ mixture including ambient and higher pressure. The devolatilisation behavior of biomass - sunflower husk, lignite and subbituminous coal, currently used in Polish power plants, were investigated. Different heating rates were applied with other coupled technique. The volatile composition during fuel combustion in air and oxy-fuel combustion was analyzed using thermogravimetric analysis (TGA) with quantitative spectrometry (QMS) and (FTIR). Combustion experiments were carried out with a simulating air gas mixture (20% O₂/80% N₂) whereas oxy-combustion experiments were conducted using mixture of 20%O₂/80%CO₂, 30%O₂/70%CO₂ and 40%O₂/60%CO₂. Based on thermogravimetric studies, it was shown that biomass and subbituminous coal are almost completely burnt off (weight loss ~ 90%), while in the case of lignite coal combustion, there is a considerable amount of ash as a residue. Shape of curves obtained from biomass combustion and oxy-combustion process is quite different than in the case of coals. The major differences between the both processes of combustion can be seen for biomass samples, while for subbituminous coals there are no differences. Carbon dioxide and water are the gas component in oxy combustion while nitrogen appears in air combustion. The evolved gases were analyzed on the basis on MS and FTIR spectra. The analysis of the chars reactivity under high pressure was also carried out. Microscopic images of ash obtained in the pressure oxy-combustion process of chosen char samples were investigated. They can depict a diverse ash structure.

Acknowledgement

The scientific work was supported by the National Center for Research and Development, as Strategic Project PS/E/2/6642/10 “Advanced Technologies for Energy Generations: OXY – combustion technology for PC and FBC boilers with CO₂ capture”

References

- [1] Liu H, Zailani R, Gibbs BM. Comparisons of pulverized coal combustion in air and in mixtures of O₂/CO₂. *Fuel*. **84**:833–840.
- [2] Buhre B.J.P., Elliott L.K., Sheng C.D., Gupta R.P., Wall T.F. Oxy-fuel combustion technology for coal-fired power generation. *Prog Energy Combust Sci.***31**(4):283-307.

ТОПЛИВНЫЕ БРИКЕТЫ НА ОСНОВЕ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ КОКСА

Фуфаева М.С., Манжай В.Н.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт химии нефти СО РАН, Россия, г.Томск, пр. Академический, 4. Тел. (3822)
492-457, e-mail: maria81@ipc.tsc.ru*

The fuel briquettes structured with poly(vinyl alcohol) cryogels were obtained from the coke particles. The elastic and strength properties of the briquettes have been studied, and their mechanical and thermal properties have been investigated.

Криогели на основе водного раствора поливинилового спирта (ПВС) - это упругие макропористые полимерные тела, образующиеся после замораживания при отрицательной температуре (ниже 0 °С) и последующего оттаивания при положительной температуре. Криогели являются перспективным материалом для брикетирования мелкодисперсных частиц. Отходы коксохимического производства в виде мелкодисперсных частиц кокса, будучи сформованными в криогелевые брикеты, могут использоваться как горючее вещество, которое будет востребовано для производственных и бытовых целей.

Для получения наполненных криогелей в водный раствор ПВС вводили технические углерод (сажа) - мелкодисперсный порошок ($d \sim 0,1 - 1$ мкм) или частицы крупнодисперсного кокса ($d \sim 1 - 5$ мм) и замораживали при температуре $T = -20$ °С в течение суток, после чего размораживали их при комнатной температуре $T = 20$ °С со скоростью 0,15 °С/мин. Затем задавали сформированным образцам криогелей деформацию и измеряли упругое напряжение, возникающее в материале. Рассчитывали модуль упругости. Полученные результаты свидетельствуют, что увеличение содержания твердых частиц сажи и особенно кокса приводит к значительному росту упругости наполненных криогелей по сравнению с ненаполненными двухкомпонентными (ПВС-вода). Такое увеличение, обусловлено наличием механического каркаса, построенного из частичек кокса. Экспериментально также установлен температурный предел ($T_{пл} = 70$ °С), до которого криогели, наполненные сажей и коксом, сохраняют свою твердообразную структуру.

