

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Филиал государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет» в г. Белово**



**Филиал ГУ КузГТУ
в г. Белово**

**IV межрегиональная научно-практическая конференция
с международным участием**

**ИННОВАЦИИ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ
И ЭКОНОМИКЕ КУЗБАССА**

Сборник статей

Часть 1

Белово 2011

УДК 082.1
ББК 65.34.13 (2Рос – 4Кем)

Печатается по решению редакционно–издательского совета ГУ КузГТУ.

Редколлегия: И.К. Костинец
Л.И. Законнова

Инновации в угольной отрасли и экономике Кузбасса: сборник статей участников IV межрегиональной научно–практической конференции с международным участием «Инновации в угольной отрасли и экономике Кузбасса» (28–29 апреля 2011 г.): в 2 х. / Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово. – Белово: Изд–во филиала ГУ КузГТУ в г. Белово, 2011. – Ч. 1. – 304 с.

В сборнике содержатся статьи участников секций «Инновации в угольной отрасли» и «Экономико–математические методы» IV межрегиональной научно–практической конференции с международным участием «Инновации в угольной отрасли и экономике Кузбасса», которая состоялась 28–29 апреля 2011 г.

УДК 082.1
ББК65.34.13 (2Рос – 4Кем)

Печатается в авторской редакции.
Незначительные исправления и дополнительное форматирование вызвано приведением материалов к требованиям печати.

ISBN 978–5–89070–788–8

© Филиал государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кузбасский государственный технический университет» в г. Белово, 2011

© Коллектив авторов, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ИННОВАЦИИ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ» ПОДСЕКЦИЯ 1. «ТЕХНОЛОГИИ И МЕХАНИЗАЦИЯ».....	9
ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ Р.В. Беляевский, В.М. Ефременко	9
ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОПОРИСТЫХ СОРБЕНТОВ ИЗ УГЛЕЙ КУЗБАССА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ А.В. Бервено, В.П. Бервено	13
ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВУХСЛОЙНОГО ГИДРОЦИЛИНДРА ДЛЯ РАСЧЁТА НА ПРОЧНОСТЬ Г.Д. Буялич, А.В. Михайлова.....	17
ПРЕДПОСЫЛКИ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КЫРГЫЗСТАНА А.Е. Воробьев, Д.К. Камчыбеков, Лоцев Г.В.	19
РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КЫРГЫЗСТАНА НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИЙ А.Е. Воробьев, Д.К. Камчыбеков, Г.В. Лоцев, Н.А. Пихота	21
МОДЕЛИРОВАНИЕ САМОНАГРЕВАНИЯ УГЛЯ С УЧЕТОМ ДЕЗАКТИВАЦИИ И ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ УГЛЯ А.С. Ворошилов	26
ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ НА ШАХТЕ КРАСНОЯРСКАЯ ОАО “СУЭК–КУЗБАСС” М.П. Григорьев, Д.Е. Гончаров, А.М. Цехин.....	32
КОНЦЕПЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ Т.Л. Долгопол	36
ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ Т.Л. Долгопол, Д.С. Ауров	40
ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В.М. Ефременко, В.М. Друй, А.А. Шевченко	44
О ПОВЫШЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ В.М. Ефременко, В.М. Друй, А.А. Шевченко	46

АНАЛИЗ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ О ХАРАКТЕРНЫХ ПРИЗНАКАХ ПРИБЛИЖЕНИЯ К ВЫБРОСООПАСНОЙ ЗОНЕ А.И. Жаров, А.В. Ремезов, А.В. Бедарев	48
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ СЕЙСМООПАСНОСТИ ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ Е.В. Заречнева, Ю.А. Масаев	53
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФРЕЗЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ НА РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА А.А. Зенкова, Л.Н. Котова, В.Л. Мартьянов	60
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕНИЯ И ТЕПЛООТДАЧИ ВО ВХОДНЫХ УЧАСТКАХ КАНАЛОВ И.Ш. Ислямов, С.Н. Харламов	63
ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЯЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ Х.Х. Касимов, Н.Р. Баракаев, К.Б. Хусанов, Г.А. Бахадиров	66
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕСУРСА ВЫЕМОЧНО– ПОГРУЗОЧНЫХ РАБОТ МОЩНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ В.Ф. Колесников, А.И. Корякин	70
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТМАСС КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ В ГОРНОМ ОБОРУДОВАНИИ Н.К. Колмакова, Е.В. Тяпкина	74
ДОБЫЧА И УТИЛИЗАЦИЯ МЕТАНА ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С.А. Крапивин, Н.Г. Маношкин, А.И. Жаров, А.В. Ремезов	79
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ УЧАСТКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ШАХТАХ МЕЖДУРЕЧЕНСКА М.И. Кузикова, И.М. Савчина	84
ПРОИЗВОДСТВО УГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ К.О. Ланкин, Н.П. Федорко	89
ПОДШИПНИКИ СУХОГО ТРЕНИЯ В ОБОРУДОВАНИИ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА М.П. Латышенко, С.В. Герасименко	91
МЕХАНИЗМ СУХОГО ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ М.П. Латышенко, С.В. Герасименко	94
ПОДДЕРЖАНИЕ ПРОЦЕССА АКТИВАЦИИ УГЛЯ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ РАВНОВЕСНОЙ ВЛАЖНОСТИ К.С. Лебедев	98
ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕВОДА КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТРОИЦКОЙ ГРЭС ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ С СЖИГАНИЯ	

ЭКИБАСТУЗСКОГО УГЛЯ НА КУЗНЕЦКИЙ Н.Г. Маматаджиева	103
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ УДАЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН Л.Е. Маметьев, А.Ю. Кузнецов, О.В. Любимов	107
РАЗВИТИЕ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ В ГВИНЕЕ В.Л. Мартьянов	110
АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ ФОРМУЛ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕЙСМООПАСНОГО РАДИУСА Ю.А. Масаев, Е.В. Заречнева	114
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЙ ВОЛН НАПРЯЖЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ В МАССИВЕ И РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД Ю.А. Масаев, А.А. Зенкова	122
НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ГИДРОЗАБОЙКИ ШПУРОВ Ю.А. Масаев, В.Ю. Масаев, Н.В. Мильбергер	126
ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНВЕРСИОННЫХ ВВ В РФ Ю.А. Масаев, А.А. Мигалева	130
АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА Ю.А. Масаев, С.С. Цибаев	133
К ВОПРОСУ О КАПТИРОВАНИИ МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ Ю.А. Масаев, А.А. Черкашин	137
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЗАКЛАДОЧНОЙ СМЕСИ ПРИ ВЫЕМКЕ МЕЖШТРЕКОВЫХ ЦЕЛИКОВ А.М. Мирошниченко, Ю.А. Масаев	139
ОСУШЕНИЕ ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПЛАСТА СЫЧЁВСКИЙ–IV Ш.ГРАМОТЕЙНСКАЯ П.Г. Мукоян, А.И. Жаров, А.В. Ремезов	143
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЗАТРАТ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ О.С. Пичугин, А.Ю. Захаров	146

РАСЧЕТ ТОЧЕК ОСИ ДЛЯ УСТАНОВКИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ В ПОДЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ Н.В. Порошина	151
ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО–ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПЛАСТОВ ШАХТ КУЗБАССА НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ Д.А. Потапов, А.М. Цехин	154
ДЕФОРМИРОВАНИЕ НЕОДНОРОДНЫХ ПОРОДНЫХ ОБРАЗЦОВ Л.В. Разумова	158
АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА А.В. Ремезов, А.И. Жаров, А.В. Бедарев	160
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕХАНИЗМА РЕАЛИЗАЦИИ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА А.В. Ремезов, А.И. Жаров, А.В. Бедарев	169
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО–МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАМЕННЫХ УГЛЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВЛАЖНОСТЯХ ВОЗДУХА М.С. Сазонов	178
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ, ПОРОЖДЕННОГО ОБЪЕМНЫМ ИСТОЧНИКОМ ТОКА В СЛОИСТОЙ СРЕДЕ Д.Ю. Сирота	182
ПОДХОД К АНАЛИТИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ И ИНТЕНСИВНОСТИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ШАХТЫ А.Н. Супруненко, В.Ю. Фадеев	186
ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОЛЕЗНЫХ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ ВВ С ПОВЫШЕНИЕМ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ВЗРЫВА КОМПЛЕКТА ЗАРЯДОВ ВВ Ю.А. Масаев, Е.В. Тяпкина	190
О ДИАГНОСТИКЕ РЕДУКТРА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА СМ–130К А.А. Хорешок, А.В. Кудреватых, С.Г. Мухортиков	192
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ И КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ ДЛЯ МАШИН С РЕЛЬСОВОЙ ХОДОВОЙ ЧАСТЬЮ А.О. Цацурин	195

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПОРЯДКА РАЗРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С.С. Чувиков, В.Л. Мартьянов	198
КЛАССИФИКАЦИЯ МНОГОПОВОДКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКИ А.Х. Шамутдинов	203
СЕКЦИЯ «ИННОВАЦИИ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ» ПОДСЕКЦИЯ 2. «ГЕОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ»	209
ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГО–ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ООО «БЕЛГОС» Н.И. Бордушко	209
К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БОЛЕЕ ТОЧНЫХ ДИАГНОЗОВ БОЛЕЗНЕЙ И ЗАБОЛЕВАНИЙ БОЛЬНЫХ РАБОТАЮЩИХ ИЛИ РАБОТАВШИХ В ПРОИЗВОДСТВЕ А.Н. Жуков	210
К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЕМА–ОХЛАДИТЕЛЯ БЕЛОВСКОЙ ГРЭС В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ, РЫБОВОДНЫХ И РЕКРЕАЦИОННЫХ ЦЕЛЯХ Л.И. Законнова, С.В. Белов, Л.Н. Котова	213
АЛЛЕРГИЯ? НУ И ЧТО?! И. Коптелов	216
«РАК ЗЕМЛИ?» ОПЫТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ УЧЕНИКА ПЯТОГО КЛАССА А.В. Косов, И.Н. Майорова	222
ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ И ЭКОЛОГИИ В КУЗБАССЕ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ: ТЕНДЕНЦИИ, ВЛИЯНИЕ КРИЗИСА А.В. Мухачёва	226
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УГЛЕЙ БЕЛОВСКОГО РАЙОНА М.С. Новиков, А.А. Возная	230
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ ЗДАНИЯ ЛИЦЕЯ № 22 Г. БЕЛОВО Т. Палашкова, И.Н. Майорова	234
ЭТАПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ И ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ С.Д. Полторыхин	242

НЕРУДНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ БЕЛОВСКОГО РАЙОНА К.О. Сулимова, А.А. Возная	245
УГОЛЬ И ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Е.А. Сухинская	247
ТУБЕРКУЛЕЗ – СОЦИАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ОБЩЕСТВА Н.Б. Таюшова, А.А. Вигандт, Н.Е. Дубовская, В.С. Лебедев	249
ОХРАНА ТРУДА ПРИ РАБОТЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА В УСЛОВИЯХ ОСП УК КРУ «КАМЕНУШЕНСКИЙ» В.А. Хряпочкин, В.В. Чернышев	254
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ РАБОТНИКОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ Г. БЕЛОВО И БЕЛОВСКОГО РАЙОНА А.В. Чеканова	258
ЭКОЛОГО–ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ КАК ФАКТОР ГАРМОНИЧНОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ Л.В. Чхутиашвили	260
СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИКО–МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ»	265
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫРАЖЕНИЯ ОБЩЕГО ЧЛЕНА АРИФМЕТИЧЕСКОГО РЯДА СПОСОБОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ПониЖЕНИЯ ПОРЯДКА ПОЛИНОМА Е.Е. Алексеева	265
СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ЧИСЛЕННО ЗНАКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ЧЕРТЕЖАХ Т.А. Баздерова, Л.А. Губинская	268
К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ НАГЛЯДНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ Т.А. Баздерова, Е.В. Князькина	273
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ НАУЧНОГО РАССУЖДЕНИЯ Т.А. Баздерова, Н.Р. Мусагитова	278
НЕПРЕРЫВНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ Т.А. Баздерова, А.А. Одегова	284
К ВОПРОСУ О ЛИНЕЙНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯХ Т.А. Баздерова, Е.Е. Разумова	291
О МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДАХ В ЭКОНОМИКЕ О.В. Глушко	295
CRITERIA FOR CHOOSING AN ERP SYSTEM Mariana Mateeva Petrova	299

Секция «ИННОВАЦИИ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ»
Подсекция 1. «Технологии и механизация»

УДК 621.316.016.25

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ КОМПЕНСИРУЮЩИХ
УСТРОЙСТВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ**

Р.В. Беляевский, В.М. Ефременко

ГУ КузГТУ

Проблемы энергосбережения приобретают в настоящее время все большую значимость. На их решение направлены многочисленные обращения и указы Президента РФ, постановления Правительства РФ, и в частности Федеральный закон от 23.11.2009 № 261–ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» [1]. Одним из основных направлений технологического энергосбережения является снижение потерь электроэнергии в электрических сетях. Поскольку угольные разрезы относятся к крупным энергоемким потребителям электроэнергии, то снижение потерь электроэнергии в электрических сетях разрезов является актуальной практической задачей, требующей применения рациональных решений. Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях угольных разрезов позволит обеспечить существенную экономию энергетических ресурсов и будет способствовать реализации потенциала энергосбережения в угольной отрасли Кузбасса.

На сегодняшний день значительная часть потерь электроэнергии в электрических сетях угольных разрезов обусловлена перетоками реактивной мощности. Наличие перетоков реактивной мощности приводит к увеличению потерь электроэнергии в электрических сетях, снижению ее качества, уменьшению пропускной способности электрических сетей, увеличению потерь напряжения и др. Для уменьшения перетоков реактивной мощности и снижения потерь электроэнергии в электрических сетях угольных разрезов должны проводиться мероприятия по компенсации реактивной мощности, которые могут быть разделены на организационные и технические. Организационные мероприятия направлены на естественное уменьшение реактивной мощности, потребляемой электроприемниками. Технические мероприятия связаны с установкой компенсирующих устройств в соответствующих точках системы электроснабжения угольного разреза.

Вместе с тем выбор мест установки компенсирующих устройств в общем случае является оптимизационной задачей, цель которой заключается в нахождении такого решения, которое обеспечивает максимальный экономический эффект при соблюдении всех технических условий нормальной работы электрических сетей и электрооборудования. При оптимизации размещения компенсирующих устройств постановка задачи может

рассматриваться в различных вариантах. В одном из вариантов постановки задачи оптимизации суммарная мощность компенсирующих устройств задается, например, из условия баланса реактивной мощности. Тогда задача заключается в том, чтобы оптимально распределить заданную мощность по узлам электрической сети.

Следовательно, в данном случае задачу оптимизации размещения компенсирующих устройств можно рассматривать как транспортную задачу линейного программирования: пусть имеется несколько источников реактивной мощности $Q_{Гi}$ и несколько потребителей реактивной мощности $Q_{Пj}$. Имеется также электрическая сеть, связывающая каждый источник с каждым потребителем, и стоимость передачи 1 кВАр реактивной мощности. Необходимо составить план передачи реактивной мощности от источников к потребителям так, чтобы потребности потребителей в реактивной мощности были удовлетворены с учетом минимизации суммарной стоимости передачи. При этом если исходить из условия баланса реактивной мощности в электрической сети, то транспортная задача будет закрытой, что упрощает процесс ее формализации.

На рис. 1 в качестве примера приведена схема электроснабжения участка горных работ угольного разреза и показано распределение потоков реактивной мощности в электрической сети.

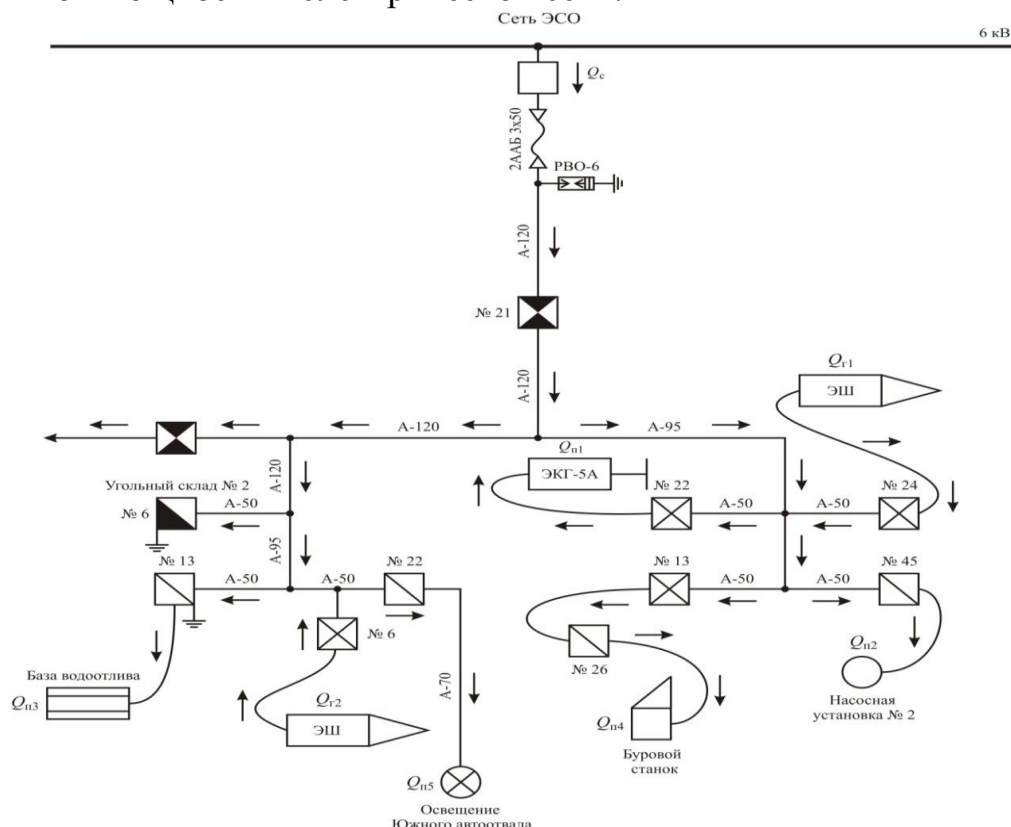


Рис. 1. Схема электроснабжения участка горных работ угольного разреза

Основными потребителями реактивной мощности угольного разреза являются электродвигатели экскаваторов, буровых станков, насосных установок, силовые трансформаторы комплектных трансформаторных под-

станций напряжением 6/0,4 кВ, трансформаторы собственных нужд (ТСН) и осветительные установки с газоразрядными лампами. Кроме потребителей участка горных работ, на разрезе также имеются прочие потребители реактивной мощности, к числу которых относятся угольные склады, котельные, административно-бытовой корпус (АБК) и т. п. Общая реактивная мощность, потребляемая угольным разрезом, составляет $\Sigma Q_{Tj} = 10809,9$ кВАр.

Источниками реактивной мощности являются электрическая сеть энергоснабжающей организации (ЭСО), а также компенсирующие устройства, установленные в электрической сети угольного разреза. На участке горных работ в качестве компенсирующих устройств могут быть использованы синхронные двигатели экскаваторов. Как показывают расчеты, при переводе имеющихся на разрезе синхронных двигателей в режим перевозбуждения и при работе с опережающим $\cos\varphi = 0,8$ их генерирующая способность составит $\Sigma Q_{Gi} = 4604,25$ кВАр. Таким образом, при работе синхронных двигателей в данном режиме будет компенсироваться более 40 % общей реактивной мощности, потребляемой угольным разрезом.

Однако следует отметить, что синхронные двигатели, являющиеся источниками реактивной мощности, установлены на участке горных работ, и поэтому могут быть использованы преимущественно для компенсации реактивной мощности потребителей этого участка. При этом реактивная мощность потребителей участка горных работ будет компенсироваться полностью, а оставшаяся часть реактивной мощности может быть использована для компенсации реактивной мощности прочих потребителей угольного разреза. Более того, при снижении активной нагрузки синхронных двигателей появляется возможность дополнительно загрузить их по реактивной мощности и генерировать реактивную мощность в сеть при сохранении того же значения полной мощности, передаваемой по электрической сети. Следовательно, в данном случае синхронные двигатели могут рассматриваться как достаточно эффективные компенсирующие устройства.

Вместе с тем использование синхронных двигателей для компенсации реактивной мощности прочих потребителей угольного разреза представляется не вполне целесообразным ввиду значительного удаления последних от участка горных работ, а, значит, и от синхронных двигателей, т. к. передача реактивной мощности в данном случае приведет к дополнительным потерям электроэнергии в электрических сетях разреза. В этом случае транспортная задача становится открытой и ее необходимо свести к закрытой. Поэтому требуется разработать алгоритм управления системой возбуждения синхронных двигателей для регулирования величины генерируемой ими реактивной мощности.

В качестве компенсирующих устройств для компенсации реактивной мощности, потребляемой прочими потребителями угольного разреза, следует использовать комплектные конденсаторные установки, устанавливаем-

мые в местах непосредственного потребления реактивной мощности и включаемые по схеме индивидуальной или групповой компенсации. При этом они должны рассматриваться как дополнительные источники реактивной мощности в электрической сети и также учитываться в процессе решения транспортной задачи.

Таким образом, транспортная задача может быть применена для оптимизации размещения компенсирующих устройств в электрических сетях угольных разрезов. Математически транспортная задача формулируется в виде задачи линейного программирования и для ее решения могут быть использованы различные методы (метод северо–западного угла, симплекс–метод, метод минимального элемента и др.).

Оптимизация размещения компенсирующих устройств методами линейного программирования позволит значительно уменьшить перетоки реактивной мощности в электрических сетях угольных разрезов. Кроме того, при проведении на разрезах организационных мероприятий по компенсации реактивной мощности появляется возможность обеспечить дополнительное естественное снижение потребляемой реактивной мощности. К числу организационных мероприятий можно отнести замену малозагруженных силовых трансформаторов и асинхронных двигателей, ограничение длительности холостого хода, повышение качества ремонта электрооборудования и др. Как показали исследования, необходимость проведения подобных мероприятий обусловлена тем, что при снижении загрузки трансформаторов и асинхронных двигателей происходит значительное увеличение относительного потребления ими реактивной мощности [2, 3]. Уменьшение перетоков реактивной мощности приведет к снижению потерь электроэнергии в электрических сетях, повышению ее качества и будет способствовать реализации на угольных разрезах потенциала технологического энергосбережения.