Известно, что кокс имеет капиллярно-пористую структуру. Для предотвращения абсорбции воды частицами кокса их предварительно пропитывали минеральным маслом (целесообразно использовать отработанные масла), а затем смешивали с водным раствором ПВС. Сформированные криогели сушили при комнатной температуре и получали жесткие брикеты. Экспериментально установлено, что прочные брикеты формируются при содержании кокса в них до 80 %. Брикеты, полученные в лабораторных условиях, после их поджигания интенсивно горят

Определяли предел прочности на раздавливание и теплотворную способность топливных брикетов. Установили, что теплотворная способность всех сухих брикетов, состоящих более чем на 80 % из кокса, практически одинакова $\sim 29,0$ МДж/кг и примерно равна теплоте сгорания чистого кокса. Брикеты имеют высокий предел прочности $R \sim 27,5$ МПа, т.е. достаточный для их транспортировки и использования в последующих технологических процессах.

Таким образом, разработанный способ позволяет формировать прочные брикеты из мелкодисперсных отходов кокса или угля, а также попутно утилизировать отработанные минеральные масла.

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА УГЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ АКТИВАЦИИ ГИДРОКСИДОМ КАЛИЯ

И.П. Иванов, Н.М. Микова, Н.В. Чесноков, Б.Н. Кузнецов

Институт химии и химической технологии СО РАН, Россия,
660036, Красноярск, Академгородок, 50, стр. 24, cnv@icct.ru.

Thermochemical activation of potassium hydroxide coals characterized by a tendency to increase the specific surface area of 1135 up to 2390 m²/g and total pore volume from 0,54 to 0,94 cm³/g with increasing metamorphic grade from brown coal to anthracite.

Значительное влияние на формирование пористой структуры при термохимической активации гидроксидами щелочных металлов оказывает природа углеродного предшественника и способ ввода реагента.

Для проведения исследований были использованы угли Кузбасса технологических марок Б2, Д, Г, Ж, ОС, Т и антрацит. Термохимическую активацию углей в расплаве гидроксида калия (весовое соотношение уголь:щелочь 1:3) осуществляли при скорости подъема температуры 5 °С/мин до 800 °С с последующей изотермической выдержкой в течение 1 ч в атмосфере аргона.

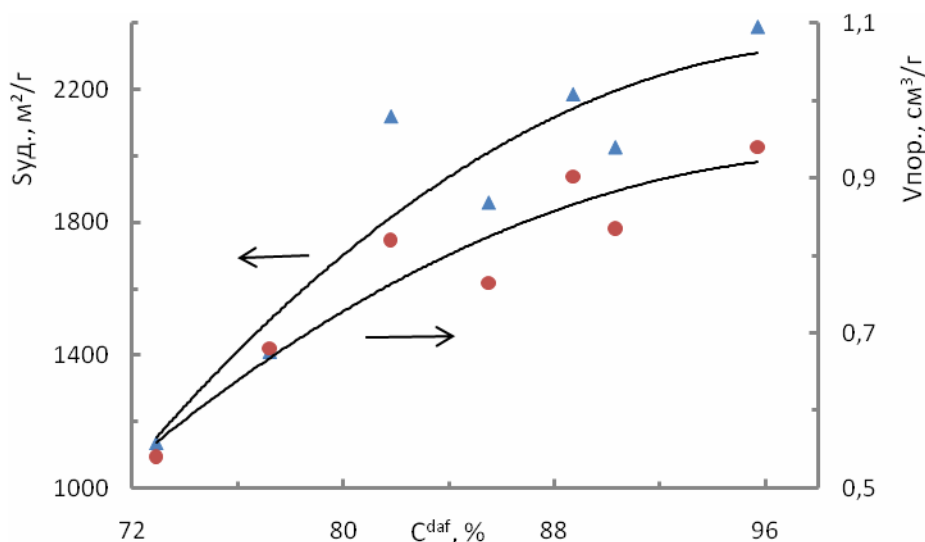


Рис. 1. Зависимость удельной поверхности и суммарного объема пор ПУМ от содержания углерода

Установлено, что степень метаморфизма углей существенным образом влияет на развитие удельной поверхности и пористой структуры ПУМ. Увеличение степени метаморфизма углей от бурого до антрацита характеризуется тенденцией увеличения удельной поверхности с 1135 до 2390 м²/г, а суммарного объема пор с 0,54 до 0,94 см³/г.

Термохимическая активация углей в расплаве гидроксида калия позволяет получать нанопористые (диаметр пор 1,9-2,4 нм) углеродные материалы с высокой сорбирующей активностью.