Список литературы:

1. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Текст]: федер. закон : [принят Гос. Думой 11 ноября 2009 г.: одобр. Советом Федерации 18 ноября 2009 г.]. – (Актуальный закон).
2. Ефременко, В. М. Анализ влияния нагрузки силовых трансформаторов на потребление реактивной мощности [Текст] / В. М. Ефременко, Р. В. Беляевский // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2009. – № 6. – С. 46–48.
3. Беляевский, Р. В. Анализ влияния коэффициента загрузки асинхронных двигателей на потребление реактивной мощности [Текст] / Р. В. Беляевский // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2010. – № 6. – С. 66–69.

УДК 544.169;544.162;541.68

ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОПОРИСТЫХ СОРБЕНТОВ ИЗ УГЛЕЙ КУЗБАССА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

А.В. Бervено, В.П. Бervено

ООО «Сорбенты Кузбасса»

Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН

Пористые углеродные материалы – сорбенты, человечество использует на протяжении многих столетий. Углеродные нанопористые сорбенты используются для очистки воздуха, разделения газов (воздуха на кислород и азот; синтез–газ на водород и монооксид углерода, природный газ на метан и гелий и др.), детектирования и концентрирования метана, углекислого газа и вредных летучих органических соединений.

Особый интерес в прикладной области науки вызывают углеродные нанопористые материалы при использовании их в качестве подложки для суперконденсаторов нового поколения (ионисторов), электродов для литий–ионных аккумуляторов, в топливных элементах и аккумуляторах водорода. К свойствам таких материалов предъявляются жесткие требования, вызванные особыми условиями их эксплуатации. На рынке РФ существует дефицит подобных материалов из–за отсутствия их промышленного производства.

Методика получения эффективных углеродных нанопористых материалов из каменноугольного сырья – углей Кузбасса разрабатывается специалистами компании «Сорбенты Кузбасса» и института химии твёрдого тела и механохимии СО РАН. В нашей лаборатории разработаны научные основы получения углеродных молекулярных сит с заданными свойствами из различных углеродных материалов, проведены исследования различных углеродных материалов – предшественников.

Для устойчивого получения углеродных сорбционных материалов с требуемыми свойствами необходимо знание закономерностей формирования их нанотекстуры, а также связи её характеристик с сорбционными, кинетическими свойствами. Элементарные нанотекстурные фрагменты в углеродных материалах – волокнах и углях являются ассоциатами молекул аренов (графенов).

Промышленно значимым сырьём для производства активных углей традиционно являются древесные опилки, торф, антрациты, каменные и бурые угли. В последние годы все более активно используют природные материалы – скорлупы орехов, плодовых косточек, лузги зерновых культур и др. В настоящее время для получения эффективных сорбентов используются многие синтетические (полипропиленовые, полиэтиленовые и др.) и природных неорганических, органических и элементоорганических материалов (золы, кокс, силикагели, глины и др.).

Как известно, сорбционные свойства углеродных материалов определяются распределением пор по размерам, площадью поверхности, объемом микро- и мезопор, природой активных центров, а также зарядом на поверхности. Для изготовления суперконденсаторов и нанесения катализаторов наиболее пригодны мелкодисперсные малозольные порошковые углеродные материалы обладающие большим объемом микропор (размером 1–2 нм) – до $0,5 \text{ см}^3/\text{г}$, высокой площадью поверхности – до $1500\text{--}2500 \text{ м}^2/\text{г}$.

Окислительная активация исходных углей с получением широкопористых углеродных материалов происходит за счёт выгорания средней молекулы аренов в ассоциатах из трёх–пяти молекул – в элементарных нанотекстурных фрагментах (ЭНТФ) матрицы углеродных материалов [1, 2]. При такой обработке углей образуется сорбционный материал, который сохраняет гидрофильные компоненты, в результате также увеличивается пористость, сорбционно–кинетические характеристики и резко возрастает площадь поверхности. То есть в зависимости от степени обгара материала можно получать материалы с разными характеристиками.

Эффективность сорбционных углеродных материалов, определяется шириной щелевых пор, размером молекул аренов, боковые поверхности которых являются стенками пор (Рис.1.1 и Рис.1.2).

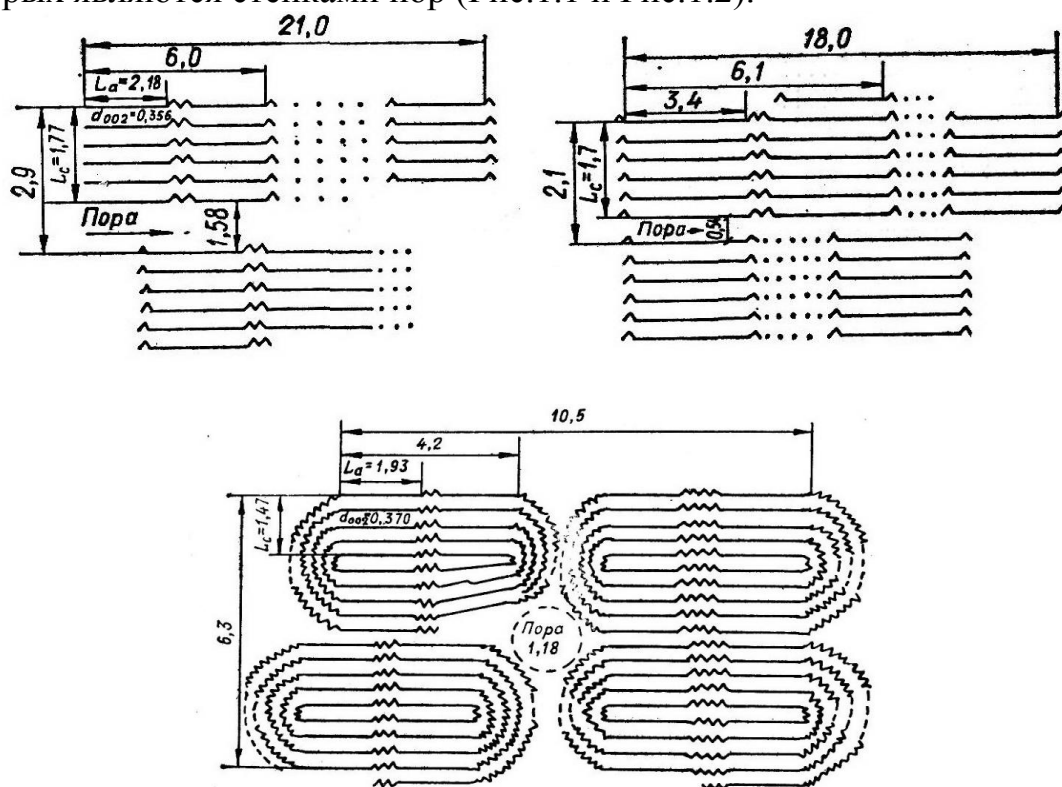


Рис. 1. Надмолекулярная структура в антрацитах, содержание углерода 91–95%.

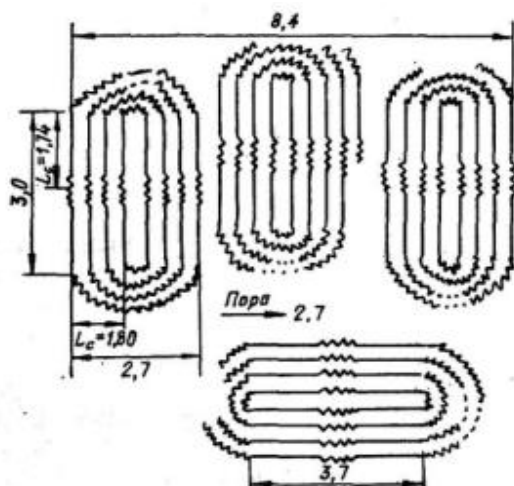


Рис. 2. Надмолекулярная структура в углях с содержанием углерода 80–90% [3].

На представленных рисунках видно, что поры, имеющиеся в исходных углеродных материалах, являются наноразмерными. Для улучшения свойств антрацитов и «раскрытия» графенов – плоскостей в исходных углеродных материалах проводили их термическую окислительную активацию.

Цель работы: Для определения оптимальных условий получения эффективных нанопористых сорбционных материалов из углей Кузбасса, изучали зависимость сорбционных свойств от температуры степени обгара исходного антрацита.

Объект исследования: углеродные нанопористые сорбционные материалы из углей Кузбасса, активированные в специальных условиях, с разной степенью обгара, с малой зольностью – около 2,5%.

Методика работы: Состав функциональных групп изучали по данным ИК–спектроскопии с Фурье–дифрактометром. Структуру и нанотекстуру, элементный состав полученных углеродных материалов исследовали с помощью электронного сканирующего микроскопа и энергодисперсионного спектрометра. Для изучения пористости использовали сорбцию в сорбент бензола, толуола, воды, метанола. Сорбционно–кинетические свойства также изучали с помощью газовой хроматографии (водорода, гелия, азота, кислорода, метана, монооксида углерода и их смесей). Распределение пор по размерам, объём микропор и площадь поверхности полученных материалов анализировали с помощью термодесорбметрии – в качестве сорбата использовали водород, углекислый газ и азот.

В результате работы: Были получены и изучены образцы сорбционных материалов из углей Кузбасса (зольность 2,5%), с разной степенью обгара. По данным ИК–спектроскопии и элементного анализа, при окислении наблюдается удаление алифатических и образование кислородсодержащих, в основном ОН– и СО–групп. При длительном высокотемпературном окислении на воздухе на микрофотографиях заметно появление трещин и большого числа мезо– и макропор.

Установлено, что сорбционная ёмкость и пористость полученных сорбентов увеличивается до обгара около 36,6%, далее с обгаром уменьшается, что говорит о схлопывании микропор и дальнейшим увеличением числа транспортных пор [4]. Сорбционные свойства присущи образцам с обгаром около 36%, усадка же антрацита в образцах с обгаром более 36,6% сопровождается разрушением частиц антрацита, что видно на микрофотографиях (Рис.3). Также на микрофотографиях видны каналы, которые расширяются со степенью обгара углеродного материала, их ширина колеблется от 1 до 30 микрон (транспортные поры).

Однако после некоторого уменьшения размеров пор, происходит их увеличение до размеров около 1–3 нм (по данным сорбции углекислого газа и азота на материал с помощью поромера – «Термосорб», метод – ТОЗМ).

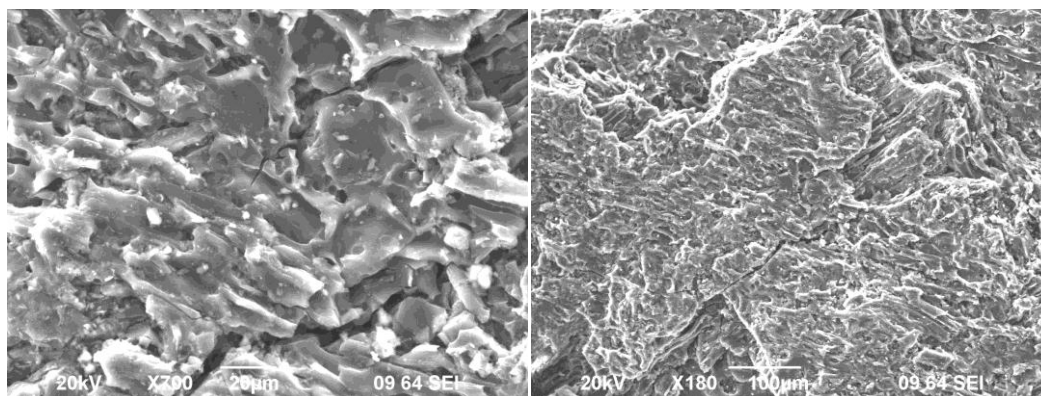


Рис.3. Микрофотографии образцов мезопористых материалов из антрацитов с обгаром более 40 %.

С помощью ИК–спектроскопии проводили анализ функциональных групп в полученных углеродных материалах и их состава. Благодаря характерным колебаниям молекул можно идентифицировать химический состав и предсказать структуру. По ИК–спектрам контролировали наличие ОН–групп и фенолов; ароматических соединений; ОН–замещённых ароматических С=С групп или С=О (по таблице Киселёва для углей и углеродных материалов).

Заключение: Синтезированы нанопористые углеродные материалы из антрацита и жирного угля. Изучены их свойства, показана перспективность их использования для получения новых суперконденсаторов.

Список литературы:

1. Stoeckli, F., Daguerre, E., Gulliot, A. // Carbon, 37, [12], 1999, P. 2075.
2. Бервено, А.В., Бервено, В.П. Исследование сорбционно–кинетических свойств углеродных молекулярных сит // Журнал «Физикохимия поверхности и защита материалов», Т.45, №4, 2009, С. 411–414.

3. Саранчук, В.И., Айруни, А.Т., Ковалев, К.Е., Надмолекулярная организация, структура и свойства угля, К., 1988.
4. Бервено, А.В., Бервено, В.П. Получение и исследование свойств углеродных ультрамикropористых материалов для разделения газов. // Журнал Ползуновский вестник, №3, 2009, С. 189–192.

УДК 62–567.2

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВУХСЛОЙНОГО ГИДРОЦИЛИНДРА ДЛЯ РАСЧЁТА НА ПРОЧНОСТЬ

Г.Д. Буялич, А.В. Михайлова

ГУ КузГТУ

Динамические процессы, происходящие в очистном забое вблизи секции механизированной крепи, могут привести к резкому повышению давления в поршневой полости гидростойки. Это, в свою очередь, приводит к повышенным радиальным деформациям стенок гидроцилиндра и потере работоспособности гидростойки.

Для исследования радиальных деформаций уплотняемой поверхности рабочего цилиндра от его параметров на кафедре горных машин и комплексов разработана плоская конечно–элементная параметрическая модель двухслойного гидроцилиндра, которая представляет собой две трубы, одетые одна на другую с натягом Δ (рис. 1). Здесь $D_{в1}$ и $D_{н1}$ – внутренний и наружный диаметр внутренней трубы, $D_{в2}$ и $D_{н2}$ – внутренний и наружный диаметр наружной трубы, Δ – натяг.

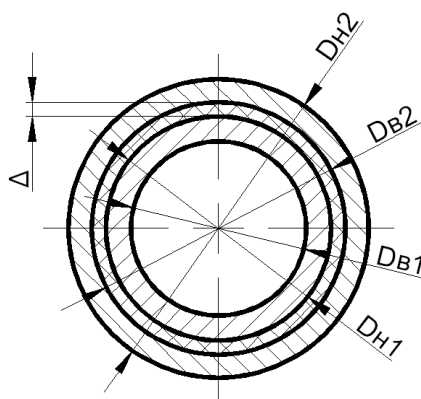


Рис. 1 Поперечное сечение двухслойного гидроцилиндра

Основными геометрическими параметрами модели являются (рис. 2): толщина стенки внутреннего цилиндра (S_1), толщина стенки наружного цилиндра (S_2), длина цилиндра (L), раздвижность (H), толщина днища (h). В качестве силового параметра задаётся давление в поршневой полости (P).

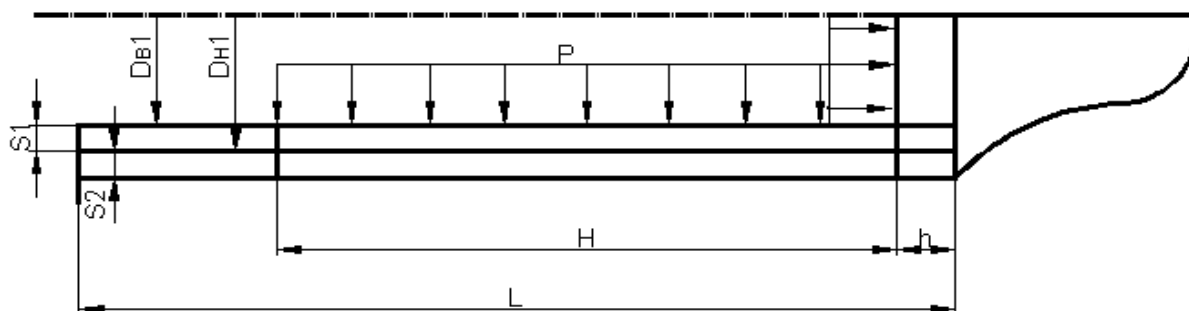


Рис. 2 Схема плоской параметрической модели двухслойного гидроцилиндра для крепи М144

При описании поведения материала под нагрузкой используется линейная модель с основным модулем деформации и коэффициентом Пуассона.

При построении двумерной осесимметричной конечно–элементной модели двухслойного гидроцилиндра размер ребра конечного элемента выбирается из условия $1/3$ толщины стенки гидроцилиндра [1].

На сопряжении внутреннего и наружного цилиндра создана контактная пара, при этом контактной поверхностью является наружная поверхность внутреннего цилиндра, а ответной внутренней поверхностью наружного цилиндра.

В качестве граничных условий задаются ограничения на перемещение опоры гидроцилиндра, а также внутреннего цилиндра относительно наружного в осевом направлении.

Давление рабочей жидкости в поршневой полости имитируется распределенной нагрузкой, которая прикладывается к внутренним поверхностям днища и стенок рабочего цилиндра на расстоянии H от дна соответствующей величине раздвижности.

Расчёт проводится в два этапа. Первоначально определяется контактное давление от действия натяга без приложения давления рабочей жидкости, а затем осуществляется расчёт цилиндра под нагрузкой.

Полученная модель даёт возможность определить напряжённо–деформированное состояние двухслойного гидроцилиндра в зависимости от заданных его геометрических и силовых параметров.

Список литературы:

1. Воеводин В. В. Оценка параметров гидростоек механизированных крепей методом конечных элементов: Дис. канд. техн. наук. – Кемерово, 2005. – 169 с.

ПРЕДПОСЫЛКИ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КЫРГЫЗСТАНА

А.Е. Воробьев, Д.К. Камчыбеков, Лоцев Г.В.

РУДН, г. Москва, Россия; Минприроды Кыргызстана, г. Бишкек,
Кыргызстан; Горно–технический колледж, г. Кызылкия, Кыргызстан

Научной основой подхода к проблеме и решению основных задач реструктуризации угольной отрасли Кыргызстана явился предшествующий богатый теоретический и практический опыт ученых, работавших в этом направлении в России, разных странах дальнего и ближнего зарубежья: А.Е. Воробьева, С.Б. Алиева, А.В. Астахова, А.С. Астахова, Е.Р. Говсиевича, М.М. Гурена, В.Л. Иноземцева, Г.Л. Краснянского, В.А. Кузнецова, С.Л. Климова, Г.И. Козового, Ю.Н. Малышева, Н.В. Мельникова, А.С. Некрасова, К.Н. Трубецкого, М.И. Щадова, В.И. Эдельмана, А.Б. Яновского и др.

Так, вопросами совершенствования систем разработки только одного Кызыл–Кийского месторождения угля занимались в разное время несколько комиссий и бригад. В частности, 1936 г. в Кызыл–Кия работала комиссия под руководством академика Л.Д. Шевякова, в 1938 г. – комиссия Главугля, а в 1939 и 1940 гг. – бригады научно–исследовательских институтов Кузбассугля и Московского научно–исследовательского института угольной промышленности. В 1946 г. был предложен проект освоения этого месторождения разработанный ВУГИ (при участии профессоров В.Ф. Парусимова, В.И. Барановского и др.).

В результате исследований этих и других ученых появилась возможность для выявления характерных национальных особенностей современной политики в угольной отрасли.

В частности, территориальное размещение угольных предприятий (шахт, разрезов) четко предопределено тем или иным местоположением угольных запасов (месторождений). Причем, их значительная часть обычно залегает в промышленно неразвитых регионах, что предопределяет повышенный уровень инфраструктурных, социальных и особенно – транспортных затрат.

При этом необходимо учитывать то, что выбор мест заложения новых угольных шахт существенно ограничен транспортным фактором. Так, в Кыргызстане на транспортные расходы приходится в среднем около 60% стоимости 1 т угля, оплачиваемой потребителем.

Основополагающее значение для угольной отрасли и ее экономики имеет громадное разнообразие горно–геологических условий залегания и природного качества угольных запасов. Ими, в первую очередь, определяются значительные (в 5–10 раз) различия в уровнях затрат и прибыльности отдельных действующих шахт и их участков. Так, шахты с наихудшими экономическими показателями характеризуются не столько плохой орга-

низацией производства, сколько особо сложными горно–геологическими условиями залегания угольных пластов.

Причем по мере эксплуатации любого угледобывающего предприятия горные работы все более опускаются вглубь земных недр. Это неизбежно сопровождается удлинением их всех производственных коммуникаций и, как результат, снижением общей производительности.

Подобные неблагоприятные изменения особенно явно проявляются на отдельных звеньях технологической цепочки угольной шахты (отбойка, вентиляция, транспортировка добытого угля и породы). В результате чего они становятся «узкими звеньями» в работе угольной шахты в целом. В итоге объемы добычи любой работающей шахты постепенно снижаются, а ее экономические показатели – ухудшаются.

Кроме этого, обычно принятыми проектами строительства угольных шахт предусматривают вскрытие и подготовку к выемке запасов только одного, верхнего добычного горизонта. Но по истечении 10–12 лет шахта, как правило, полностью отрабатывает данную часть угольных запасов. Поэтому к этому моменту на ней должны быть завершены вскрытие и подготовка следующего, нижерасположенного горизонта (чего, зачастую, не наблюдается).

Во многих случаях это означает осуществление большого комплекса горно–капитальных работ (именуемого *реконструкцией*) и вложения весьма крупных инвестиций (основная их часть затрачивается на горно–капитальные работы).