О НАПРАВЛЕНИИ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО БЛОКА КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Школлер М. Б.

*Сибирский государственный индустриальный университет
654007 Новокузнецк, ул. Кирова, 42, shko@nvkz.net*

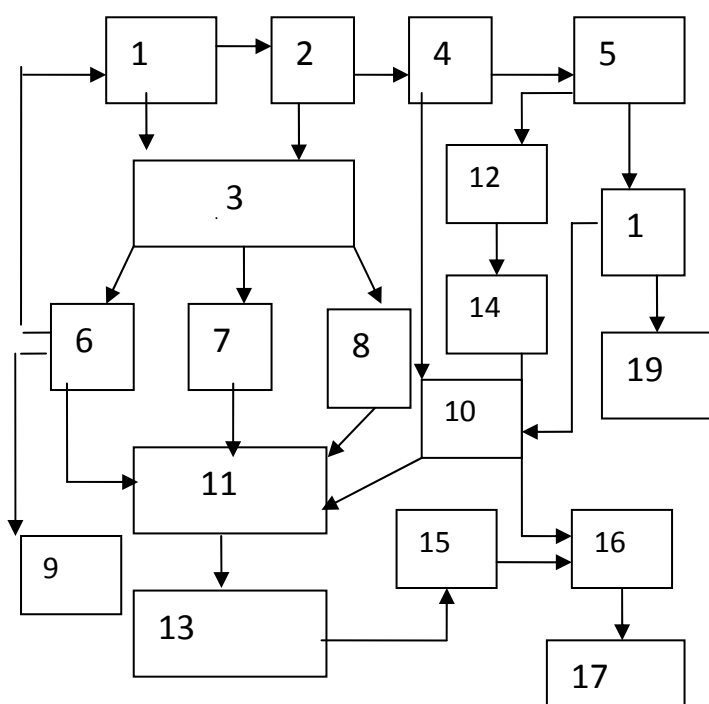
Переработка каменных углей в России по коксохимической технологии осуществляется на 12 промышленных предприятиях. Среди них имеются коксохимические предприятия с неполным циклом как, например, ОАО «Кокс» (г. Кемерово), откуда сырой бензол и смола, отделенная от воды и механических примесей, отправляются для переработки на предприятия с полным циклом.

Общепризнанной является проблема необходимости диверсифицировать ассортимент продукции химического крыла коксохимии. Для этого нами предлагается следующий принцип

Он предусматривает первичное и конечное охлаждение коксового газа, получение смоловодяной эмульсии, ее аллотермическую газификацию водяным паром с получением водяного газа, глубокую очистку прямого коксового газа от аэрозолей смолы и нафталина, аммиака и сернистых соединений, улавливание и переработку сырого бензола, выделение водорода из очищенного коксового газа, обогащение этим водородом водяного газа с получением синтез-газа и последующим каталитическим превращением его в жидкие углеводороды широкого ассортимента, включая моторные топлива. Обезводороженный обратный коксовый («богатый») газ полностью используется для обогрева коксовых печей и теплотехнических потребностей эндотермического процесса пароводяной газификации смоловодяной эмульсии.

Продукты сгорания богатого газа и попутные газы синтеза углеводородов могут использоваться для генерации электроэнергии.

Рис. Принципиальная схема реструктуризации химического блока коксохимпредприятия.