Поэтому периодическая реконструкция угольной шахты является не только (как в других отраслях экономики) средством ее экономически выгодного обновления, но и обязательным условием непосредственного физического существования.

Причем потребность в своевременном осуществлении реконструкции на угольной шахте лишь в незначительной степени зависит от чисто экономических соображений: она является категорическим императивом и не может отодвигаться «на потом», поскольку всегда весьма жестко связана с продвижением фронта горных работ.

Любой производственный объект (в том числе – угольные шахты) имеет свой определенный срок жизни $t_{сл}$ и неизбежно проходит цикл воспроизводства $t_{воспр}$. Цикл воспроизводства, помимо срока службы объекта, включает в себя еще и время на создание объекта, его заменяющего,

$$t_{стр2} : t_{воспр} = t_{сл} + t_{стр2}$$

Срок жизни угольной шахты начинается с момента ее ввода в эксплуатацию. В своем последующем развитии на протяжении периода $t_{сл}$ угольная шахта проходит одну за другой последовательные фазы своего развития и разделяющие их критические точки.

Применительно к угольной шахте (разрезу) указанные фазы именуют *периодами освоения* проектной мощности, стабильной эксплуатации и завершения отработки запасов шахтного (карьерного) поля.

Воспроизводственный цикл включает в себя все эти фазы плюс дополнительно еще период реализации работ по созданию нового объекта, который возьмет на себя функции выбывающего после его закрытия.

Возможны два альтернативных способа обновления промышленного потенциала угольной шахты – частичная и полная замена *принципиально* новым.

Частичное обновление обычно осуществляют в виде капитального ремонта объекта, проведение которого имеет целью восстановление (хотя бы частично) утраченной объектом работоспособности и продление срок его дальнейшей эксплуатации. Восстановленная работоспособность объекта дает возможность эффективно эксплуатировать его в течение еще одного цикла. По истечении второго цикла объект может быть восстановлен повторно, вследствие этого его можно эксплуатировать в течение еще одного цикла и т.д.

Однако после проведения нескольких капитальных ремонтов приносимый ими эффект начинает существенно уменьшаться: затраты на очередной ремонт неизбежно растут, а восстановление утраченной работоспособности объекта становится все более неполным.

В результате, после определенного числа ремонтов, становится более выгодным купить новый объект вместо выполнения очередного капитального ремонта. С учетом изложенного, жизненный цикл $t_{сл}$ таких объектов, как машины и оборудование, состоит из нескольких межремонтных циклов $t_{м.р.}$:

$$t_{сл} = t_{м.р1} + t_{м.р2} + \dots + t_{м.р.n}$$

Полное обновление промышленного объекта заканчивается завершением срока существования изношенного объекта $t_{сл}$, ликвидацией этого объекта и заменой его новым.

Конечный срок службы угледобывающего предприятия также довольно жестко ограничен имеющимися запасами угольного поля: средний срок службы шахты составляет около 40 лет.

УДК 622

РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КЫРГЫЗСТАНА НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИЙ

А.Е. Воробьев, Д.К. Камчыбеков, Г.В. Лоцев, Н.А. Пихота

РУДН, г. Москва, Россия; Минприроды Кыргызстана, г. Бишкек,
Кыргызстан; Горно–технический колледж, г. Кызылкия, Кыргызстан
Южно–Кыргызская геологическая экспедиция Минприроды Кыргызстана,
г. Ош, Кыргызстан;

Проф. С.Б. Алиевым (КарГТУ, Казахстан) по результатам исследований адаптированности горных технологий к усложняющимся горно–геологическим условиям была разработана технолого–экономическая мо-

дель угольной шахты и ее подсистем, отличающаяся от ранее известных не только учетом соотношения трудоемкости по процессам, но и времени между реконструкциями или модернизацией отдельных подсистем.

Технологическо-экономическая модель шахты (подсистем) представляет собой уравнение, описывающее суммарную трудоемкость по всем ее подсистемам и элементам с учетом индекса «старения технологии» в динамике за определенный лаг времени с момента достижения наилучших показателей.

Под «старением технологии» подразумевается то, что ранее принятые технологические решения со временем перестают соответствовать все усложняющимся горно-геологическим условиям и повышающимся требованиям к геотехнологической системе, в результате чего функционирование подсистем шахты характеризуется изменениями (как правило, ростом) трудоемкости. Очевидно, что наступает такой момент, когда дальнейшее увеличение трудовых затрат становится неэффективным или невозможным и тогда возникает необходимость реконструкции или модернизации всей подсистемы.

Таким образом, индекс «старения технологии» представляет собой интегрированный коэффициент адаптированности горной технологии к усложняющимся горно-геологическим условиям и отражает динамику изменения критериального показателя во времени.

Технологическо-экономическая модель имеет вид:

– для подсистем и элементов угольной шахты:

$$\sum_{i=1}^n T_{ij} = I_j \cdot T_{oj} \cdot n \quad I_j = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ij}}{T_{oj} \cdot n}$$

– для системы шахта:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m T_{ij} = I_{ш} \cdot T_o \cdot n \quad I_{ш} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m T_{ij}}{T_o \cdot n}$$

ограничения: $n \geq 10-15$ лет – цикл возникновения диспропорции и морального старения горной техники и технологии;

T_o – общешахтная трудоемкость в период достижения наибольшей производительности труда:

$$T_o, > 0; T_{ij}, > 0; I_{ш} > 0; T_{oj} \leq T_{ij};$$

область применения – действующие шахты;

– или в виде матрицы:

i/j	j_1	j_2	j_3	...	J_m
i_1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	...	T_{1m}
i_2	T_{21}	T_{22}	T_{23}	...	T_{2m}
i_3	T_{31}	T_{32}	T_{33}	...	T_{3m}
...
I_n	T_{n1}	T_{n2}	T_{n3}	...	T_{nm}

где: T_{ij} – трудоемкость j -ой подсистемы угольной шахты или ее элементов i -го года на 1000 т добычи, чел–см;

T_{0j} – трудоемкость j -ой подсистемы угольной шахты или ее элементов базового года, т.е. года достижения наименьшей трудоемкости после освоения проектной мощности или реконструкции, чел–см/1000 т;

i – 1, 2, 3... n – лаг, интервал времени между реконструкциями или модернизацией отдельных подсистем угольной шахты; за начало отсчета лага (базовый год) принимается год достижения наименьшей трудоемкости после реконструкции, модернизации или сдачи шахты в эксплуатацию;

$I_{i\omega}, I_j$ – индекс "старения технологии" угольной шахты, подсистемы;

j – 1, 2, 3... m – подсистемы или элементы шахты.

В настоящее время среди множества **технологических факторов** важное место имеют инновации (табл. 1), представляющие собой еще одно направление реструктуризации угольной отрасли, еще один значимый механизм повышения эффективности развития региона ресурсной специализации. Под ними понимают кардинальные нововведения в институциональный порядок функционирования, а также техническую, технологическую оснащенность и организационное устройство минерально–ресурсных отраслей.

По своей сути технологические новшества можно подразделить на два основных типа:

- 1) инновации прорыва;
- 2) инновации выравнивания.

Кроме того, по *срокам внедрения* в национальную экономику Кыргызстана инновации были сгруппированы следующим образом:

состоявшиеся – уже реализованные или реализуемые в угольной отрасли республики и обеспечившие значительный эффект в национальной экономике и социальной сфере;

обсуждаемые (возможно реализуемые) – проработанные специалистами до уровня технико–экономических обоснований и инвестиционных проектов;

перспективные – это также обсуждаемые специалистами инновации, но степень их проработанности для угольной отрасли Кыргызстана не так высока, как обсуждаемых; это более долгосрочные и менее очевидные инновации; эффект от их реализации пока оценивается исключительно на качественном уровне [1].

Таблица 1

Классификация технологических инноваций по их значимости

Класс	Инновация	Научно–техническая характеристика	Экономическая эффективность
I	Эпохальная	Появление основополагающей техники и технологии, использующих совершенно новый принцип работы	Неизмеримо большая
II	Пионерная	Появление ранее не существовавших техники и технологии	В сотни раз
III	Опережающая	Использование малоизвестных, опережающих решений	В десятки раз
IV	Новаторская	Существенное изменение отдельных элементов техники и технологии	В несколько раз
V	Модернизационная	Расширение модификаций базовых образцов техники и технологии или улучшение их отдельных качеств	На проценты
VI	Задерживающая	Продление цикла жизни устаревшей техники и технологии	Приносящая ущерб, %
VII	Псевдоинновации	Не развивающее технику и технологию	Приносящая ущерб, в несколько раз

По *объекту воздействия* все инновации подразделяется на следующие четыре группы:

институциональные, способствующие изменению норм и правил деятельности хозяйствующих субъектов в угольной отрасли;

технико–технологические, предусматривающие кардинальные изменения техники и технологии добычи и переработки угля;

организационные, направленные на создание новых эффективных форм хозяйствования и управления;

комплексные, объединяющие несколько видов инноваций.

В настоящее время наиболее масштабными (значимыми) для Кыргызстана, состоявшимися институциональными инновациями государственного уровня является использование в национальной угольной отрасли механизма частно–государственного партнерства.

Среди **обсуждаемых** инноваций имеется целый комплекс для поддержки угольной отрасли республики:

1) **технико–технологические** инновации, направленные на совершенствовании применяющихся систем и технологий подземной разработки угольных пластов, залегающих в весьма сложных горно–геологических условиях (значительные углы залегания, высокая нарушенность пластов, их кливажность и т.д.);

2) **институциональные** инновации, необходимые для увеличения объемов добычи угля шахтным и карьерным способом и обеспечения занятости населения, прилегающих к разработкам территорий;

3) *организационной* инновацией является мониторинг эффективности углебычи, с применением геоинформационных технологий, результаты которого необходимы для эффективного управления угольной отраслью (рис. 1).

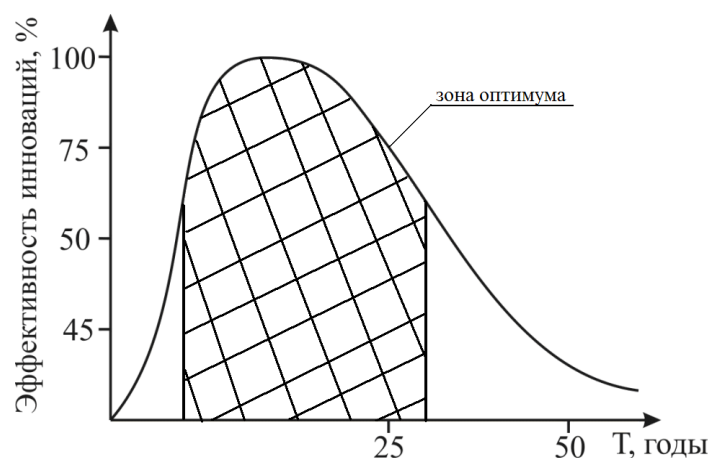


Рис. 1. Изменение эффективности технологических инноваций на угольных шахтах

Весьма значимой для национальной экономики Кыргызстана среди обсуждаемых технико–технологических инноваций является использование инновационных технологий глубокой переработки бурых и каменных углей, в целях получения энергетического газа, топливных брикетов, синтетического жидкого горючего (бензина, дизельного топлива, мазута и т.д.).

В результате чего, кроме самообеспечения республики практически всеми видами топлива на основе угля (добыча которого ведется около 180 лет), запасы которого довольно велики, но в последнее время масштабно не востребованы, начнется производство наукоемкой продукции – гуминовых кислот, горного воска, адсорбентов.

В итоге, благодаря инновациям, возникнут новые перерабатывающие производства, а также усилится диверсификация минерально–сырьевого комплекса, так как в рамках данного проекта потребуются добывать угля в 6 раз больше, чем добывается в настоящее время.

Комплексной перспективной инновацией для Кыргызстана является формирование современного горнопромышленного кластера (сначала как угольного, затем модифицированного в комплексный за счет развития металлургической и цементной промышленности), для чего в республике имеются и необходимые предпосылки: значительный ресурсный потенциал, резерв дешевой электроэнергии, существующие и строящиеся объекты инфраструктуры, подготовленные квалифицированные кадры и т.д.

Именно горно–промышленный кластер, благодаря консолидации минерально–сырьевых, финансовых, интеллектуальных и административных ресурсов, будет способствовать дальнейшей реализации технико–технологических и институциональных инноваций и послужит ядром ре-

структуризации минерально–сырьевого комплекса Кыргызской республики.

Список литературы:

1. Гальцева, Н.В. Реструктуризация экономики монопрофильного старопромышленного региона ресурсной специализации (на примере Магаданской области) / Н.В. Гальцева // http://dibase.ru/article/08022010_galtsevanv/7

УДК 662.612

МОДЕЛИРОВАНИЕ САМОНАГРЕВАНИЯ УГЛЯ С УЧЕТОМ ДЕЗАКТИВАЦИИ И ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ УГЛЯ

А.С. Ворошилов

ООО ВостЭКО, Кемерово

Известно, что изменение таких факторов как, дезактивация во времени, влагосодержание угля, радиус частиц угля, а также температуры оказывает сильное влияние на константу скорости сорбции кислорода с углем. И, как следствие, во многом определяет влияние на продолжительность инкубационного периода самовозгорания угля. Точное прогнозирование инкубационного периода является важнейшей задачей в вопросе повышения безопасности при добыче угля.

Общий вид зависимости константы скорости сорбции можно записать в виде:

$$U = F(T, r^{f_1(D)}, W, \tau^{-h})$$

где:

U – Константа скорости сорбции (мл/г*ч),

T – Температура (°C),

D – фрактальная размерность,

r – размер частиц (фракционный состав, мм),

W – Равновесная влажность воздуха (%),

τ – время (час).

h – показатель степени дезактивации угля во времени

1. Зависимость скорости реакции кислорода с углем от температуры.

Для расчета энергии активации угля применялось стандартное уравнение Аррениуса:

$$k = A \exp\left(\frac{-E}{RT}\right)$$

где

A характеризует частоту столкновения молекул

E – энергия активации

R – универсальная газовая постоянная

T – температура.

2. Зависимость скорости реакции кислорода с углем от радиуса частиц.

В работе [1] показано, что уголь имеет сложную фрактальную структуру. Размерность скорости химической реакции окисления угля в диапазоне радиусов проб угля от 50 до 1500 мк приблизительно равна 2.5. В то же время в интервале размеров частиц угля от 10 до 50 мк фрактальная размерность скорости химической реакции кислорода с углем начинает резко стремиться к 3. Данное явление говорит о том, что процесс окисления переходит из поверхностно–объемного к объемному, где роль пор с фрактальной размерностью 2.1 сходит на нет. Размеры частиц попадающие в диапазон от 10 до 100 мк, являются переходными между фрактальными размерностями окисления 3 и 2.5. Как было показано, константа скорости от радиуса частиц имеет сложную фрактальную зависимость, поэтому в предложенной модели она вводится именно так.

$$r^{(B_1 + B_2 \exp(B_3 r^2))}$$

где B_1, B_2, B_3 эмпирические константы.

3. Зависимость скорости реакции от влагосодержания угля.

Как известно изменение влагосодержания значительно влияет на константу скорости реакции. Необходимо отметить, что уголь является гидрофобной структурой и смачивается только на изломах и местах с разрушенной структурой. В результате смачивания уменьшается объем, меняется внутрипоровое давление, падает показатель дробимости, уменьшается константа скорости сорбции. Основной фактор влияющий на все эти изменения, это перепад влажности. В процессе сорбции влаги супермикропорами за счет поверхностного натяжения воды начинается процесс уменьшения свободного от влаги объема пор, что подтверждается экспериментальными результатами. Данные процессы напрямую связаны с внутрикапиллярными силами созданными водой, которая находится в порах. Давление на данной стадии заполнения пор может достигать 700 атмосфер, что приводит к физическому разрушению угля.

Из проведенных экспериментов зависимость константы скорости сорбции кислорода углем от влажности воздуха предложена в виде

$$A_0 \exp\left(\frac{-(w - A_1)^2}{A_2}\right) + \frac{A_3}{w - A_4} + 1$$

Где A_1, A_2, A_3 эмпирические константы

w – относительная влажность угля

4. Зависимость скорости реакции кислорода с углем от времени.

На рис. 1 представлен график дезактивации угля в кислородной среде. Прямыми экспериментами установлено, что зависимость константы от времени носит фрактальный характер τ^{-h}

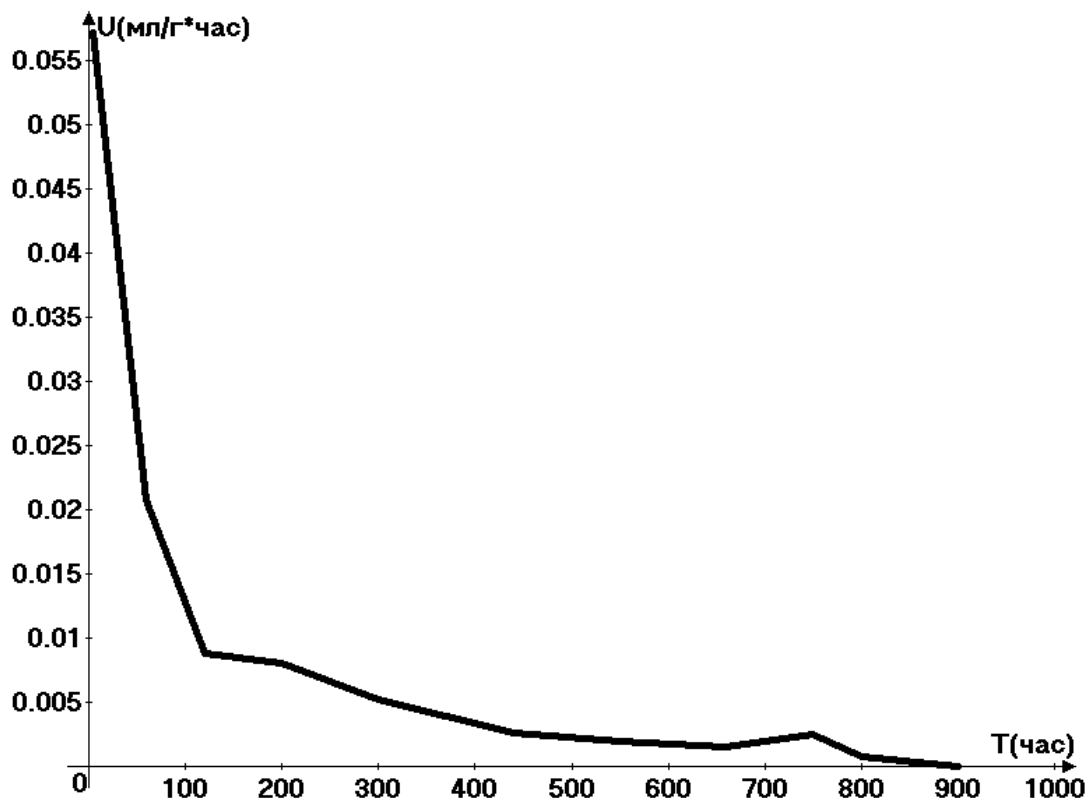


Рис. 1. Зависимость константы скорости реакции кислорода с углем в зависимости от времени

Стоит отметить, что продолжительное по времени нахождение угля в метане, после определенного периода, перестает давать эффект снижения химической активности. Константа скорости сорбции кислорода у образцов пробывших в метане менее продолжительное время (почти такое же, как и у образцов находивших в метане большее количество часов.

Предлагаемая ниже модель, позволит оценить продолжительность инкубационного периода самовозгорания угля с учетом дезактивации в кислородной и бескислородной среде, выноса влаги и активации константы скорости реакции кислорода с углем при достижении «критической влажности» угля. Как известно инкубационный период можно рассчитывать из уравнения теплового баланса. В предложенной модели также учитывается баланс влагосодержания угля и его дезактивации.

Инкубационный период равен

$$\tau_{инк} = \sum \Delta\tau \quad \text{при} \quad \sum \Delta T = T_{кр}$$

где $\Delta\tau$ – единичный отрезок времени, с; Принимается 9×10^5

ΔT – изменение температуры, град.

$T_{кр}$ – критическая температура самовозгорания угля, град.

Расчет инкубационного периода самовозгорания угля производится по интегральной формуле с эмпирическими коэффициентами

$$\sum \Delta\tau = \sum \frac{\Delta T}{Q^{ген} - Q^{вын} - Q^{исп}}$$

где: $Q_{ген}$ – скорость изменения температуры очага за счет генерации тепла при взаимодействии кислорода с углем, град/с;

$Q_{вын}$ – скорость изменения температуры очага за счет выноса тепла воздухом, град/с;

$Q_{исп}$ – скорость изменения температуры очага за счет выноса тепла испарением, град/с;

ΔT – изменение температуры скопления угля за единицу времени, град.

$$Q^{ген} = \frac{V_y \Pi q \bar{U} C_0 v}{(v + \bar{U} V_p \Pi) \gamma C_y V_y \Pi}, \text{ град/с} \quad (1)$$

где: V_y – объем угля, м³. Принимается – 1;

γ – плотность угля, кг/м³. Принимается – 1200;

Π – пористость угля, относительные единицы. Принимается – 0,7;

q – тепловой эффект окисления угля, Дж / м³. Принимается – 1.6×10^7 ;

\bar{U} – константа скорости сорбции кислорода воздуха углем, м³/(кг×с);

C_0 – концентрация кислорода, доли единиц. Принимается – 0,2;

v – скорость воздуха, м³/с;

C_y – теплоемкость угля, Дж/(кг×град). Принимается – 1300.

$$\bar{U} = U_0 \exp(-E/(R(T + \sum \Delta T))) \tau^{-h} f(w)$$

где: U_0 – начальная константа скорости сорбции кислорода воздуха углем, м³/(кг×с);

E – энергия активации, Дж/(моль) – 40000;

R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль×град);

T – начальная температура скопления угля, град;

$f(w)$ – активация константы скорости реакции при критической влажности (эмпирическая формула); доли единиц;

τ – время контакта воздуха с углем, с;

h – степень скорости дезактивации угля во времени, доли единиц. Принимается – 0,4–0,8.

$$U_0 = U_{\text{эк}} \times 3 \times 10^{-7} \times \exp\left(\frac{E}{RT}\right)$$

где: $U_{\text{эк}}$ – Экспериментально определённая константа скорости сорбции кислорода воздуха углем, $\text{м}^3/(\text{кг} \times \text{с})$;

$$f(w) = A_0 \exp\left(\frac{-(\frac{100W}{W_0} - A_1)^2}{A_2}\right) + 1, \quad (2)$$

где: W – текущая влажность угля, %;
 W_0 – начальная влажность угля, %. Принимается – 2–10;
 A_0 – эмпирическая константа;
 A_1 – эмпирическая константа;
 A_2 – эмпирическая константа.

$$Q_{\text{вын}} = \frac{\nu C_p \rho_v (T + \sum \Delta T - T_0)}{\gamma C_y V_y \Pi}, \text{ град/с} \quad (3)$$

где: C_p – теплоемкость воздуха, Дж/(моль \times град). Принимается – 1000;
 ρ_v – плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$. Принимается – 1,3;
 T_0 – начальная температура подаваемого воздуха, град.

$$Q_{\text{исп}} = \frac{\nu r \mu}{\gamma C_y V_y \Pi R (T + \sum \Delta T)} (P_y - \phi P_{H_2O}), \text{ град/с} \quad (4)$$

где: r – теплота испарения воды, Дж/м³. Принимается – $1,6 \times 10^{-7}$;
 μ – молекулярный вес воды, кг/моль. Принимается – 0,018;
 P_y – давление паров воды над углем, Н/м²;
 ϕ – влажность подаваемого воздуха, доли единиц. Принимается 0–1;
 P_{H_2O} – давление паров воды над водой, Н/м².

$$P_y = P_{H_2O} \exp\left(\frac{-45000\left(\left(\frac{W}{W_0}\right)^{0.1} - 1\right)}{RT}\right)$$

$$P_{H_2O} = P_{H_2O}^0 \frac{8.61(T - 273 + \sum \Delta T)}{273 + T + \sum \Delta T}$$

где: $P_{H_2O}^0$ – давление паров воды над водой при температуре 0 °С, Н/м².

$$W = W_0 - \sum \Delta W$$

где: ΔW – изменение влажности скопления угля за единичный отрезок времени, %.

Для расчетов в полученной модели использовались следующие данные:

$E - 40000$; $\Pi - 0.7$; $V_p - 1$; $q - 1.6 \cdot 10^7$; $C_p - 1000$; $C_0 - 0,2$; $v - 0.01$; $r - 1.6 \cdot 10^7$; $\gamma - 1200$; $\mu - 0.018$; $R - 8.3$; $\rho_v - 1.3$; $T_0 - 283$; $P_{H_2O} - 826$; $C_y - 1300$; $P_{H_2O}^0 - 600$; $\varphi - 0.1$ до 1 ; $W_0 - 2-10$; $\Delta\tau - 9 \cdot 10^5$ секунд ; $h - 0.5$

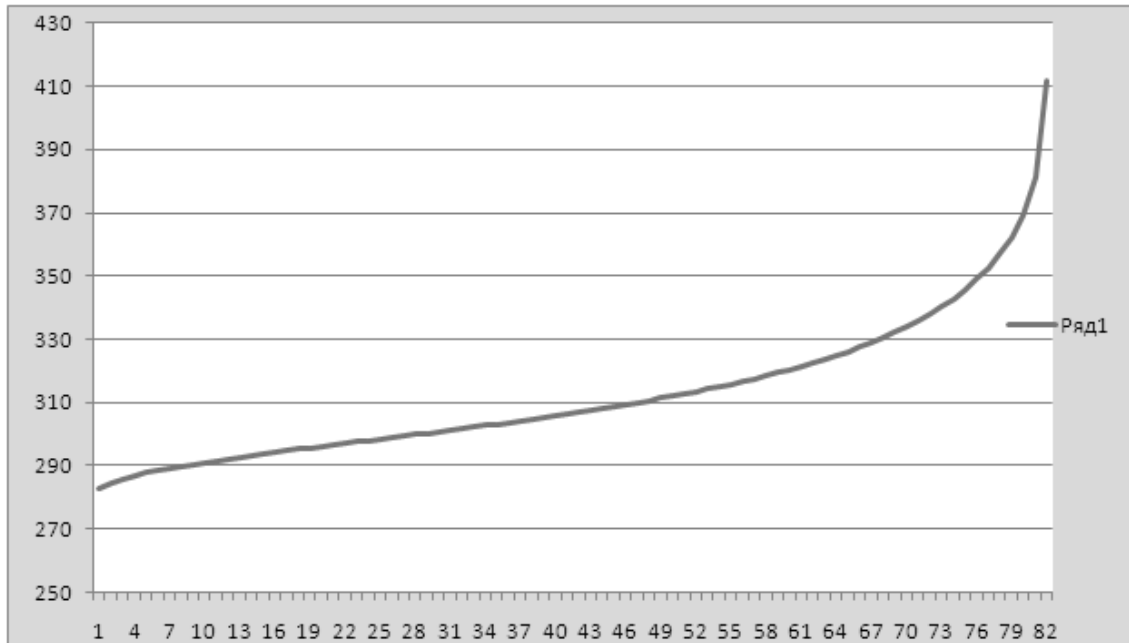


Рис.2. График расчета инкубационного периода при влажности подаваемого воздуха 100%. По оси ординат сутки. По оси абсцисс температура скопления угля

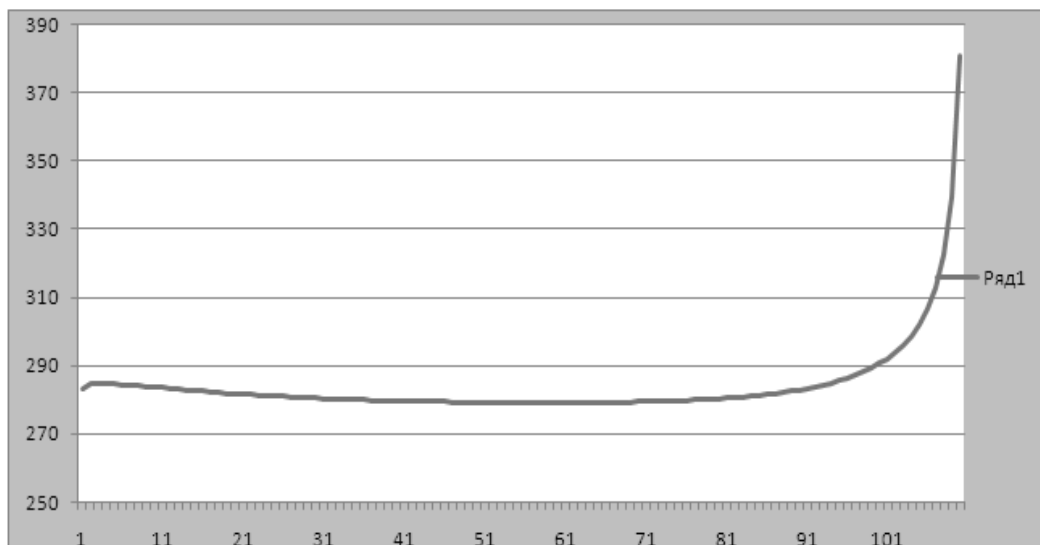


Рис.3. График расчета инкубационного периода при влажности подаваемого воздуха 10%. По оси ординат сутки. По оси абсцисс температура скопления угля

Как видно из графиков расчеты по предложенной модели дают приемлемые продолжительности инкубационного периода самовозгорания уг-

ля. Сопоставление графиков показывает, сколь значительно меняется инкубационный период при изменении влажности подаваемого воздуха.

УДК 622.232.72

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ НА ШАХТЕ КРАСНОЯРСКАЯ ОАО “СУЭК–КУЗБАСС”

М.П. Григорьев, Д.Е. Гончаров, А.М. Цехин
ГУ КузГТУ

Выемка угольных пластов на шахтах Кузбасса производится в разнообразных горно–геологических условиях. Это обуславливает использование большого количества типов и моделей как очистных комбайнов, так и рабочего инструмента. В настоящее время на основе разработанного ИГД им. Скочинского параметрического ряда резцов утвержден и действует отраслевой стандарт ГОСТ Р 51047–97 на параметры резцов. *Тангенциальные резцы* (типа Т) в зависимости от формы сечения хвостовика имеют исполнения: ТН – прямоугольной формы и ТП – круглой формы [1]. К достоинствам тангенциальных резцов относится то, что направление суммарного усилия, действующего на резец, близко к направлению оси резца, что снижает величину изгибающего момента и улучшает его условия работы.

В настоящее время на шахтах Ленинского района Кузбасса для оснащения исполнительных органов очистных комбайнов широко используются тангенциальные поворотные резцы (ТПР). Тангенциальные поворотные резцы для очистных комбайнов выпускают: ООО “Горный инструмент” (серия РШ), ООО “Кузнецкий машиностроительный завод” (серия РС), ОАО “Гидромаш” (серия РГ), ОАО “Копейский машзавод” (серия ПС и РКС), ЗАО “Белтехнология и М” (серия UZ), ЗАО СП “Пигма–Кеннаметал” (серия РГ и G), фирма “РУМ–Сервис” (серия RG), ОАО “Кировоградский завод твердых сплавов” (серий D, G, J, K, M, N, P, Q, R, Z, Y, X), фирма “Kennametal” (серия U и AM). Отечественные тангенциальные поворотные резцы изготавливают следующих типоразмеров: ТП25, ТП30, ТП32.

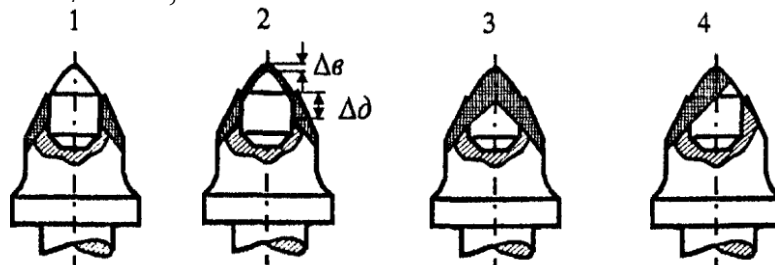


Рис. 1. Формы износа поворотных резцов

ООО “Горный инструмент” г. Новокузнецк серийно выпускает резцы ТПР серии РШ, которые широко применяются на исполнительных органах очистных комбайнов. В результате испытаний резцов ТПР разных типоразме-

ров [2,3] были установлены четыре основные формы их износа (рис.1, 2). Характерная особенность **первой** из них заключается в том, что в процессе разрушения пород практически изнашивается только головка державки, в результате обнажается твердосплавная вставка и после достижения определенной высоты обнажения происходит ее поломка. Такая форма износа наиболее характерна при разрушении пород прочностью $\sigma_{сж} \leq 30\text{--}40$ МПа и абразивностью $a \leq 5\text{--}6$ мг. **Вторая форма** износа отличается тем, что одновременно изнашиваются и головка державки и вставка, но интенсивность изнашивания головки державки выше. Разница в интенсивности изнашивания может быть достаточно значимой в зависимости от прочности и абразивности пород. Такая форма износа характерна для пород по прочности $\sigma_{сж} < 30\text{--}90$ МПа и абразивности $a < 6\text{--}20$ мг. Особенность **третьей формы** износа заключается в примерно одинаковой интенсивности изнашивания и головки, и вставки. Эта форма износа наиболее часто встречается при разрушении пород повышенной прочности $\sigma_{сж} > 90$ МПа и абразивности $a > 20$ мг. В практике встречается и **четвертая форма** износа – односторонняя, обусловленная заклиниванием хвостовика резца в отверстии резцедержателя.

Резцы серии РШ ООО «Горный инструмент» разработаны под конкретные горно-геологические условия: **Л** – легкие для угля крепостью $f = 0,8\text{--}2$; **С** – средние для угля с прослойками породы крепостью $f = 2\text{--}5$; **Т** – тяжелые для угля с прослойками породы $f = 2\text{--}5$ и твердыми включениями $f = 5\text{--}8$; **СТ** – сверхтяжелые для угля с прослойками породы $f = 2\text{--}7$ и твердыми включениями $f = 7\text{--}10$.

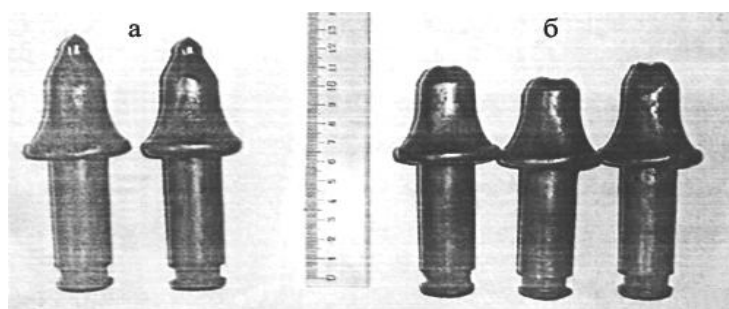


Рис. 2. Первая форма износа резцов РШ25–65/12СК: а – до установки на исполнительный орган; б – после снятия с исполнительного органа

Опыт эксплуатации конструкций ТПР показал, что для разрушения только угля целесообразно использовать резцы с вогнутой головной частью, что существенно уменьшает усилие резания, пылеобразование, удельный расход инструмента, энергоемкость процесса и время на замену резцов (рис.3, серия Л). Для разрушения породных присечек и твердых включений (аргиллит, алевролит, песчаник, колчедан), целесообразно, с целью повышения стойкости инструмента, использовать резцы ТПР с выпуклой головной частью резца (рис.3, серии Т и СТ).

В Кузбассе 61,6% пластов насыщены крепкими породными прослойками и твердыми включениями, которые в 3–7 раз превосходят прочностные характеристики углей, поэтому имеет место большой удельный расход резцов ТПР (шт./1000 т). В данном докладе предлагаются схемы работы очистного комбайна, которые позволяют уменьшить нагрузки на исполнительных органах очистных комбайнов, повысить их производительность, уменьшить удельный расход ТПР. На рис. 4 представлены схемы возможной работы шнековых исполнительных органов очистного комбайна 4LS20 на шахте Красноярская ОАО «СУЭК–Кузбасс».

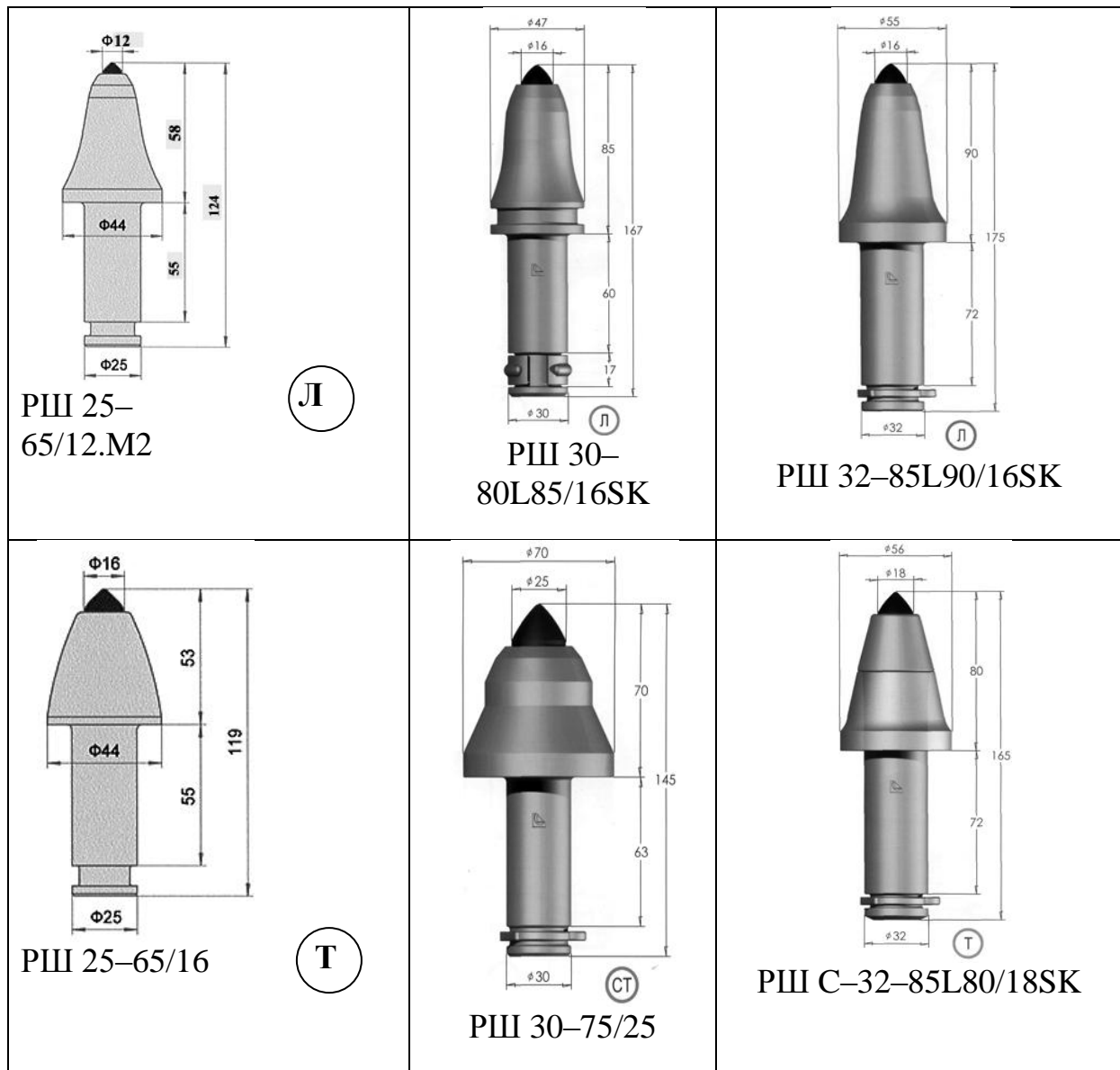


Рис.3 Тангенциальные поворотные резцы ООО «Горный инструмент»

Авторами предлагается для легких условий разрушения угля использовать резцы ТПР: РШ 25–65/12.M2, РШ 30–80L85/16SK, РШ 32–85L90/16SK (рис.3, легкая серия). Эти резцы имеют вогнутую головную часть с не-

большим поперечным сечением, что обеспечивает минимально возможное усилие резания и пылеобразование, максимальный сортовой состав угля и минимальный удельный расход инструмента, так как эти резцы рекомендуются ООО «Горный инструмент» преимущественно для разрушения угля. На рис. 4. этим инструментам предлагается оснащать только передние шнеки. Для оснащения задних шнеков при тяжелых условиях предлагается использовать резцы ТПР ООО «Горный инструмент»: РШ 25–65/16, РШ 30–75/25, РШ С–32–85L80/18SK (рис.3, тяжелая и сверхтяжелая серии), которые имеют выпуклую поверхность головной части инструмента, обладают повышенной стойкостью и обеспечивают эффективное разрушение угля с присечками породы и твердыми включениями. Так как заднему шнеку остается небольшая по мощности пачка угольного пласта, то разрушение присечки породы будет происходить с меньшей энергоемкостью.

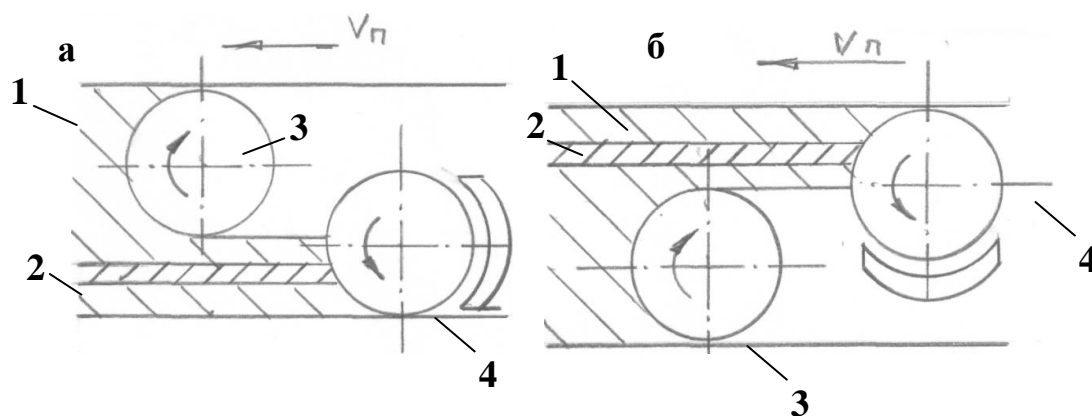


Рис. 4. Схемы выемки очистным комбайном 4LS20 угольного пласта с прослойками породы: а – у почвы пласта; б – у кровли пласта; 1 – угольный пласт; 2 – породный прослой; 3 – передний шнек; 4 – задний шнек

На рис. 4,б задний шнек работает с коэффициентом ослабления забоя, судя по расчетам [4], $k_{ос} = 0,64–0,68$, что существенно облегчает разрушение прослойки породы. Применение разнотипных резцов типа РШ ООО «Горный инструмент», тем не менее не вызывает проблемы для шахты Красноярская ОАО «СУЭК–Кузбасс», так как хвостовики резцов имеют одинаковый стандартный диаметр или 25, или 30, или 32 мм. Это позволяет производить закупки данных типов резцов на одном предприятии, расположенном в г. Новокузнецке.

Для средних условий на шнеке разрушающем уголь с прослойками породы $f=2–5$ целесообразно устанавливать резцы серии С.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 51047–97. Резцы для очистных и проходческих комбайнов. Общие технические условия.– М.: Госстандарт России, 1997.– 20 с.
2. Леванковский, И.А. Научные основы создания высокоэффективных инструментов для разрушения горных пород и породосодержащих композитов: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – М., 2000. – 34с.