1. Газосборник коксовых батарей.
2. Первичный газовый холодильник
3. Механизированный осветлитель.
4. Очистка коксового газа от нафталина и установка для извлечения аммиака
5. Конечное охлаждение коксового газа и абсорбция сырого бензола.
6. Сборник надсмольной воды.
7. Сборник смолы.
8. Фусоприемник.
9. Биохимическая очистка избыточной надсмольной воды.
10. Жидкие отходы
11. Диспергатор для получения смоловодяной эмульсии.
12. Выделение водорода из коксового газа.
13. Аллотермический газогенератор с кольцевой топкой для газификации смоловодяной эмульсии.
14. Газгольдер водорода.
15. Газгольдер водяного газа $\text{CO}:\text{H}_2=1:1$.
16. Смеситель для получения синтез-газа $\text{CO}:\text{H}_2=1:2$.
17. Установка синтеза моторного топлива
18. Дистилляция сырого бензола из абсорбента и регенерации абсорбента.
19. Ректификация сырого бензола.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИИ: «ДОБЫЧА УГЛЯ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ», «ШАХТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПРОВЕДЕНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ ВЫРАБОТОК С АНКЕРНЫМ КРЕПЛЕНИЕМ С УЧЕТОМ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИКОНТУРНОГО МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД <i>Демин В.Ф., Стефлюк Ю.Ю., Демина Т.В., Карагандинский государственный технический университет, Казахстан</i>	7
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЗОНАЛЬНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ШАХТАХ И РУДНИКАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ РАЗРАБОТКИ <i>Лис С.Н, ТОО «ИПКОН», г.Караганда, Казахстан</i>	10
ПОДХОД К УПОРЯДОЧЕНИЮ ТЕРМИНОЛОГИИ ВСКРЫТИЯ И ПОДГОТОВКИ ШАХТНОГО ПОЛЯ <i>Супруненко А.Н, КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово, Россия</i>	13
РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ <i>Цибаев С.С. , КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово, Россия</i>	15
ШАХТНАЯ КАЛОРИФЕРНАЯ УСТАНОВКА С РЕГУЛИРОВАНИЕМ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ В СЕКЦИЯХ <i>Цыба А.М., шахта «Грамотеинская», г Белово</i>	18
ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК <i>Н.В.Черданцев, Институт угля СО РАН, г.Кемерово</i>	21
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ШАХТАХ <i>Зыков В.С., Абрамов И. Л., Торгунаков Д. В. , Институт угля СО РАН, г.Кемерово</i>	23
ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЙ ДИСКОВОГО ИНСТРУМЕНТА НА РАБОЧИХ ОРГАНАХ ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ <i>Хорешок А.А., Маметьев Л.Е., Борисов А.Ю., Мухортиков С.Г., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово</i>	29
МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ МАШИН <i>Черных Н.Г., Консорциум «Подземмашстрой», г.Новокузнецк</i>	32
ОХРАНА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ЦЕЛИКАМИ <i>Ремезов А.В., Харитонов И.Л., Новоселов С.В КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, МАНЭБ, г.Кемерово</i>	35
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПЕРЕМОНТАЖА ОЧИСТНЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РИТМИЧНОСТИ ИХ РАБОТЫ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ГРАНИЦАХ ШАХТА-ПЛАСТА <i>Ульянов В. В., Ремезов А. В., Новоселов С. В., УК «Шахта «Заречная», г.Ленинск-Кузнецкий, КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово</i>	36
МЕТОДЫ ПОДДЕРЖАНИЯ И ОХРАНЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ <i>Рябков Н. В., Новоселов С. В., Ремезов А. В. Шахта «Чертинская-Коксовая», г.Белово, КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово</i>	40
ДЕФОРМАЦИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПОРОД НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ И ОСНОВНОЙ КРОВЛИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУТЫХ ПЛАСТОВ ДЛИННЫМИ СТОЛБАМИ <i>Ремезов А. В., Ануфриев А. В., Новоселов С. В., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово</i>	42

ВАРИАНТЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КУЗБАССА: ПРОМЫШЛЕННЫЕ КЛАСТЕРЫ, ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ИЛИ ШАХТОСИСТЕМЫ <i>Новоселов С. В., Ремезов А. В., Харитонов В. Г., УК «Шахта «Заречная», г. Ленинск-Кузнецкий, КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г. Кемерово.....</i>	45
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И АГРЕГАТОВ БЕЗЛЮДНОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ВЫЕМКИ КРУТЫХ ПЛАСТОВ, ИСКЛЮЧАЮЩИХ ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ <i>Б.В. Радько, ФПК «ИнвестТЭК», г. Москва.....</i>	50
СПОСОБ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОСТОЯННОГО УКОСНОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОПРА ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА МНОГОКАНАТНЫЙ ПОДЪЕМ <i>Кассихина Е.Г., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г. Кемерово.....</i>	52
РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ТРУБЧАТОГО АНКЕРА ФРИКЦИОННОГО ТИПА <i>М.Д. Войтов, Т.Е. Трипус, КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г. Кемерово.....</i>	55
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА И ДОСТОВЕРНОЕ ВЫЯВЛЕНИЕ НАРУШЕННОСТИ ПЛАСТОВ УГЛЯ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ПРИ ОТРАБОТКЕ ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ. <i>Ермаков А.Ю. Зименс П.А., Самохин А.В., СибНИИУглеобогатение, г. Прокопьевск.....</i>	58
СЕКЦИИ:	
«ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ», «ПРОБЛЕМЫ УГОЛЬНОГО МЕТАНА: МЕТАНОБЕЗОПАСНОСТЬ УГОЛЬНЫХ ШАХТ, ИЗВЛЕЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАНА»	
КРИСТАЛЛОГИДРАТЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ КАК ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ В ШАХТОВЫХ САМОСПАСАТЕЛЯХ <i>С. Н. Вершинин, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово.....</i>	60
УСТАНОВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ УДАРООПАСНОСТИ МАССИВА ДЛЯ ТАШТАГОЛЬСКОГО РУДНИКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОДЗЕМНОГО ЭЛЕКТРОПРОФИЛИРОВАНИЯ <i>Дудко К.Л., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г. Кемерово.....</i>	62
МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ ОЧАГА САМОНАГРЕВАНИЯ УГЛЯ НА РАЗРЕЗА <i>Иванов В.В., Трушников Н.В., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г. Кемерово.....</i>	64
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИННОГО ЗАРЯДА <i>Катанов И.Б., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г. Кемерово, Федотенко С.М., МГГУ, г. Москва.....</i>	67
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ ГАЗОГИДРАТОВ НА СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ГРАНИЦЫ ДИССОЦИАЦИИ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА <i>Дырдин В.В., Ким Т.Л., Мальшин А.А., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г. Кемерово.....</i>	69
НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ШАХТНОЙ ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ <i>Пастухов А.А., завод «Телта», г. Пермь.....</i>	72
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СПОСОБОВ И УСТРОЙСТВ ПРОГНОЗА И ТУШЕНИЯ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ <i>Простов С.М., Прошкина К.В., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г. Кемерово.....</i>	72
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ВОЗРАСТАЮЩЕМ НАГРУЖЕНИИ <i>Сирота Д.Ю., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г. Кемерово.....</i>	75
ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОЙ ДЕГАЗАЦИИ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ СКВАЖИНАМИ, ПРОБУРЕННЫМИ С ПОВЕРХНОСТИ <i>В.Т. Хрюкин, Д.А. Сизиков, Т.С. Попова М.Г. Коряга, ОАО «Газпром промгаз», г. Москва.....</i>	78

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ <i>Безматный С.В., Жуков М.О., Иванов А.Е., Меркулов И.В., Нарымский Б.В., КТИ ВТ СО РАН, г.Новосибирск....</i>	80
МОНИТОРИНГ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМИ ДАТЧИКАМИ <i>Голушко С.К., Харенко Д.С., Чейдо Г.П., Чурин А.Е., Шакиров С.Р., Шелемба И.С, КТИ ВТ СО РАН, г.Новосибирск.....</i>	83
ЧАСТОТНО-КОНТРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОПТИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД <i>А.С.Гуменный, Т.И. Янина, В.В. Дырдин, А.А. Мальшин,, КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово</i>	85
УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ УГОЛЬНОГО МАССИВА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТВОРОВ ПАВ <i>Ёлкин И.С., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово.....</i>	87
СОЗДАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ШАХТЫ: ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРЕДЛАГАЕМЫЕ СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ <i>О.В. Михайлова, И.А. Жибинова, В.Е. Шехтман, Новокузнецкий институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КемГУ»....</i>	90
БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ <i>Сивов М.О. Метельков А.А., ЗАО «Гипроуголь», г.Новосибирск.....</i>	93
КРИТЕРИИ, МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ВЫБОРА ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТ <i>Н.Н. Петров С.А. Коленчук А.Д. Илюшкин, ИГД СО РАН, г.Новосибирск.</i>	99
АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КУЗБАССА <i>Н.Н. Петров С.А. Коленчук А.Д. Илюшкин, ИГД СО РАН, г.Новосибирск</i>	105
СТРУКТУРА И АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕТРИВАНИЕМ ШАХТ <i>Петров Н.Н., Зырянов С.А., ИГД СО РАН, г.Новосибирск</i>	107
РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И РАСЧЕТЫ ЛОПАТОЧНЫХ УЗЛОВ РАБОЧИХ КОЛЕС ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО И МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТ <i>Петров Н.Н., Панова Н.В., ИГД СО РАН, г.Новосибирск</i>	111
РАЗВИТИЕ ВЕНТИЛЯТОРОСТРОЕНИЯ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТ <i>Панова Н.В., ИГД СО РАН, г.Новосибирск</i>	113
ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ШАХТ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОВЕТРИВАНИЕМ (САУПШ) <i>Зырянов С.А., ИГД СО РАН, г.Новосибирск.....</i>	116
О СОЗДАНИИ НОВОГО ЭФФЕКТИВНОГО ХИМИЧЕСКОГО СРЕДСТВА АНТИФРИЗА <i>Ощепков И. А., Каськов А. А. КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, Горбунков И. А., ООО «ЗХР», г.Кемерово.</i>	118
МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ РОЛИКА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА <i>А.Ю. Захаров, , Д.А. Ширямов, Горбунков И. А., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева.....</i>	120
О МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ РЕДУКТОРОВ ЭКСКАВАТОРОВ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА <i>Хорешок А.А. Кудреватых А.В., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева.....</i>	122
О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ВОЗМОЖНЫХ ПУТЯХ ИХ РЕШЕНИЯ <i>М.А. Баёв, А.П. Коровицын, А.Г. Шевицов В.А. Хямяляйнен, КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово.....</i>	124
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОЙ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ. <i>А.В. Кошелец, Е.С. Мелехин, ОАО «Газпром промгаз», г.Москва.....</i>	126