3. Белич, Е.В. Испытание нового горно–режущего инструмента в шахтах Воркуты / Е.В. Белич, Л.М. Гусельников, Д.А. Задков, А.А. Подосенов // Горное оборудование и электромеханика. – 2007. – № 8. – С. 2–5.
4. Солод, В.И. Проектирование и конструирование горных машин и комплексов: Учебник для вузов/ В.И.Солод, В.Н. Гетопанов, В.М.Рачек. – М.: Недра, 1982. – 350 с.

УДК 628.94.03.044.14

КОНЦЕПЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Т.Л. Долгопол
ГУ КузГТУ

В структуре энергопотребления административных зданий доля расхода электроэнергии на освещение достигает 70–80%. Именно поэтому проблема экономии электроэнергии, потребляемой в осветительных установках общественных помещений, наиболее актуальна.

Как показывают исследования, имеется реальная возможность практически вдвое снизить расход электроэнергии без ухудшения условий освещения за счет совершенствования средств и способов освещения, реконструкции действующих установок и организации их правильной эксплуатации.

Повышение энергоэффективности осветительных установок (ОУ) неразрывно связано с задачей комплексного снижения затрат в ОУ, так как для любого потребителя важно не только снижение энергоемкости, но и срок окупаемости затрат на новую или реконструируемую ОУ.

Структура стоимостных показателей в любой ОУ складывается следующим образом:

- капитальные затраты на осветительные приборы (ОП) и источники света (ИС) — $10 \pm 15\%$;
- затраты на монтаж и обслуживание ОП — 15%;
- стоимость электроэнергии — $70 \pm 75\%$.

Энергоэффективной следует считать такую ОУ, которая создает высококачественное освещение и сохраняет свои характеристики на протяжении длительной работы при наименьших капитальных и эксплуатационных затратах, в том числе при минимальном электропотреблении.

При выборе ламп и светильников для освещения общественных помещений необходимо учитывать характеристики ИС и ОП, которые оказывают влияние на энергоэффективность ОУ.

Одним из способов повышения энергоэффективности осветительных установок является использование экономичных источников света. Экономичность ИС характеризуется их световой отдачей (Н), то есть величиной

светового потока, генерируемого лампой с каждого ватта потребляемой мощности:

$$H = \frac{\Phi_l}{P_l}, \text{ лм/Вт}, \quad (1)$$

где: Φ_l — световой поток лампы, P_l — мощность лампы.

По существу, световая отдача — это коэффициент полезного действия лампы, выраженный в световых величинах. При равенстве остальных показателей световая отдача является решающим фактором при выборе источника света.

Показателем экономичности ламп является и срок службы, определяющий время их окупаемости.

Для освещения общественных помещений традиционно используются трубчатые люминесцентные лампы (ЛЛ), реже лампы накаливания (ЛН) и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). Сегодня на рынке источников света трубчатые ЛЛ представлены, в основном, тремя сериями: Т12 (диаметр трубки 38 мм или 1 1/2 дюйма), Т8 (диаметр 26 мм или 1 дюйм) и Т5 (диаметр трубки 16 мм или 5/8 дюйма).

Использование новейшего поколения люминесцентных ламп серии Т5 — это одно из наиболее перспективных направлений повышения энергоэффективности ОУ.

Люминофор в этих лампах защищен тонкой пленкой от попадания на него частиц ртути, активирующего покрытия и вольфрама с электродов. Благодаря этому конструктивному решению исключается «отравление» люминофора, что приводит к значительному увеличению срока службы ламп и обеспечивает высокую стабильность светового потока в течение всего периода эксплуатации.

Степень уменьшения светового потока источников света в процессе эксплуатации также оказывает влияние на энергоэффективность ОУ, так как это вызывает необходимость вводить коэффициент запаса при проектировании осветительных установок для обеспечения требуемых норм освещенности в течение всего срока службы ламп.

Снижение светового потока ламп серии Т5 через 10000 часов эксплуатации составляет 5% против 46% для ламп серии Т12. Срок службы ламп Т5 составляет 40000 часов, в то время как для ламп серий Т12 и Т8 срок службы в четыре раза меньше (10000 часов). Следует отметить, что при использовании для ламп серии Т8 электронных пускорегулирующих аппаратов (ЭПРА), их срок службы увеличивается вдвое и составляет 20000 часов.

Светоотдача ламп серии Т5 достигает 104 лм/Вт. Для ламп серии Т12 максимальная световая отдача составляет 65 лм/Вт, для Т8 — 75 лм/Вт. Кроме этого лампы серии Т5 работают только с электронными пускорегу-

лирующими аппаратами, в которых потери мощности в 2 раза меньше, чем в электромагнитных ПРА.

В последние годы лампы серии T5 активно вытесняют лампы T8, и, тем более, люминесцентные лампы серии T12, которые уже перестали выпускаться ведущими светотехническими компаниями. Масштабы внедрения ламп серии T5 настолько велики, что в Великобритании и Германии от общего объема выпуска люминесцентных ламп они составляют около 30%, в Швеции – 70%, а в США – 40%.

К сожалению, отечественные производители все больше отстают от ведущих мировых компаний, продолжая массовое производство устаревших ламп серии T12, ориентированных на энергетически неэффективный электромагнитный ПРА, в то время как в Европе, США и многих других развитых странах производство электромагнитных ПРА запрещено с 2002 года.

Кроме световой отдачи, на энергоэффективность люминесцентных ламп влияет цветность их излучения, которая характеризуется цветовой температурой — $T_{цв}$, измеряемой в кельвинах, и индексом цветопередачи (R_a). Чем выше значение R_a , тем лучше качество цветопередачи. Анализ рынка люминесцентных ламп показал, что стоимость лампы определяется в первую очередь её мощностью, то есть цветность излучения лампы не влияет на ее цену.

При одинаковой мощности, лампы с лучшей цветопередачей имеют меньшую световую отдачу. Например, лампа белого света ЛБ–18 имеет светоотдачу 58,8 лм/Вт, а лампы дневного света такой же мощности (ЛД–18) 48,4 лм/Вт. Поэтому применять лампы с очень высоким значением R_a (>90) целесообразно только там, где это действительно необходимо (например, в цветной полиграфии).

Светоотдача увеличивается также с повышением мощности лампы. Например, лампа ЛБ–36 имеет светоотдачу 77,8 лм/Вт, что на треть больше, чем аналогичная лампа мощностью 18 Вт. Следовательно, экономичнее использовать одну лампу белого света мощностью 36 Вт, чем две аналогичные по характеристикам лампы мощностью по 18 Вт, т.к. с каждого ватта потребляемой мощности будет создаваться больший почти на 20 люмен световой поток.

Для оценки степени влияния цветности излучения люминесцентных ламп на энергоэффективность ОУ, были произведены расчеты освещения для общественных помещениях с нормой освещенности 400 лк (наиболее распространенной для общественных помещений).

При одинаковой норме освещенности энергоэффективность ЛЛ разной цветности излучения можно оценить по удельной мощности, Вт/м². По результатам расчета освещения выяснилось, что при использовании ЛЛ серии T8 мощностью 18 Вт белого света вместо таких же ламп дневного света удельная мощность ОУ уменьшается на 3,55 Вт/м². При условии, что

в год в среднем ЛЛ в общественных помещениях горит около 1500 часов получается, что годовые затраты на электроэнергию с каждого квадратного метра площади уменьшатся на 5,33 кВтч.

Для ламп мощностью 36 Вт удельная мощность ОУ меньше при использовании ламп белого света на 2,66 Вт/м² по сравнению с лампами дневного света, что приводит к уменьшению электропотребления с каждого м² площади на 4,5 кВтч.

Из расчетов также следует, что удельные затраты электроэнергии при использовании ЛЛ мощностью 36 Вт почти на 1,5 кВтч меньше, чем при использовании ламп мощностью 18 Вт той же серии и одинаковой цветности излучения.

При использовании ламп серии Т5 вместо серии Т8 с одинаковой цветностью излучения удельная мощность уменьшается на 4,1 Вт/м². Экономия электроэнергии составит 6,15 кВтч/м².

Таким образом, анализ влияния характеристик ИС на энергоэффективность ОУ, показал, что для экономии электрической энергии на освещение общественных помещений при проектировании ОУ следует выбирать современные ЛЛ белого света.

На энергоэффективность освещения оказывают влияние КПД светильников и кривая силы света (КСС), являющаяся характеристикой распределения светового потока в пространстве. КПД светильника определяется по формуле:

$$\eta = \frac{\Phi_{св}}{\Phi_{л}} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где: $\Phi_{св}$ — световой поток, выходящий из светильника; $\Phi_{л}$ — световой поток лампы.

КПД светильников зависит от степени защиты (IP) ОП: чем выше степень защиты, тем меньше КПД. Так как в общественных помещениях нормальная окружающая среда, то экономически целесообразнее использовать открытые светильники с минимальной степенью защиты IP20.

Анализ рынка светильников для общественных помещений показал, что наиболее распространены в каталогах российских и зарубежных производителей светотехнической продукции светильники с косинусной (Д) и глубокой (Г) типами КСС.

Для оценки влияния светораспределения светильников на энергоэффективность ОУ был произведен расчет освещения с использованием одинаковых ламп в светильниках с разными типами КСС и одинаковым КПД, равным 60 %.

Результаты расчета показали, что экономичнее использовать для освещения общественных помещений светильники с глубокой КСС.

При использовании светильников с КСС типа Г удельная мощность ОУ меньше на 2,67 Вт/ м² при норме освещенности 400 лк, чем при использовании светильников с косинусной кривой силы света.

Для оценки степени влияния КПД светильников на энергоэффективность осветительных установок произведен расчет освещения при использовании светильников, имеющих глубокую КСС, с разными коэффициентами полезного действия: 55, 60, 66 и 70 %.

Анализ результатов расчета показал, что при увеличении КПД светильника на 10% удельная мощность ОУ уменьшается в среднем на 1,5 Вт/ м².

Таким образом, анализ влияния характеристик ИС и светильников на энергоэффективность ОУ, показал, что при проектировании новых или при реконструкции действующих осветительных установок общественных помещений, возможно получить экономию электроэнергии свыше 20 кВтч с каждого метра квадратного площади в год при норме освещенности 400 люкс, если учитывать светотехнические и энергетические параметры ламп и светильников.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261–ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности».
2. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под ред. Г.М. Кнорринга. – Санкт–Петербург: Энергоатомиздат, 1992. – 447 с.
3. Светотехника. Краткое справочное пособие. Световые технологии. Москва, 2007. – 167 с.

УДК 621.311.031.004.18

ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Т.Л. Долгопол, Д.С. Ауров
ГУ КузГТУ

Постоянное увеличение тарифов на электроэнергию вынуждает предприятия, в том числе и угольные шахты, более экономно и рационально использовать энергетические ресурсы. Согласно Федеральному закону «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» от 23.11.2009 № 261–ФЗ, организации, осуществляющие добычу угля, должны провести первое энергетическое обследование до 31 декабря 2012 года, а последующие энергетические обследования проводить не реже одного раза каждые пять лет.

Энергетическое обследование производится с целью определения показателей энергетической эффективности шахты или разреза в целом

или отдельных технологических процессов на них и разработку мероприятий по энергосбережению с оценкой их стоимости.

По результатам энергетического обследования составляется энергетический паспорт, в котором должен быть указан перечень типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Существует много различных способов уменьшения потерь электроэнергии на различных ступенях системы электроснабжения угольных предприятий: при трансформации, передаче, распределении и потреблении электрической энергии. Одним из способов повышения энергоэффективности горного производства является оптимизация работы силовых трансформаторов и электродвигателей.

При работе асинхронных двигателей и трансформаторов в режиме недогрузки снижается коэффициент мощности и возрастает потребление реактивной энергии, а учитывая значительную разветвленность и протяженность электрических сетей на горных предприятиях, это приводит к значительным потерям электроэнергии. Перетоки реактивной мощности в электрических сетях вызывают не только дополнительные активные потери (что приводит к уменьшению пропускной способности сетей), но и снижение качественных показателей электрической энергии. В некоторых электроустановках реактивная мощность может быть значительно больше активной.

Для оценки влияния нагрузки силовых трансформаторов на потребление ими реактивной мощности рассмотрим график зависимости (рис.1.) коэффициента реактивной мощности ($tg\varphi$) от коэффициента загрузки трансформатора (β).

Анализ графика показывает, что в диапазоне нагрузок от 30 до 100 % номинальной мощности коэффициент реактивной мощности трансформаторов изменяется весьма незначительно. При нагрузке трансформаторов менее 30 % номинальной мощности потребление ими реактивной мощности существенно увеличивается.

Основными потребителями электрической энергии на горных предприятиях является электродвигатели. Если двигатели перегружены, то они быстро выходят из строя, если они недогружены, то двигатели работают неэффективно: снижается коэффициент полезного действия и коэффициент мощности.

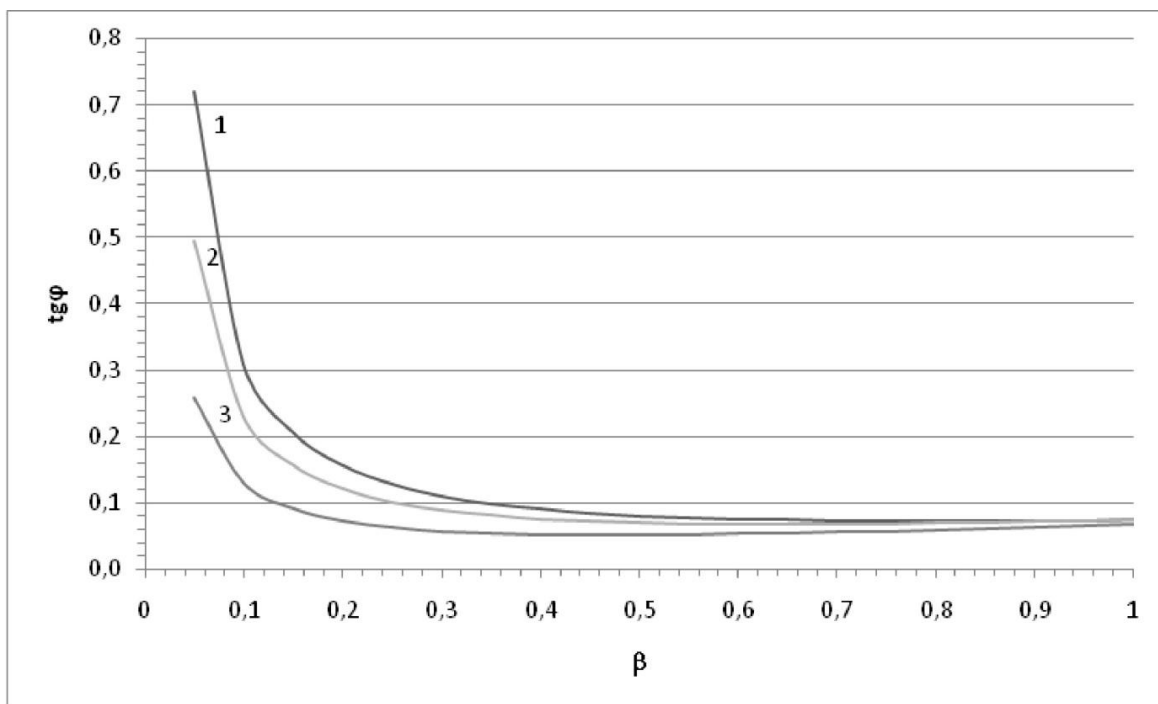


Рис. 1. Графики зависимости $\text{tg}\varphi = f(\beta)$ для трансформаторов типа ТМ:
1 – 25 ÷ 100 кВА; 2 – 160 ÷ 630 кВА; 3 – 1000 ÷ 2500 кВА

Экономия электроэнергии за счёт оптимизации работы электродвигателей можно получить, проводя нижеуказанные мероприятия.

Многие электродвигатели работают с неполной нагрузкой. Средний уровень эффективности использования двигателей составляет 50%. Следовательно, имеется возможность регулирования количества потребляемой электроэнергии двигателями в процессе их работы за счет повышения коэффициента загрузки.

Например, заменять малозагруженные двигатели двигателями меньшей мощности или на двигатели той же мощности, но с улучшенными характеристиками.

При замене двигателя двигателем меньшей мощности часто потери активной мощности из-за более низкого номинального КПД нового двигателя могут остаться неизменными или же увеличиться, а потребление реактивной мощности в ряде случаев уменьшиться. Поэтому необходимо провести технико-экономический расчёт, который определит целесообразность замены двигателя.

Как правило, в ряде случаев, при снижении мощности двигателя, в среднем на 40%, потребление им реактивной мощности снижается на 20–25% (зависит от конструкции и типа двигателя). В дополнение к этому, при выборе двигателя с меньшей мощностью, появляется возможность достижения оптимального коэффициента его загрузки, при котором коэффициент активной мощности и коэффициент полезного действия будут максимальными для двигателя данной модификации.

Как показывают исследования, двигатель целесообразно заменять при коэффициенте загрузки менее 45%. При загрузке двигателя на 45..70% от номинальной мощности для определения целесообразности его замены требуются технико–экономические расчеты. При загрузке двигателя более чем на 70%, его замена нецелесообразна.

Следующим мероприятием по экономии электроэнергии является ограничение времени работы двигателей на холостом ходу. Оно осуществляется на практике с помощью автоматических ограничителей холостого хода.

На рис. 2. приведена построенная эмпирическая зависимость потерь электроэнергии от времени простоя для двигателя с характеристиками: $P_n=5,8$ кВт; $\cos \varphi_n=0,86$; и при заданных параметрах его рабочего процесса: нагрузка двигателя $P_n=1,25$ кВт; число технологических циклов в час $z = 38$.

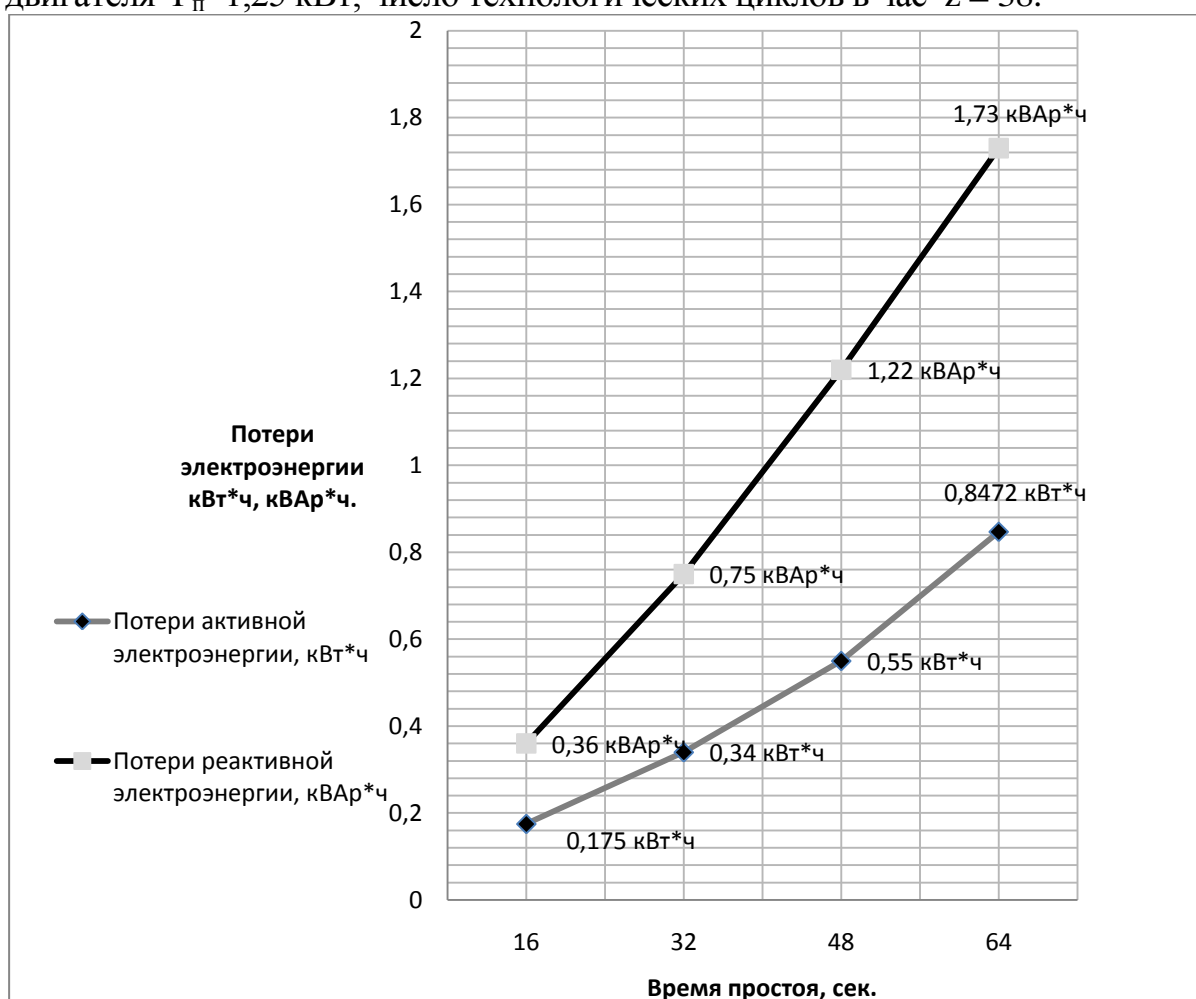


Рис. 2. Зависимость потерь электроэнергии от времени простоя

Если время простоя превышает 10 секунд, применение ограничителей холостого хода дает экономию активной и реактивной энергии, которая зависит от: коэффициентов эффективности, определяемых из диаграмм, номинальной мощности двигателя, числа технологических циклов в час, продолжительности времени простоя. Как следует из графика, чем больше время

работы двигателя на холостом ходу или с низким коэффициентом загрузки, тем больше потери электрической энергии.

Значительной экономии электроэнергии (10–15%) можно достичь за счет использования частотного регулирования работы электроприводов.

Повышение качества ремонта асинхронных двигателей также снижает потери мощности в них. Выпуск из ремонта двигателей с большой неравномерностью загрузки отдельных фаз, с эксцентриситетом и конусностью ротора, с увеличенным током холостого хода, с отклонением от заводских характеристик и т.д. вызывает значительное повышение потребления двигателями реактивной мощности из сети, а также может стать источником высших гармоник.