К ВОПРОСУ О ПРОМЫШЛЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАПТИРУЕМОЙ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ ПРИ ЕЁ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПО ПОДЗЕМНОМУ ВАКУУМНОМУ ГАЗОПРОВОДУ <i>Коровников В.И.</i>	128
---	-----

СЕКЦИИ:

**«ДОБЫЧА УГЛЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ»,
«ТРАНСПОРТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УГЛЕДОБЫЧИ И ПОСТАВОК УГЛЕПРОДУКЦИИ»**

НОВЫЕ СПОСОБЫ КОМБИНИРОВАННОЙ (ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОЙ) РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА <i>Федорин В.А., Шахматов В.Я., Михайлов А.Ю., Институт угля СО РАН, г.Кемерово</i>	130
О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ БУРЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН С НЕКРУГЛУГЛЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ <i>Хуснутдинов М.К., Малышкин Д.А., Начеев К.В., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово</i>	136
О МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ РЕДУКТОРОВ ЭКСКАВАТОРОВ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ МАСЛА <i>Хорешок А.А., Кудреватых А.В., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово</i>	138
ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ <i>Герике Б.Л., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово, Кузин Е.Г., филиал КузГТУ в г.Прокопьевске</i>	140
ОБОСНОВАНИЕ ПЕРИОДА И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПЕРЕХОДА К ОТРАБОТКЕ ВСКРЫШИ ВЫСОКИМИ УСТУПАМИ КАК ФАКТОРА ВЫБОРА СТРАТЕГИИ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ. <i>Федотенко В.С., МГГУ, г.Москва, Федотенко Н.А. КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово</i>	144
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ИСПОЛНЕНИЙ КОВШЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ЭКСКАВАТОРОВ <i>А.А. Хорешок, КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово, Е.Ю. Пудов, филиал КузГТУ в г.Прокопьевске.</i>	146
МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ РОЛИКА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА <i>А.Ю. Захаров, Д.А. Ширямов, КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово</i>	148
О РОЛИ МОРСКИХ ПОРТОВ ПРИ ЭКСПОРТНЫХ ПОСТАВКАХ УГЛЯ <i>В.Л. Гаврилов, ИГДС им. Н.В.Черского СО РАН, г.Якутск</i>	149

СЕКЦИЯ:

«ЭКОНОМИКА УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ»