Таким образом, реализация данных мероприятий по экономии электрической энергии повысит энергоэффективность горных предприятий.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261–ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности».
2. Ефременко, В.М. Анализ влияние нагрузки силовых трансформаторов на потребление реактивной мощности / В.М. Ефременко, Р.В. Беляевский // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2009. № 6. С. 4648.
3. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Интермет Инжиниринг, 2005. – 672 с.

УДК 622.621.31–213.34:622.86

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В.М. Ефременко, В.М. Друй, А.А. Шевченко
ГУ КузГТУ

Исследование безопасного применения взрывозащищенного электрооборудования в подземных выработках угольных шахт предполагает комплексный подход к данной проблеме. При этом необходимо учитывать и различные условия эксплуатации оборудования в горных выработках шахт в зависимости от горно–геологических условий и технологических особенностей работы электрооборудования, учитывающих передвижной или стационарный характер его эксплуатации. Эксплуатационное обеспечение безаварийной работы электрооборудования предполагает расчет и определение параметров технической эксплуатации, и подготовку необходимой для этого технической документации. Организация эксплуатационного обеспечения предусматривает решение следующих задач: оценку фактического уровня взрывобезопасности электрооборудования и прогнозирование межремонтных циклов; планирование объемов текущего технического обслу-

живания; планирование запасных частей, материалов и механизмов; расчет численности и квалификации обслуживающего персонала.

Требуемый уровень взрывозащиты регламентируется действующими нормативными документами и устанавливается на стадии разработки в техническом задании. В процессе разработки, изготовления и эксплуатации по разным причинам наблюдается отклонения от заданного уровня, в результате чего его фактическое значение оказывается ниже заданного нормативной документацией.

Общая задача анализа средств взрывозащиты электрооборудования заключается в выявлении возможных и фактических отклонений, для последующего установления источников этих отклонений, осуществления необходимой корректировки и регулирующих воздействий вплоть до полной их ликвидации. При этом целесообразно использовать два взаимно дополняющих друг друга вида анализа: качественный и количественный. Целью качественного анализа является определение факторов, областей и видов повреждений взрывозащиты, а целью количественного – определение численных размеров отдельных повреждений и общего состояния взрывозащиты. В общем случае алгоритм анализа средств взрывозащиты может быть следующим (рис. 1).

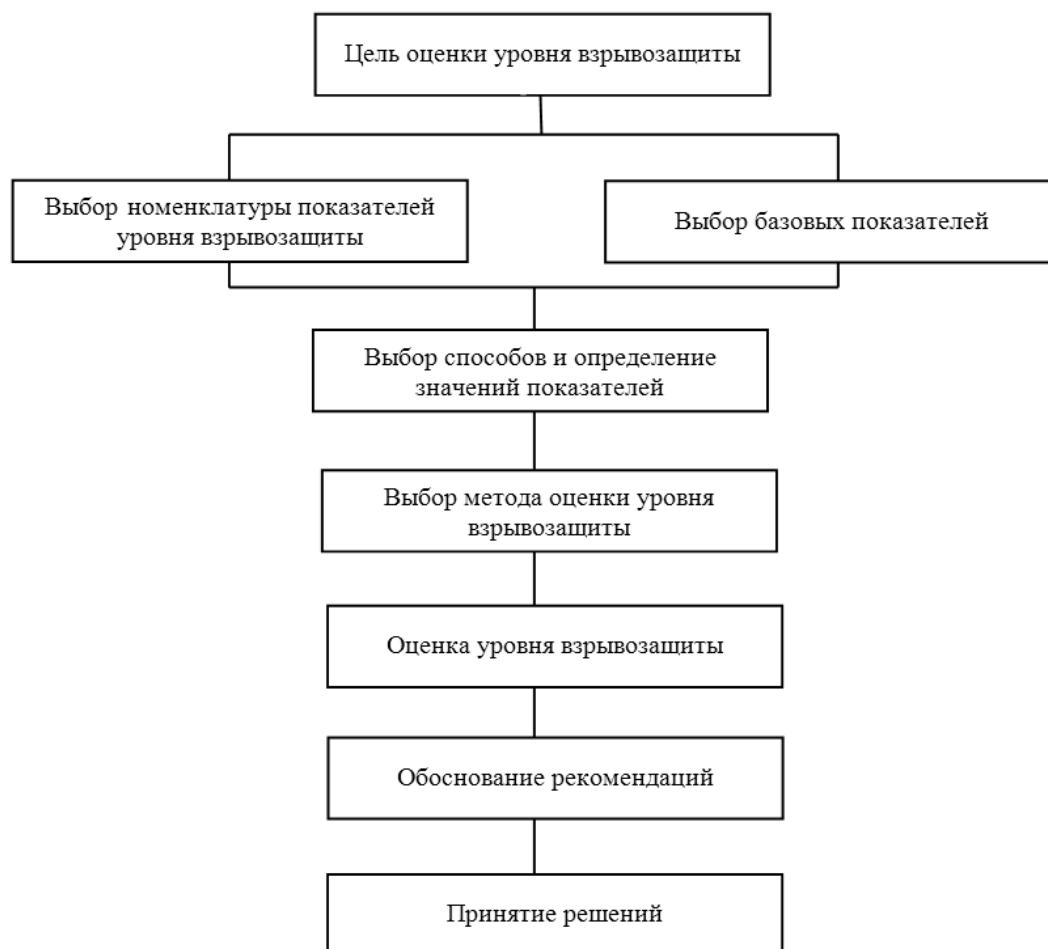


Рис. 1. Алгоритм анализа средств взрывозащиты

Вероятность наступления повреждений взрывозащиты может быть определена объективным или субъективным методами. При объективном методе определяется частота, с которой происходит повреждение, а при субъективном – используются субъективные оценки, такие как суждение оценивающего, его личный опыт, оценка эксперта и другие. Перспективно использование для этих целей интерактивных имитационных моделей.

Для анализа видов и последствий потенциальных повреждений взрывозащиты в процессе эксплуатации электрооборудования возможно использовать метод FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), который позволяет определить:

- перечень потенциальных повреждений взрывозащиты электрооборудования;
- причины повреждений;
- потенциальные последствия от повреждений взрывозащиты;
- возможность контроля появления того или иного вида повреждений.

Повреждение взрывозащиты количественно может быть оценено показателем критичности повреждения, учитывающим вероятность повреждения и тяжесть возможных последствий:

$$C = V_1 \times V_2 \times V_3, \quad (1)$$

где V_1 – оценка вероятности повреждения; V_2 – оценка тяжести последствий повреждения взрывозащиты; V_3 – оценка вероятности обнаружения возможного повреждения.

При этом по десятибалльной системе оцениваются параметры V_1 , V_2 , V_3 . Чем выше показатель критичности повреждения, тем актуальнее проблема его недопущения. Если показатель критичности повреждения $C > 100 \dots 120$, то взрывозащищенное электрооборудование должно быть либо заменено либо выведено в ремонт. При $40 < C < 100$ необходимо предусматривать корректирующие мероприятия по повышению взрывозащитных свойств электрооборудования.

УДК 622.621.31–213.34:622.86

О ПОВЫШЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

В.М. Ефременко, В.М. Друй, А.А. Шевченко

ГУ КузГТУ

Происходящие техногенные катастрофы, в частности, взрывы и пожары в шахтах, обусловлены многими причинами, в том числе и применением электрической энергии.

Безопасность применения электрооборудования в горных выработках обеспечивается использованием специального, взрывозащищенного электрооборудования. Основные принципы конструкции такого электрооборудования были разработаны в середине прошлого века и заключаются в локализации возможных (вероятных) взрывов внутри взрывонепроницаемых оболочек и недопустимости выхода продуктов взрыва в горные выработки, которые могут содержать взрывоопасную ($\geq 5\%$ с воздухом) концентрацию метана. При этом изначально предполагается, что внутри оболочек электрооборудования (двигателей, аппаратов) взрывоопасная смесь присутствует. И это действительно так, так как вследствие эффекта «дыхания» оболочки при работе электрооборудования под нагрузкой и в период бестоковой паузы происходит накачка метана через взрывонепроницаемые зазоры внутрь оболочки. Концентрация метана в оболочке может достигать взрывоопасной, даже если в горных выработках она далека от таковой. Данный принцип обеспечения взрывобезопасности электрооборудования направлен на борьбу со следствием (возможный взрыв метана внутри оболочки), а не с причиной – наличием взрывоопасной смеси внутри оболочки.

Государственным стандартом ГОСТ 27.310–95 [1] установлены категории тяжести последствий отказов, в частности «IV – отказ, который быстро и с высокой вероятностью может повлечь за собой значительный ущерб для самого объекта и (или) окружающей среды, гибель или тяжелые травмы людей, срыв выполнения поставленной задачи». Отказ (нарушение) взрывозащитных свойств электрооборудования относится к IV категории и является весьма опасным по своим последствиям.

Идентификация факта возникновения отказа может осуществляться посредством специальных средств (измерительный метод), организационных мер (информационный метод) и учета внешних признаков (регистрационный метод) и на основе других наблюдаемых параметров (расчетный метод). Однако, в нашем случае нарушение взрывозащитных свойств электрооборудования является скрытым отказом, так как при несоответствии взрывозащиты требованиям нормативной или конструкторской документации электрооборудование может находиться в работоспособном состоянии сколь угодно долго. В связи с этим, наряду с действиями, предупреждающими возникновение взрывов и пожаров по вине электрооборудования (контроль и проверки состояния взрывозащиты, разработки мер устранения потенциальных причин нарушения взрывозащиты и др.), необходимо рассмотреть возможность изменения подхода к конструированию электрооборудования для взрывоопасных производств.

Нами [2] более 30–ти лет назад была предложена конструкция взрывозащищенного электрооборудования, которая позволяла ликвидировать причину возможного взрыва внутри оболочки, а именно наличие внутри оболочки взрывоопасной среды. Отсутствие взрывоопасной смеси внутри

оболочки позволит значительно снизить вероятность взрывов и пожаров по вине электрооборудования, позволит упростить конструкцию и вес оболочек. Проведенные научно–исследовательские и конструкторские работы, а также испытания опытных образцов электрооборудования (электродвигателей) на взрывобезопасность и работоспособность подтвердили перспективность данного направления в повышении безопасности и надежности электрооборудования для взрывоопасных производств.

Список литературы:

1. ГОСТ 27.310–95. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения [Текст]. – Введ. 1997–01–01. М.: Изд–во стандартов, 1996. – 8 с.
2. А. с. № 851516 от 27.03.1981 г. Взрывозащищенное электрооборудование [Текст] / Г. И. Разгильдеев, В. М. Ефременко, М. В. Хорунжий, С. Л. Руссов (СССР).

УДК 662

АНАЛИЗ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ О ХАРАКТЕРНЫХ ПРИЗНАКАХ ПРИБЛИЖЕНИЯ К ВЫБРОСООПАСНОЙ ЗОНЕ

А.И. Жаров, А.В. Ремезов, А.В. Бедарев

Фиалиал ГУ КузГТУ в г. Белово

ГУ КузГТУ

Опыт разработки выбросоопасных пластов и результаты выполненных исследований позволяют судить по некоторым признакам о приближении к выбросоопасной зоне или о скором иницировании внезапного выброса. Все эти признаки можно разделить на две группы.

К первой группе относятся признаки, по которым судят о возможном образовании выбросоопасной зоны. В соответствии с существующими теориями эти зоны могут образоваться в результате тектонических нарушений или концентрации горного давления в результате нарушения сплошности массива горными выработками.

Ко второй группе относятся признаки, свидетельствующие о локальном изменении характеристик пласта и о процессах в массиве.

Опыт разработки выбросоопасных пластов показал, что предупредительные признаки на разных пластах не одинаковы. Каждому внезапному выбросу предшествуют различные сочетания предупредительных признаков.

Иногда, за несколько часов или суток до выброса, наблюдается изменение мощности или структуры пласта, крепости, цвета и блеска угля, повышенные газовыделение и выход штыба при бурении скважин.

Известны многочисленные случаи выбросов, при которых предупредительных признаков не было или последние не были установлены.

О наличии в зоне выброса огромных запасов газа под большим давлением свидетельствует то, что внезапные выбросы сопровождаются мощной воздушной ударной волной и иногда опрокидывает вентиляционную струю.

К особенностям внезапного выброса относится большой удельный выход сильно измельченных до тончайшей пыли частиц угля, так называемой «бешеной муки». По ней можно ходить как по воде, опираясь на почву выработки. Мелкие и пылевидные частицы отбрасываются от места выноса на значительные расстояния. Поток выброшенного угля обтекает препятствия и переносит крупные куски угля, глыбы породы, оторвавшиеся от кровли пласта, через сопряжения и повороты выработок.

Для углей из зон выброса отмечается скачкообразное увеличение материнской зольности, т.е. зольности, относящейся к зольным ингредиентам угольного вещества. Минеральные включения имеют вид тонких прослоев, линз и эмульсионных примесей, что свидетельствует об их приносе потоками воды в откладываемый торфяник и может служить ориентиром для определения фациальной обстановки на этом участке пласта.

Признаки первой группы, основанные на эмпирических наблюдениях, не позволяют с большой долей вероятности прогнозировать наличие и местонахождение выбросоопасных зон.

Как показала практика, эмпирические признаки о процессах разрушения угля в массиве не служат надёжным предвестником внезапного мощного выброса. При небольших размерах выбросоопасной зоны может произойти микровыброс и дегазация этой зоны.

В соответствии с «Временной инструкцией по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа» в Кузнецком бассейне прогноз выбросоопасности пласта в месте вскрытия производится путём подсчёта показателя по формуле ВостНИИ:

$$P_c = 10P_{z.\max} - 14f^2$$

где: $P_{z.\max}$ – наибольшее давление газа в пласте на данной глубине от поверхности, МПа; f – наименьшее значение коэффициента крепости угля по угольным пачкам, выявленным разведочной скважиной, или по метровым интервалам разведочной скважины (по шкале М. М. Протодьяконова).

При $P_{z.\max} > 14f^2$ пласт считается опасным. Однако ошибки при определении обоих факторов могут превышать 200 %. Кроме того, если во время измерения этих параметров выброса не произошло, то он может произойти во время бурения скважин следующего цикла.

В Донецком бассейне прогноз выбросоопасности производится по комплексу признаков. Для получения данных определяется в шахте разрушаемость керна, замеряется давление газа, скорость газовыделения и в лабораторных условиях определяются начальная скорость газоотдачи угля, зольность и выход летучих. Неясно только как учесть изменение этих фак-

торов хотя бы по ширине выработки и глубине скважине в связи с неоднородностью петрографического состава.

В связи с ненадёжностью имеющихся способов прогнозирования внезапные выбросы случаются во время различных технологических процессов в присутствии рабочих. Так, в 3-й восточной лаве Центральной панели пласта «Смоляниновский» на шахте им. А. А. Скочинского производственного объединения по добыче угля «Донецкуголь» выброс 2000 т угля и 130 000 м³ метана произошел во время передвижки механизированной крепи. На шахте № 3 шахтоуправления «Александровское» (Донбасс) в откаточном штреке пласта «Толстый запад» выброс произошел во время выемки угля отбойным молотком даже при полной защите (надработке) вышележащим пластом «Песчанка».

Такое же положение и с параметрами, которые приняты для прогнозирования выбросоопасности. Глубина появления первого внезапного выброса колеблется от 50–70 м (Китай, Польша) до 500–700 м и более (Германия, Франция, Бельгия, СНГ).

В зонах геологических нарушений на шахтах бывш. СССР произошло 80–90 %, в Китае – свыше 67 % (в том числе около флексур 6,6 % и при изменениях мощности пласта 14 %), в Испании – 60–65 %, в Японии и Чехии – 70 %, в Германии – 75 %.

Газодинамические явления происходят при разработке пластов марок ГЖ, Ж, К, ОС. В России выбросы угля и газа происходят на угольных пластах, состоящих из углей различного петрографического состава и выход летучих веществ которых находится в пределах 3,5–36,0 % и логарифм удельного электросопротивления $I_{g\beta}$ более 3,3.

Однако в Донбассе произошло несколько внезапных выбросов на пластах со степенью метаморфизма V^{daf} более 35 %, а мощность выбросов достигала 65–70 т угля. В Донбассе все проявления газодинамических явлений имели место при выемке восстановленных и весьма восстановленных углей. В связи с этим трестом "Артемгеология" была увеличена граница выбросоопасности углей по метаморфизму до $V^{daf} = 40$ %.

В Австралии в выбросоопасных зонах уголь имеет следующие показатели: выход летучих – 23,5–30,2 %, содержание витринита – 46–49 %, углерода – 85,2–88,6 %, золы – 8,2–10 %, влаги – 1 ... 2,4%.

В Бельгии выбросы происходили при выемке углей марки Т с выходом летучих $V^{daf} = 14$ –20 %.

Выбросоопасные угольные пласты, как правило, представлены тектонически нарушенными углями, отличаются высокой изменчивостью и неоднородностью структуры и строения и состоят в большинстве своем из трех и более пачек угля от I до V степени нарушенности. Для выбросоопасных пластов особенно характерно присутствие пачек тонкоразлинзованного угля и углистого сланца IV–V степени нарушенности.

По данным В. Е. Забигаило, Г. Н. Фейта, Б. М. Иванова на шахтах Центрального района Донбасса 83% опасных пластов имеют такие пачки, а на шахтах Воркуты и Кузбасса выбросы имели место только на пластах, имеющих мягкие пачки угля IV–V степени нарушенности. Перетёртые, мягкие угли выбросоопасных пластов наряду с малой прочностью отличаются также высоким показателем хрупкости.

Угли пластов Южного Уэльса отличаются большим разнообразием марок (от антрацитов с выходом летучих веществ 4,6–9 % до коксующихся и жирных углей с выходом летучих 32–36 %).

В Болгарии угли отличаются высокой степенью нарушенности структуры (среднее расстояние между микротрещинами 0,02–0,15 мм), выход летучих веществ 9–38 %.

На одной из шахт Венгрии угольный пласт состоял из 2 пачек, разделенных прослоем глинистого сланца. Уголь черный средней крепости до мягкого, контакт четкий, легко отделяется от кровли и почвы, сухой. Выход летучих 0,2–9,7 %, влажность угля 3 %. На этом пласте произошёл выброс 1084 т. Штрек был засыпан на протяжении 152 м, из них 72 м – на полное сечение. Воздушной волной породопогрузочная машина отброшена на 71 м.

В Мексике на шахтах бассейна Коагуила выбросоопасные пласты имеют среднюю степень метаморфизма (выход летучих веществ 20–22 %) и природную метаноносность 11–12 м³/т, характеризуются весьма высокой газопроницаемостью.

В Польше преобладают пологие и наклонные пласты, представленные антрацитами, коксовыми, газовыми и длиннопламенными углями.

На шахтах Франции выбросы происходят на тонких, средней мощности и мощных угольных пластах при любом угле залегания. Уголь выбросоопасных пластов, как правило, мягкий, сыпучий. Выход летучих веществ 36–38% (для каменных углей) и 7–13% в антрацитах (шахта "Дофинэ").

В Японии выбросы происходят на пластах, имеющих прослойки пермятого сажистого высокозольного угля. Внезапные выбросы происходят при природном давлении метана свыше 1,5 МПа и метаноносности угля более 15–20 м³/т.

На шахтах Канады внезапные выбросы происходили на пластах угля от ранних до средних стадий метаморфизма с выходом летучих веществ 10–25 %.

Как считают Ю. Н. Малышев и др., более восстановленные угли типа «в» и «ев» обладают химической структурой, которая в большей степени была подвержена механохимическим воздействиям в палеотектонических процессах, в результате чего соответствующие участки пластов оказались выбросоопасными. Однако Л. С. Вольпова считает, что наиболее выбросоопасные пласты сложены преимущественно мало восстановленными углями типа «а», а угли типа «б» относятся к средней степени выбросоопасности. К невыбросоопасным относятся угли восстановленные «в» и весьма

восстановленные «вв». Угли мало восстановленные имеют более подвижную структуру, менее жесткие внутренние связи и более высокую сорбционную емкость. У фюзенитовых и витринитовых углей 1 и 5 стадий метаморфизма (длиннопламенные и тощие) сорбционная метаноемкость практически одинакова.

В исследованиях отмечается, что на выбросоопасность пластов большее влияние оказывают физико–механические свойства угля. Угли выбросоопасных пластов или отдельных их пачек обладают повышенной трещиноватостью, перемятостью, рыхлостью. Предел прочности их на растяжение колеблется в диапазоне от 0,015 до 2,8 МПа, на одноосное сжатие – от 0,9 до 7,6 МПа, угол внутреннего трения – от 22 до 53 градусов, коэффициент сцепления – от 1,1 до 3,8 МПа. Деформационные параметры принимают значения: модуль упругости при сжатии $E_{сж}=(5,5-7,3)\times 102$ МПа, при изгибе $E_{из}=(0,5-0,9)\times 102$ МПа, реологические: $\chi=0,03-0,10$; $\beta=0,4-1,06$; $5C/(3=0,1..0,4)$; коэффициент неупругого сопротивления $\gamma_o=0,4..0,69$.

За рубежом и на шахтах России отмечено, что основная масса выброшенного угля обычно представлена весьма тонкой пылью, которая в ряде случаев покрывала выброшенный уголь слоем толщиной до 0,5 м. Температура выброшенного угля и пыли часто достигала 37°–40°С, в то время как температура нетронутого породного и угольного массивов не превышает 25°С.

Выбросоопасные угли имеют акустическую активность в 1,5–2 раза большую, чем неопасные. Сейсмоакустическая аппаратура зарегистрировала продолжительность времени основной фазы выброса, в течение которого упругие импульсы, регистрирующиеся геофоном, сливаются в единый колебательный процесс. Эта продолжительность составляет при сотрясательном взрывании от 1 до 26 с, при выемочных работах – от 8 до 28 с, при бурении горизонтальных и восстающих скважин – от 16 до 47 с. Кроме того, основной фазе выброса всегда предшествует подготовительная, характеризующаяся повышением сейсмоакустической активности пласта и длящаяся от нескольких до десятков секунд.

Следовательно, до внезапного выброса начинается процесс разрушения. Как считают исследователи, процесс внезапного выброса складывается из интенсивного трещинообразования с последующим прерывистым (многоциклическим) разрушением газоносного угольного массива и выбросом угля и газа в выработку.

По нашему мнению, идет активное раскрытие локальных емкостей газа с разрушением угольного вещества и разрушением перемычки между забоем и этими локальными емкостями. Так, в длинных забоях происходит выдавливание призабойного целика в лаву.

В Великобритании на пластах Южного Уэльса предупредительным признаком выброса обычно является повышение шумности массива в виде усиленного потрескивания и глухих ударов в глубине. Кроме того, зареги-

стрированы изменения горного давления в краевых зонах и сокращение объема выделения метана. В Венгрии внезапным выбросам предшествует в большинстве случаев ряд явлений, таких как увеличение газовыделения из пласта, отскакивание кусочков угля от поверхности забоя, усиливается или уменьшается горное давление на крепь выработок, в массиве появляются треск и удары, изменяется температура угля в забое.

Большое количество внезапных выбросов произошло в процессе выполнения профилактических мероприятий, которые должны были их предотвратить. В Воркутинском месторождении, в Кузбассе и Донбассе выбросы происходили во время бурения опережающих скважин, при гидровывывании опережающих полостей, во время гидрорыхления и гидроотжима пластов. В Бельгии крупнейшие выбросы происходили при бурении скважин.

Взрывные работы (технологические и особенно сотрясательное взрывание) являются причиной выбросов угля и газа и единственной причиной выбросов породы и газа. Так, во Франции в результате взрывных работ происходит от 65 % (шахты бассейнов Нор и Па-де-Кале, Лотарингского) до 95 % (шахты бассейнов Севенны и Дофинэ) всех выбросов, в Германии – свыше 65 %, в Великобритании – свыше 60 %, в Канаде – 90–93 %, в Китае – около 70 %, в Польше – 70%.

Анализ известных признаков о приближении к выбросоопасной зоне пласта или о скором внезапном выбросе показал, что они в большинстве своём не отражают информацию о свойствах выбросоопасной зоны. Исключения составляют гул в массиве и микровыбросы пыли и газа. Прогнозирование выбросоопасных зон производится вслепую.

Наиболее вероятными характеристиками выбросоопасной зоны являются небольшая прочность малозольного угля и большое количество газа под большим давлением в локальном объёме пласта. Остальные данные, очевидно, характеризуют различие свойств угля вокруг выбросоопасной зоны. Такое разнообразие существующих признаков о наличии выбросоопасной зоны подтверждает актуальность проведения исследований с целью научного обоснования местоположения выбросоопасных зон и обеспечения безопасности при их разработке.

УДД 622.235.535.2

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ СЕЙСМООПАСНОСТИ ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ

Е.В. Заречнева, Ю.А. Масаев
Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово
ГУ КузГТУ

Возникающие в процессе проведения взрывных работ сейсмозрывные колебания в целом подчиняются общим законам, описывающим

возникновение и распространение сейсмических волн в земной коре. При промышленных взрывах отмечаются продольные и поверхностные волны, которые влияют как на здания и сооружения, так и на борта карьера. Иногда наблюдаются достаточно интенсивные волны, возникающие при отражении, преломлении и дифракции колебаний.

Однако волновая картина сейсмических колебаний, возбуждаемых промышленными взрывами, имеет свои особенности. Во-первых, промышленный взрыв как источник сейсмических колебаний имеет чрезвычайно сложную структуру, трудно поддающуюся математическому описанию. Это связано, главным образом, с применением сложных схем инициирования, отвечающих требованиям: получения горной массы с заданными характеристиками; короткозамедленного взрывания; пространственным рассредоточением заряда, как в пределах взрываемого блока, так и по различным обрабатываемым участкам и горизонтам. В результате происходит наложение колебаний, вызванных взрывами отдельных степеней серии зарядов, разных блоков и горизонтов. При этом нередко нарушается последовательность прихода к месту регистрации различных типов волн, что затрудняет расшифровку сейсмограмм, оценку кинематических и динамических характеристик волн. Во-вторых, горно-геологические условия чрезвычайно разнообразны и изменчивы на всем пути распространения сейсмозрывных колебаний от места взрыва до района расположения охраняемых объектов. Следует учитывать, что охраняемые объекты зачастую находятся в зоне, где сейсмозрывные волны еще полностью не сформировались. Отсюда возникают сложности в оценке параметров затухания волн, прогнозирования их интенсивности вблизи промышленных и гражданских сооружений.

Экспериментальные исследования по сейсмике горных взрывов на поверхности сводятся к определению предельно допустимого веса взрываваемого заряда ВВ, исходя из сохранности зданий и сооружений, или к расчету динамических нагрузок от взрывов на сооружения вблизи горного предприятия, в том числе проектируемые или строящиеся.

Особое место при исследовании действия сейсмических волн на сооружение занимает критерий этого воздействия, т.е. показатель, по которому можно судить о мере опасности колебаний для сооружения. В мировой практике сейсмическую опасность оценивают по величине амплитуды, ускорения, коэффициента энергии, скорости смещения частиц или относительной скорости. Большинство исследователей считают, что наиболее правильно воздействие взрывов на сооружения оценивать по скорости смещения частиц.

При определении допустимой скорости смещения для зданий или сооружений исходят из критической скорости смещения грунта, при которой в конструкции появляются необратимые деформации. Критическая скорость, а,

следовательно, и допустимая скорость зависят, в первую очередь, от прочности материала и конструктивных особенностей объекта.

Исследуя вопрос о воздействии взрывов на наземные сооружения, необходимо учитывать состояние сооружения, основные виды нарушений и степень опасности их для сооружения, здоровья людей и расположенного в нем оборудования, так как сейсмостойкость любого сооружения при колебаниях грунта зависит от прочности, монолитности, пространственной жесткости всего сооружения и его отдельных элементов, а также от размеров, формы, веса и расположения относительно источника колебаний. Наиболее характерными деформациями в зданиях от действия взрыва являются трещины в несущих элементах, расслоение кладки, нарушение связей между отдельными элементами, обрушение штукатурки.

Нарушения в несущих конструкциях постоянно увеличиваются при неоднократном воздействии динамических сил и нередко представляют серьезную опасность

На распространение сейсмических волн влияют следующие факторы: свойства породы; строение покрывающей толщи; глубина взрыва, взаимного высотного расположения рельефа поверхности; свойства и конструкции заряда ВВ; условия заложения заряда; короткозамедленное взрывание (КЗВ); наличие экранирующих зон.

Искусственные преграды могут быть выполнены как механическими, так и взрывными методами, они могут быть сплошными и прерывистыми.

Можно выделить два способа устройства искусственной преграды: в первом случае – ближе к источнику возмущения, во втором – непосредственно перед охраняемым объектом. В первом случае преграда носит временный характер. При многократных взрывах, а иногда и при одиночных наиболее целесообразно образовывать преграду непосредственно у охраняемого объекта. В этом случае ее выполняют постоянной и можно заполнять поглощающим материалом (керамзитом и т.п.). Преграда может быть однорядной и многорядной, шурфы сейсмической преграды – вертикальными, а в случае необходимости – наклонными с уширением в верхней или нижней части (рис. 1).

При подходе сейсмической волны к образованной преграде часть энергии ее отразится в массиве (благодаря наличию раздела «полость – среда»). При этом количество отраженной энергии зависит от соотношения акустических жесткостей породы и воздуха.

Исследование эффективности искусственных преград в виде цепочки полостей осуществляли методами лабораторного и натурального моделирования [3, стр. 109], а так же в производственных условиях. Методом лабораторного моделирования авторы исследовали снижение интенсивности упругой волны за преградой в зависимости от изменения диаметра полостей, шага полостей в ряду, расстояния между преградой и источником колебания или охраняемым объектом. Модельные эксперименты подтвердили

возможность снижения интенсивности колебаний в волне посредством устройства на пути ее распространения искусственных преград. При натурном моделировании, по сравнению с лабораторным, шаг скважин увеличился, а коэффициент снижения интенсивности колебаний сохранился. Это объясняется нарушением сплошности между шурфами преграды вследствие образования трещин и других деформаций.

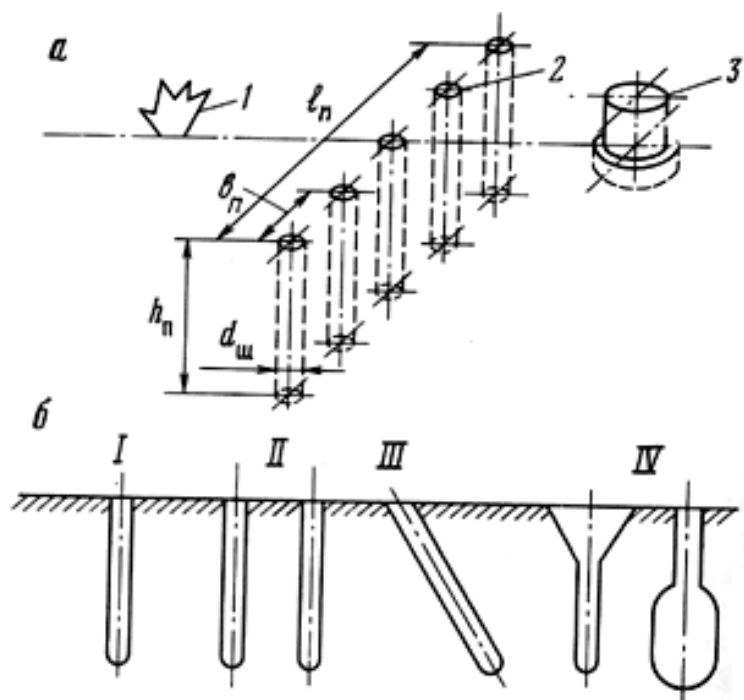


Рис. 1 Общие технологические схемы устройства (а) и виды (б) искусственных преград: 1 – место взрыва; 2 – преграда, 3 – охраняемый объект; I – однорядная преграда; II – многорядная; III – с наклонными шурфами; IV – с уширением устья или нижней части шурфа

Для снижения сейсмического воздействия массовых взрывов в ближней зоне, на Кременчугском гранитном карьере [2,стр181] была проведена серия опытно-промышленных взрывов скважинных зарядов диаметром 190 мм с воздушными компенсаторами, располагаемыми на дне скважины. На карьере разрабатываются слаботрециноватые легковзрываемые граниты средней крепости. Экспериментальные взрывы производили на 15-метровом уступе при сетке их заложения 5×5 м. В качестве ВВ использовали гранулированный тротил и аммонит №6ЖВ в равных пропорциях. Скважинные заряды имели сплошную конструкцию с размещением более мощного ВВ в нижней части. Длина забойки составляла $1/3$ глубины скважины, а величина перебура 1,5 – 2,0 м.

На рис. 2 представлена экспериментальная конструкция заряда с воздушным компенсатором в перебуре скважины. Воздушный компенсатор высотой 1 м создавался с помощью бумажного пыжа из мешкотары, опускаемого в забой на нити детонирующего шнура.

Регистрацию колебаний почвы производили с помощью датчиков больших перемещений, которые устанавливали на расстоянии 30 м от эпицентра взрыва. Колебания фиксировали по вертикальной составляющей с помощью гальванометров и осцелографа.

На рис. 3 приведены планы расположения и схемы соединения зарядов экспериментальных взрывов с указанием величины замедлений. Сейсмограммы указанных взрывов приведены на рис. 4.

Общий вес заряда первого экспериментального взрыва составил 4480 кг (50% тротила, располагаемого в нижней части скважины, и 50 % аммонита № 6–ЖВ). Скорость колебаний почвы, вычисленная по сейсмограмме I, составила 42 см/с.

При втором экспериментальном взрыве общий вес заряда составил 2960 кг (65% тротила и 35 % аммонита № 6–ЖВ). Полученная по сейсмограмме II скорость колебаний составила 30,7 см/с.

Скорость колебаний при втором взрыве составила 37,8 см/с.

Из приведенных данных видно, что произошло снижение скорости колебаний на 11%. Однако необходимо учитывать, что с точки зрения сейсмоки горных взрывов второй взрыв произведен в более трудном «режиме»: 14 скважин взрываются в три очереди – по четыре, восемь и две скважины в группе с замедлением между ними 25 мс. Первый взрыв 17 скважин произведен в пять очередей, причем наибольшее число одновременно взрываемых скважин во второй группе 4. Кроме того, анализ сейсмограмм I и II (см. рис. 4), полученных в результате записи колебаний от экспериментальных взрывов, показывает, что существенно изменилась не только интенсивность колебаний, но и характер. При первом взрыве наблюдается резкое вступление максимальных колебаний, обуславливающих значительные дополнительные динамические нагрузки на конструкции.

При взрыве зарядов с воздушным компенсатором максимальным амплитудам предшествуют колебания меньшей интенсивности. Постепенно нарастающие колебания первыми преодолевают момент инерции покоя конструкций и вводят их в состояние равновесия, при котором легче воспринимаются максимальные нагрузки. Колебания в этой фазе на сейсмограмме I отличаются своей формой четко выраженных пиков, тогда как на сейсмограмме II они более мягкие, округлые. В этом случае колебания более растянуты во времени, что указывает на роль воздушного промежутка в перебуре скважины как компенсатора первичного импульса давления газов взрыва.

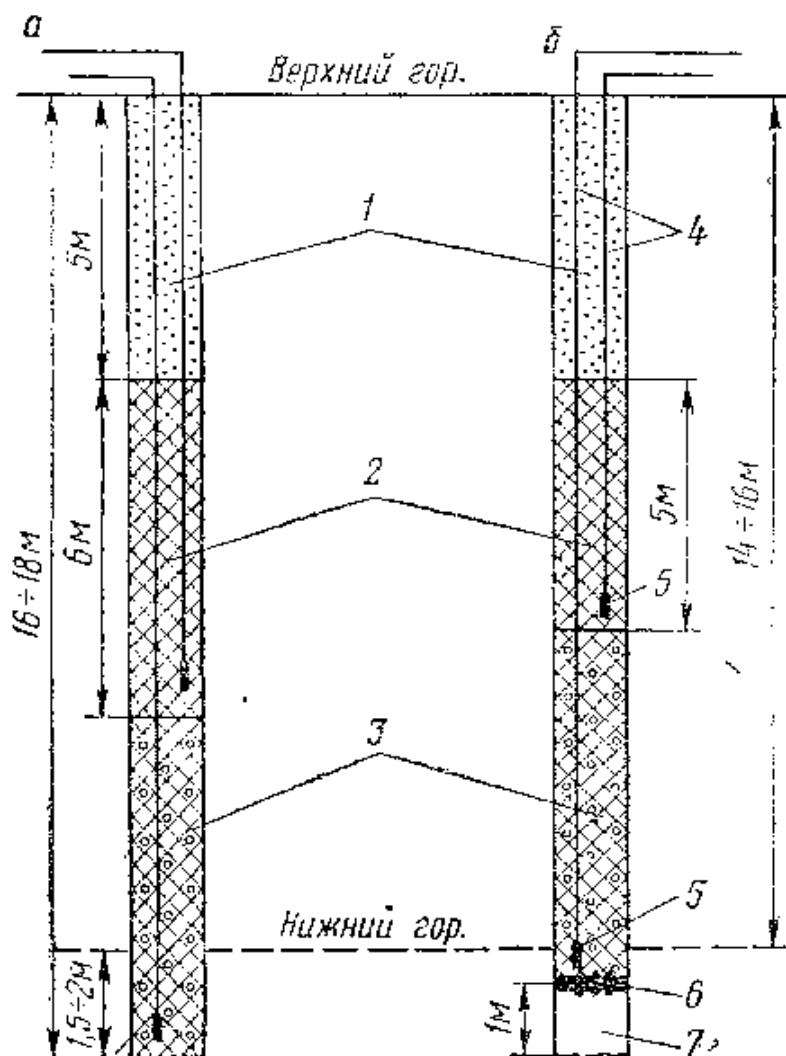


Рис. 2 Конструкция сплошного заряда (а) и заряда (б) с воздушным промежутком в перебуре скважины: 1 – забойка; 2 – аммонит № 6-ЖВ; 3 – гранулированный тротил; 4 – основная и дублирующая нити детонирующего шнура; 5 – боевик; 6 – бумажный пыж; 7 – воздушный промежуток

После снижения максимума колебаний на сейсмограмме I видны еще несколько пиков, что свидетельствует о наличии остаточных колебаний значительной интенсивности. На сейсмограмме II наблюдается постепенное затухание колебаний почвы без последующих толчков.

Из изложенного выше можно заключить, что при применении зарядов с воздушным компенсатором в перебуре скважины наблюдается значительное снижение сейсмического действия взрыва, оказывающего вредное влияние на горное оборудование.

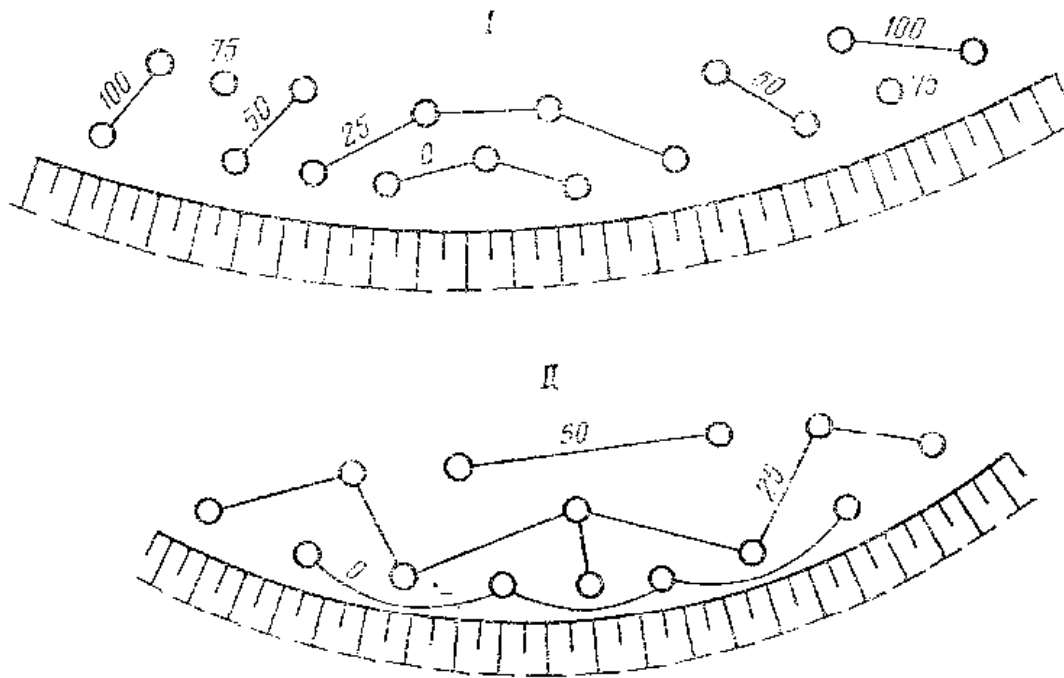


Рис. 3 Планы расположения зарядов экспериментальных взрывов зарядов: I – обычный сплошной конструкции; II – с воздушным промежутком в перелуке скважины

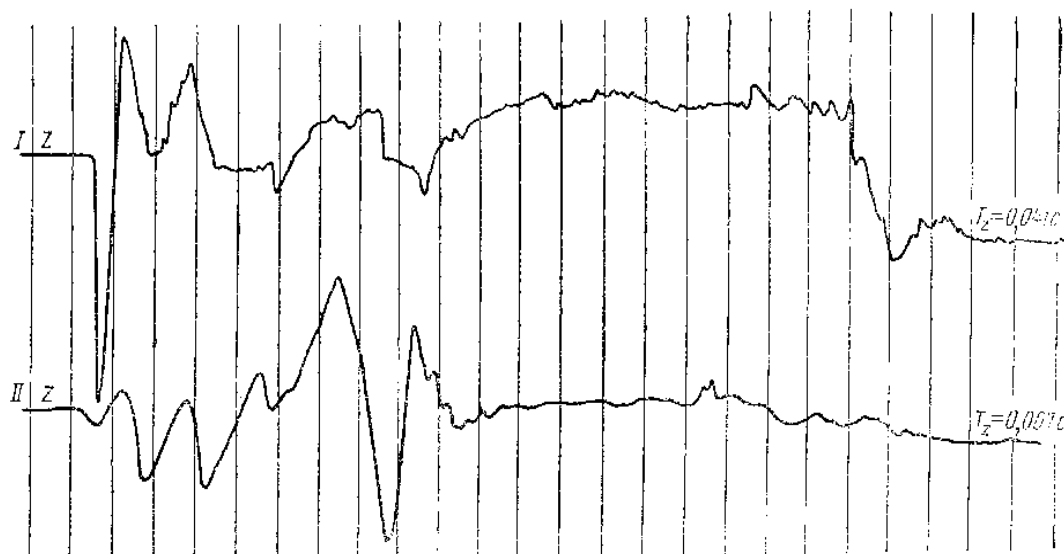


Рис. 4 Сейсмограммы экспериментальных взрывов зарядов: I – без воздушного промежутка; II – с воздушным промежутком

Проведенный анализ известных рекомендаций показывает, что снижение сейсмического воздействия можно достичь с применением экранирующих зон, а также взрыванием скважин с воздушным компенсатором.