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПЛАНОВ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ <i>Г.С. Трушина, КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева г.Кемерово</i>	153
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ СЛИЯНИЯ И ПОГЛОЩЕНИЯ КАК ФОРМЫ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ <i>Воронина М.Ю., Савосина З.П., КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово</i>	154
ЗАБАЛАНСОВЫЕ ЗАПАСЫ КАК РЕЗЕРВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ <i>В.Л. Гаврилов, П.Н. Васильев, ИГДС им. Н.В.Черского СО РАН, г.Якутск</i>	158
КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНТАКТОВО-МЕТАМОРФИЗОВАННЫХ УГЛЕЙ ВЫСОКИХ РАНГОВ <i>В.А. Косинский, А.А. Гонцов, С.А. Бобырев, Д.Н. Быкадоров, ФГУП «ВНИГРИУГОЛЬ», г.Ростов-на-Дону</i>	161
ПРОБЛЕМЫ СДЕЛЬНОЙ ФОРМЫ ОПЛАТЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>Нифонтов А.И., СибГИУ, г.Новокузнецк, Ермаков Е.А., МГГУ, г.Москва.</i>	162

АНАЛИЗ ФОРМ ОПЛАТЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>Нифонтов А.И., СибГИУ, г.Новокузнецк, Ермаков Е.А., МГГУ, г.Москва</i>	163
ЭКОЛОГООРИЕНТИРОВАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ УКРЕПЛЕНИЯ ПОЗИЦИЙ НА МИРОВОМ УГОЛЬНОМ РЫНКЕ <i>Орлов И.А., ОАО «Междуречье, г.Междуреченск, Кемеровская обл.</i>	165
ОБЪЕМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ РОССИЙСКОГО УГЛЯ В ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ <i>Писаренко М.В., Институт угля СО РАН, г.Кемерово</i>	166
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ СТАНДАРТ ISO 50001:2011. <i>Полухин Е.В., ООО «ЭС СИ СИ», г.Кемерово</i>	169
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНТАЖНО-ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОАО «СУЭК-КУЗБАСС» НА ОСНОВЕ СЦЕНАРНЫХ ПОДХОДОВ. <i>Скукин В.А. Орлов Д.А, КузГТУ им. Т.Ф.Горбачева, г.Кемерово</i>	171
ОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПАЛЬНО НОВОГО ПОДХОДА ПРИ СТРАТЕГИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ <i>Булат А.Ф., Волошин А. И., Рябцев О. В., Институт геотехнической механики им. Н.С.Полякова НАН Украины, Смирнов А. В., Коваль А. И., Донбасская топливная энергетическая компания, г.Донецк, Украина</i>	174
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ КОКСОВОЙ ПЫЛИ <i>В.П. Кравцов, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г.Кемерово</i>	177

**СЕКЦИЯ:
«ОБОГАЩЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ»**

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ФЛОТОРЕАГЕНТА СФК <i>Л.А. Антипенко, ОАО «СибНИИУглеобогачение», г.Прокопьевск, Кемеровская обл.</i>	179
ОБОГАЩЕНИЕ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ. ПРОСЕИВАНИЕПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК ПОСТРОЙКИ 40-60-Х ГОДОВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ. <i>Сеничкин Е.В., ОАО «Сибгипрошахт», г.Новосибирск</i>	187
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КУЗНЕЧНОГО КОКСА <i>В.А. Бабанов, Е.Ю. Пронина, Красноярский научный центр СО РАН, г.Красноярск</i>	188

**СЕКЦИЯ:
«ЭКОЛОГИЯ И НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ»**

ПРИМЕНЕНИЕ ГУМАТОВ Na И K В КАЧЕСТВЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ <i>Андроханов, Д.А. С.И. Жеребцов, З.Р. Исмаилов РАН (ИУХМ СО РАН), Кемерово, Россия С.Л.Быкова, В.А. Соколов, Т.В. Нечаева РАН(ИПА СО РАН), Новосибирск, Россия</i>	190
УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ И ОЧИСТКА ШЛАМОВЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КАК МЕРА РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ КУЗБАССА <i>Е.В. Жбырь А.В., Неведров, А.В. Папин КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия</i>	192
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ ЗОЛЫ – УНОСА КЫЗЫЛСКОЙ ТЭЦ <i>Монгуш Г.Р., Котельников В.И., Патраков Ю.Ф. Баринов А.В., Солдуп Ш.Н. ТувиКОПР СО РАН, г.Кызыл</i>	194
УТИЛИЗАЦИЯ РЕЗИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕЙ <i>М.В. Писаренко Институт угля СО РАН</i>	196

ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА ОФ «КОКСОВАЯ» <i>Евменова Г.Л., Тухватулин Е.З. КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия</i>	198
О СОЗДАНИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ФОНДА РЕКУЛЬТИВАЦИИ <i>Колесова Е.Я. СиГИУ, г. Новокузнецк, Россия</i>	200
СЕКЦИЯ: «УГЛЕЭНЕРГЕТИКА»	
КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРЕНИЯ ОБЛАКА САЖЕВОГО ОРГАНИЧЕСКОГО АЭРОЗОЛЯ. ПУЛЬСАЦИЯ ПЛАМЕНИ. <i>Пащенко С.Э. Институт теплофизики им. С.С.Кутателадзе СО РАН, г.Новосибирск, Россия</i>	202
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ РЕГИОНА НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ МИНИ-ТЭЦ <i>В.Н.Сливной КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия</i>	209
ПРОИЗВОДСТВО УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРИРОДНОГО И ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ <i>Д.Ю. Чирков, А.Н. Залого Красноярский научный центр СО РАН г. Красноярск</i>	210
АКТУАЛЬНЫЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ <i>Баякин С.Г. СКТБ "Наука" КНЦ СО РАН</i>	212
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАХАНОАКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ МИКРОПОМОЛА. <i>Бурдуков А.П. Институт теплофизики им. С.С.Кутателадзе СО РАН. Новосибирск. Россия. Ломовской А.И., Институт Химии твердого тела и механохимии. Новосибирск. Россия Юсупов Т.С. Институт Геологии и Минералогии СО РАН Новосибирск. Россия</i>	218
ГАЗОГЕНЕРАТОРЫ ПРЯМОГО ПРОЦЕССА С ДВОЙНОЙ ЗОНОЙ ГОРЕНИЯ И БРИКЕТИРОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ <i>Загруддинов Р.Ш., Никишанин М.С., Малыхин Д.Г., Сеначин П.К., А.Г. ЗАО "СУЗМК ЭНЕРГО", г. Среднеуральск, А ГТУ, Барнаул</i>	220
БЕЗНАКИПНЫЙ ВОДОГРЕЙНЫЙ КОТЕЛ. <i>Ю.Е.Киселев, В.Н.Сливной ООО «ТЭСТ», КузГТУ</i>	222
ТЕХНОЛОГИЯ СЖИГАНИЯ УГЛЯ В ВИДЕ ВОДОУГОЛЬНОЙ СУСПЕНЗИИ <i>С.В. Алексеенко, И.В. Кравченко, Л.И. Мальцев, С.Н. Вершинин, Институт теплофизики им. С.С.Кутателадзе СО РАН, Корпорация ПРОТЭН</i>	224
ОБОСНОВАНИЕ НОВОЙ КОНЦЕПЦИИ И ПРИНЦИПОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ОРГАНИЗАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА <i>Черных Н.Г., ОАО «Консорциум Кузбассподземмашстрой», г.Новокузнецк Мельник В.В. МГГУ, г.Москва</i>	226
ОБЩИЕ ДОКЛАДЫ	
РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НА РЫНКЕ <i>Романов С.М., Лактионов-Мандельштам Е.А. МГГУ, г.Москва</i>	240
ПРОИЗВОДСТВО УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРИРОДНОГО И ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ <i>Д.Ю. Чирков, А.Н. Залого Красноярский Научный центр СО РАН</i>	242
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ И НЕВОСТРЕБУЕМЫЕ ИННОВАЦИИ, КАК ПРИЗНАК ЗАСТОЯ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>С.А.Прокопенко. ИУ СО РАН</i>	244
МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ «УГЛЕХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ КУЗБАССА»	248

«ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ.
НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗВИТИЮ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Труды XIV международной
научно-практической конференции

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ

д.т.н. В.И. Клишина, директора Института угля СО РАН;
д.т.н. З.Р. Исмагилова, директора Института углехимии и химического материаловедения
СО РАН;
д.т.н В.Ю. Блюменштейна, проректора по научно-инновационной работе
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева
к.т.н., С.И. Протасова, зав. кафедрой ОГР КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева
Г.П. Дубинина, первого заместителя генерального директора
КВК «Экспо-Сибирь»

Технический редактор: О.В. Мартакова

Лицензия на полиграфическую деятельность
ПЛД 4477
от 14.07.99

Подписано к печати 30.10.2012
Тираж 300 экз.

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 им. Т.Ф.Горбачева
650025, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

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

Отпечатано в типографии «Экспо-Сибирь»