Список литературы:

1. Субботин А.И. Безопасность при взрывных работах. / А.И. Субботин, Н.И. Гаврилов, С.В. Колесникова // Нормативные документы по безо-

- пасности, надзорной и разрешительной деятельности в области взрывных работ и изготовление взрывчатых материалов// В 1// – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно–технический центр по безопасности в промышленности Ростехнадзора России», 2002. – 249 с.
2. Развитие теории и практики взрывного дела. / под редакцией д.т.н. Л.М. Марченко и к.т.н. Сеинова Н.П. //Сборник «Взрывное дело» № 71/28// – М.: Недра, 1972. – 238с.
 3. Кузьменко А.А. Сейсмическое действие взрыва в горных породах. / Кузьменко А.А. [и др.]// – М.: Недра, 1990. – 174с.
 4. Миронов П.С. Взрывы и сейсмобезопасность сооружений. // – М.: Недра, 1973. –167с.
 5. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. // – М.: Недра, 1976. –270с.
 6. Мосинец В.Н. Разрушение горных пород. / В.Н. Мосинец, Пашков А.Д., Латышев В.А.// – М.: Недра, 1975. – 215с.
 7. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. ч.1 Разрушение горных пород взрывом // – М.: изд. «Горная книга», 2007. –471 с.

УДК 622.271.06

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФРЕЗЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ НА РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА

А. Зенкова, Л.Н. Котова, В.Л. Мартьянов

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

Современная цикличная технология выемки горной массы на карьерах основана на применении механических и гидравлических лопат: большой единичной мощности во вскрышной зоне, малой и средней – в угленасыщенной. Производительность этих машин наращивается без изменения основного принципа их работы, в основном путем увеличения емкости их ковша. При этом габариты и масса, а, следовательно, и стоимость экскаваторов возрастают гораздо быстрее увеличения емкости ковша и их энерговооруженности, а соответственно и производительности. Причем все карьерные гидравлические экскаваторы с емкостью ковша примерно до 30м³ по энерговооруженности почти в два раза превосходят механические лопаты. Энерговооруженность, равная отношению установленной мощности привода рабочего органа к его паспортной производительности, характеризует удельные усилия, затрачиваемые на выемку горной массы. С дальнейшим ростом емкости ковша гидравлических лопат указанное преимущество теряется из-за резкого увеличения их массы [1, 2].

На карьерах Центрального Кузбасса, разрабатывающих главным образом наклонные и крутопадающие месторождения объем вскрышной или безугольной зоны составляет не более 15–16% всего объема горной массы. Остальную часть занимает угленасыщенная зона, представляющая

собой свиту угольных пластов различной мощности (от 3–5 до 30 м и более) и междупластий породы, мощность которых примерно в половине случаев менее 20 м. Угольные пласты часто осложнены пликативными и дизъюнктивными нарушениями, как по простиранию, так и падению. Более 80% всех запасов угля находятся в пластах с нормальной мощностью 2–10 м, содержащих прослойки породы, мощностью от 0,1 до 0,5 м.

На выемочно–погрузочных работах во вскрышной зоне с транспортной технологией нет ограничений на мощность и геометрические размеры экскаваторов. Здесь используются отечественные и зарубежные экскаваторы, в том числе и большой единичной мощности с емкостью ковшей 12–54 м³.

В угленасыщенной зоне применяются механические лопаты с емкостью ковша 5–12 м³, а также прямые и обратные гидравлические лопаты с ковшами от 1,4 до 12 м³. Гидравлические лопаты показали значительные преимущества при отработке весьма маломощных, маломощных и средней мощности пластов. Например, в первые же годы эксплуатации обратных гидравлических лопат на разрезе «Краснобродский» потери угля при добыче из различных пластов сократились на 0,4–2%, а зольность в товарном угле снизилась на 1,1–3,8%. На разрезе «Ерунаковский» с их применением стало возможным селективное удаление тонких прослоек породы (20–30 см) из пластов и зольность добываемого угля была снижена в среднем на 2%. [3].

В тоже время, в связи с требованием постоянного роста производительности труда, экскаваторы циклического действия уже приближаются к такому пределу технического уровня, когда возможности их дальнейшего совершенствования проблематичны и возможен только дальнейший рост их стоимости.

Более 30 лет в научной литературе обсуждаются возможности создания и применения автономных машин непрерывного действия для разработки достаточно крепких пород без предварительного рыхления буровзрывным способом. В конце 80–х, начале 90–х годов прошлого века рядом зарубежных фирм были созданы и прошли промышленные испытания первые такие машины, которые назвали карьерными комбайнами или машинами послойного фрезерования. Принципиальные схемы исполнительного органа этих машин схожи: это фрезерный, снабженный резцами барабан соответствующей конструкции. В настоящее время, после доработок они уже производятся рядом фирм на машиностроительных заводах Германии, США, Англии, Австрии, Японии, Швеции. Машины различаются расположению и конструкции фрезы, направлению вращения ее барабана относительно перемещения комбайна, наличию камеры дробления и способу подачи измельченного материала на погрузочный транспортер. Например, расположение в передней части машины с цельной двуспиральной фрезой, вращающейся сверху вниз (фирма MAN TAKRAF, модель MTS) и

с многосекционной фрезой, вращающейся снизу вверх (фирма ThyssenKrupp AG, модель KSM). С консольным расположением двух цельных фрез, вынесенных на стреле совместно с загрузочным устройством погрузочного конвейера (RANCO, модель CME) и с одной цельной фрезой, вынесенной на стреле отдельно от приемного питателя погрузочного конвейера (VOEST-ALPIN BERGTECHNIC, модель VASM). С цельной фрезой на раме по центру карьерного комбайна между парами передних и задних гусениц, которая вращается снизу вверх (Wirtgen, модель SM) и в задней части комбайна с вращением сверху вниз (MAN TAKRAF, модель MTS-C) [2].

В настоящее время в мире работает более 300 карьерных комбайнов различной конструкции по технологии безвзрывной выемки пород и полезного ископаемого с различными прочностными характеристиками: в основном до 60–80 МПа и лишь 4–5% машин до 120–150 МПа (Япония, США, Ливия, Индия). Комбайны работают как в качестве основного выемочно-погрузочного оборудования, так и в структуре механизации совместно с различными экскаваторами цикличного действия [1].

Карьерные комбайны применяются в комплексе с большегрузными автосамосвалами, грузоподъемностью 100–200 т, как с непосредственной погрузкой, так и с отдельной укладкой пород вскрыши и полезного ископаемого в валки (боковая отсыпка или выпуск сзади). Валки отгружаются с помощью или самого комбайна снабженного поворотным транспортером или бульдозеров, погрузчиков, гидравлических экскаваторов в автосамосвалы с меньшей грузоподъемностью.

Комбайны работают в основном по трем технологическим схемам тонкослоевого фрезерования: челноковая (с обратным холостым ходом); с разворотом и фрезерованием в обратном направлении; кольцевая или поточная. Челноковая схема применяется на наклонных пластовых месторождениях с целью повышения скорости углубки добычных работ. При этом добычной фронт делится на блоки, длиной 150–200 м. Схема с разворотом – на пологих месторождениях с подготавливаемыми добычными площадками шириной по падению пластов 50 и длиной добычного фронта 600 м. Поточные схемы применяются на горизонтальных и пологих месторождениях, где позволяют условия залегания полезного ископаемого и мощность вскрыши. Благодаря регулируемому изменению толщины срезаемого фрезой слоя, а также различной длине их сменных резцов, вынимаемая горная масса может иметь акцентируемый класс по крупности и достигается высокая степень селекции полезного ископаемого, что позволяет почти в два-три раза снизить потери и разубоживание при выемке. При этом, например, комбайн Wirtgen 2500SM при весе почти в 10 раз и стоимости примерно в 4 раза меньших, чем мехлопата ЭКГ-20, имеет годовую производительность в 2,5–3 раза большую [4].

В целом мировой более чем 20–летний опыт применения карьерных комбайнов показал их следующие основные преимущества:

1) Возможность широкомасштабного применения на карьерах безвзрывной, более безопасной и экологически более чистой технологии.

2) Высокопроизводительная выемка горных пород, прочностью до 60–80 МПа и более без предварительного рыхления пород буровзрывным способом.

3) Высокий уровень селекции, в том числе сложноструктурных пластов и пачек в различных горно–геологических условиях.

4) Получение в карьере горной массы заданного фракционного состава и возможность исключить из технологической цепочки дробильные установки.

5) Увеличение использования грузоподъемности автосамосвалов на 10–20% за счет более высокого коэффициента разрыхления.

Список литературы:

1. Комбайны Wirtgen SM на открытых горных работах: история развития, масштабы и перспективы расширения. / Пихлер М., Панкевич Ю.Б. // Горная промышленность – март–апрель 2009. – № 2(84). – С. 54–57.
2. Современное состояние и перспективы развития конструкций карьерных комбайнов. / Грабский А.А. // Горная промышленность – июль–август 2010. – № 4(92). – С. 60–62.
3. Технология ведения горных работ на разрезах при разработке сложноструктурных месторождений / Ненашев А.С., Проноза В.Г., Федотенко В.С. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2010. – С. 247.
4. Расчет прямых затрат при эксплуатации комбайнов Wirtgen SM на разработке Степановского участка каменноугольного месторождения «Разведчик». / ТЭР. – Кемерово: СибГеоПроект, 2010. – С. 18.

УДК 532.517.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕНИЯ И ТЕПЛОТДАЧИ ВО ВХОДНЫХ УЧАСТКАХ КАНАЛОВ

И.Ш. Ислямов, С.Н. Харламов

ТПУ

Исследование трения и теплоотдачи во входных участках каналов требует детального представления о закономерностях молярного переноса импульса и тепла. Источники тепла, возникающие в результате химических реакций, отсутствуют. Система уравнений, описывающая течение и теплообмен на начальном участке трубы, имеет вид:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial (r u_r)}{\partial r} + \frac{\partial (\rho u_z)}{\partial z} = 0; \quad (1)$$

$$\rho \left(\frac{\partial u_\varphi}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_\varphi}{\partial r} + u_z \frac{\partial u_\varphi}{\partial z} + \frac{u_r u_\varphi}{r} \right) = \quad (2)$$

$$\left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r(\mu + \mu_t) \frac{\partial u_\varphi}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left[(\mu + \mu_t) \frac{\partial u_\varphi}{\partial z} \right] - (\mu + \mu_t) \frac{u_\varphi}{r^2} \right);$$

$$\rho \left(\frac{\partial u_z}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_z}{\partial r} + u_z \frac{\partial u_z}{\partial z} \right) = - \frac{\partial P}{\partial z} + \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r(\mu + \mu_t) \frac{\partial u_z}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left[(\mu + \mu_t) \frac{\partial u_z}{\partial z} \right] \right); \quad (3)$$

$$\rho \left(\frac{\partial u_r}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_r}{\partial r} + u_z \frac{\partial u_r}{\partial z} \right) = - \frac{\partial P}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r(\mu + \mu_t) \frac{\partial u_r}{\partial r} \right) + \quad (4)$$

$$\frac{\partial}{\partial z} \left((\mu + \mu_t) \frac{\partial u_r}{\partial z} \right) - (\mu + \mu_t) \left(\frac{u_r}{r^2} + \frac{\rho u_\varphi^2}{r} \right);$$

$$\rho c_p \left(u_z \frac{\partial T}{\partial z} + u_r \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial T}{\partial t} \right) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[r(\lambda + \lambda_t) \frac{\partial T}{\partial r} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[(\lambda + \lambda_t) \frac{\partial T}{\partial z} \right] + \quad (5)$$

$$\frac{Dp}{Dt} + (\mu + \mu_t) \left(\left(\frac{\partial u_z}{\partial r} + \frac{\partial u_r}{\partial z} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial u_z}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_z}{\partial r} \right)^2 \right);$$

$$\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u_z \frac{\partial}{\partial z} + u_r \frac{\partial}{\partial r}; \quad 2\pi \int_{R_1}^{R_2} u_z r dr = G(t); \quad \mu, \lambda, c_p = f(T); \quad (6)$$

Замыкание определяющих уравнений проводится по К–Л модели, так как она более экономична при получении решения и эффективна в описании низкорейнольдсовых процессов. Уравнения баланса кинетической энергии турбулентных пульсаций вблизи твердой поверхности, пренебрегая изменением кинетической энергии вдоль азимутальной координаты, имеют вид:

$$\rho \left(u_z \frac{\partial E}{\partial z} + u_r \frac{\partial E}{\partial r} + \frac{dE}{dt} \right) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r(\mu + \mu_t b_1) \frac{\partial E}{\partial r} \right) + \quad (7)$$

$$\mu_t \left(\frac{\partial u_z}{\partial r} \right)^2 - \frac{b_2 (\mu + b_1 \mu_t)}{L^2} E;$$

$$\rho \left(u_z \frac{\partial L}{\partial z} + u_r \frac{\partial L}{\partial r} + \frac{\partial L}{\partial t} \right) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r(\mu + \mu_t b_3) \frac{\partial L}{\partial r} \right) - b_4 \frac{L}{E} \mu_t \left(\frac{\partial u_z}{\partial r} \right)^2 + B b_5 \sqrt{E \rho} \left(1 - \frac{L^2}{(R-r)^2} \right); \quad (8)$$

Значения констант b_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$) и выражение для B в К–Л модели следующие: $b_1=0,4$; $b_2=3,93$; $b_3=0,35$; $b_4=0,125$; $b_5=f(c, Ri)$; $B=b_6+b_7/Re$; $b_6=0,3$; $b_7=1,75$, где Ri – число Ричардсона.

При расчете используем модификацию Лаундера–Шарма и введем коэффициент Ричардсона:

$$Ri = \frac{\frac{u_\varphi}{r} \frac{\partial u_\varphi}{\partial r}}{\left[\left(\frac{\partial u_z}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_\varphi}{\partial r} \right)^2 \right]}; \quad (9)$$

Характерные значения тонких параметров турбулентности в начальный момент времени представляют собой однородные распределения. Масштаб турбулентности зададим с помощью эмпирического соотношения Прандтля–Никурадзе:

$$\frac{L_0}{R} = l_0 + l_1 \left(\frac{2}{R} \right)^2 + l_2 \left(\frac{2}{R} \right)^4, \quad E_0 = \frac{3}{2} U_0 Tu^2, \quad (10)$$

где Tu – степень турбулентности.

При определении турбулентных напряжений используется связь Буссинеска:

$$-\overline{\rho u_i u_j} = \mu_t \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} k \delta_{ij}; \quad (11)$$

Заметим, что изучаются режимы с малыми значениями закрутки потока:

$$Ro = \frac{u_\varphi}{u_z} \leq 0,1. \quad (12)$$

В силу чего, пренебрегаем турбулентным напряжением:

$$\overline{\rho u_r u_\varphi}, \overline{\rho u_z u_\varphi}.$$

Из сказанного следует, что коэффициенты молярного переноса импульса и тепла необходимо определять по подходу Колмогорова–Прандтля соотношениями:

$$(-\overline{\rho u_z u_r}) = \mu_t \left(\frac{\partial u_z}{\partial r} + \frac{\partial u_r}{\partial z} \right); \quad \mu_t = \alpha Re_t f_\mu(Re_t);$$

$$Re_t = \rho \sqrt{EL} / \mu; \quad \alpha = 0,2; \quad \lambda_t = \frac{\mu_t c_p}{Pr_t}; \quad (13)$$

Интегрирование системы уравнений осуществляется в области $z \in [0, L], r \in [R_1, R_2]$ при условиях:

–на стенках:

$$r = R_1 = R_2 : u_z = u_r = E = L = 0, T = T_w, u_\varphi(R_1) = \omega_1, u_\varphi(R_2) = \omega_2; \quad (14)$$

–на входе:

$$z = 0, r \in [R_1; R_2] : u_z = U_0, u_r = V_0, u_\varphi = W_0, E = E_0, L = L_0, T = T_0; \quad (15)$$

–на выходе:

$$z = Z_k : \frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0; \quad (16)$$

Индекс 0 относится к входному сечению, w – к границе жидкость – стенка.

В начальный момент времени имеем:
 $t = t_0, z \in [0, X_k], r \in [R_1, R_2]: T = T_n, u_z = U, u_r = V, u_\varphi = W;$ (17)

Основной особенностью, наблюдавшейся во всех экспериментах, был перемежающийся характер режима течения. Расчеты и библиографический анализ и показывает, что нагрев среды и изменение ее свойств существенно изменяют характер течения. В таких условиях часто возникают переходные процессы, сопровождаемые ламинаризацией. Вращение среды повышает турбулентное перемешивание в ядре потока, активный рост турбулентных пульсаций отмечен в вязком подслое и буферной зоне, и затем, по мере движения потока, зона интенсификации пульсационного движения перемещается в приосевую часть канала.

УДК 621.01

ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЯЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ

Х.Х. Касимов, Н.Р. Баракаев, К.Б. Хусанов, Г.А. Бахадиров
ИМСС АН РУз, ТИХТ, ТАУ, ИМСС АН РУз

Ступенчатые, бесступенчатые, клиноременные, плоскоременные передачи с переменными передаточными отношениями достаточно широко используются в различных отраслях промышленности, так как там частота использования лентопротяжных механизмов очень высока. С целью плавного изменения скоростных режимов в выходных звеньях даётся преимущество бесступенчатым передачам.

Анализ многообразия клиноременных вариаторов с автоматическим управлением, описанных в технической литературе, показывает, что их системы управления содержат механизмы, приводимые в движение с помощью электродвигателей, электромагнитных муфт, гидравлических либо пневматических систем. Когда управляющие механизмы с приводом от электродвигателя, то при обосновании выбора системы механизма необходимо более подробно рассмотреть механизмы с точки зрения процесса управления и сформулировать требования, которым должен удовлетворять управляющий механизм клиноременных вариаторов. Так как клиноременные вариаторы выбираются в зависимости от диапазона регулирования и обеспечения заданного силового режима.

Наиболее простым в конструктивном исполнении является управляющий механизм клиноременного вариатора с одним регулируемым шкивом и одним подпружиненным диском. Где управляющий механизм осуществляет поступательное перемещение приводного электродвигателя, на валу которого установлен ведущий шкив с одним подпружиненным диском. Для осуществления поступательного перемещения двигателя со шкивом используется механизм типа винт–гайка. Для фиксации двигателя, а вместе с ним и передаточного отношения вариатора, управляющий механизм должен обладать самоторможением. В случае подпружинивания обо-

их дисков шкива жесткость обеих пружин должна быть одинаковой. Даже при малом отличии жесткости обеих пружин будет происходить различное перемещение подвижных дисков, что приведет к перекосу ремня со всеми вытекающими отрицательными последствиями. Здесь также управляющий механизм осуществляет поступательное перемещение приводного двигателя со шкивом и должен обладать самоторможением после окончания процесса регулирования для фиксации передаточного отношения.

В вариаторах с двумя регулируемым шкивами, один из которых имеет подпружиненный диск, управляющий механизм вариатора [1, 2] содержит и винтовой для осуществления самоторможения. Если в цепи управления клиноременным вариатором не содержится самотормозящий механизм, то для фиксации управляемого подвижного диска, а вместе с ним и передаточного отношения, необходимо устанавливать специальное тормозное устройство, что усложняет конструкцию вариатора. Кроме того, введение дополнительных механизмов снижает надежность системы. Таким образом, на основе вышеизложенного можно сформулировать одно из требований, предъявляемых к управляющему механизму – он должен обладать самоторможением с целью фиксации передаточного отношения вариатора.

Необходимо отметить, что наличие самотормозящего механизма в цепи управления клиноременным вариатором увеличивает его быстродействие по сравнению со случаем отсутствия такого механизма в цепи управления. Допустим, что необходимо изменить передаточное отношение вариатора на величину ΔU , для чего следует перевести управляемый подвижный диск на величину $\Delta X_i, i=1,2$.

Пусть участок ОА (рис. 1) соответствует разгону управляющего электродвигателя, участок АД – установившемуся режиму, а DN – выбегу системы при отключенном двигателе.

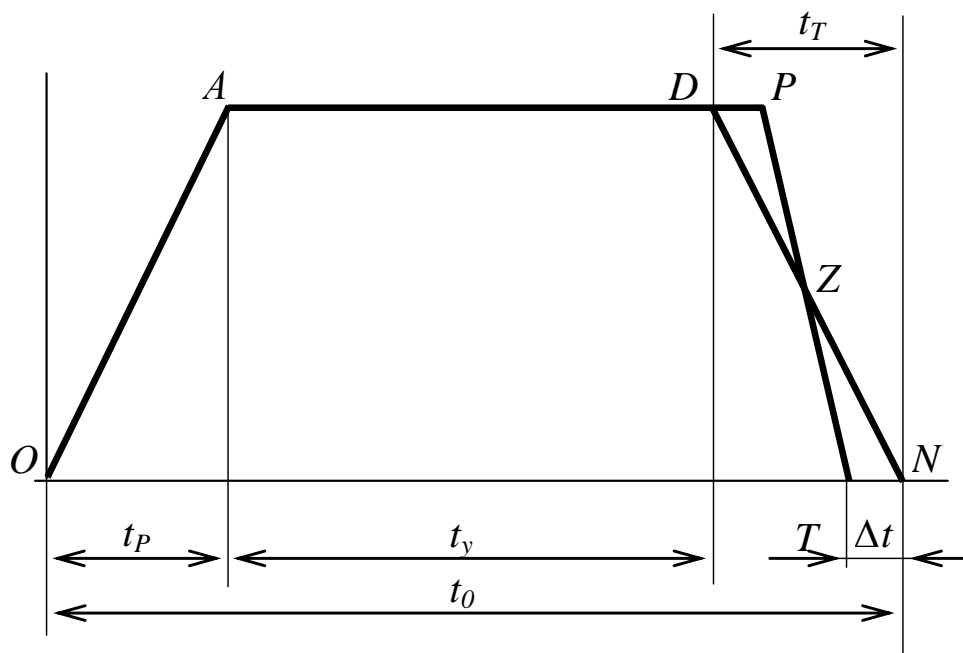


Рис. 1

За время рабочего цикла t_0 подвижный диск должен отработать перемещение ΔX_i , равное

$$\Delta X_i = \int_0^{t_0} \dot{X}_i dt = S_{OADN} .$$

Перемещение ΔX_i определяется площадью S фигуры OADN. Наличие самотормозящего механизма в системе изменяет наклон кривой, по которой происходит выбег, уменьшая время t_T выбега или торможения механизма. Но так как управляющий механизм за время рабочего цикла должен отработать заданное перемещение $\Delta X_i = S_{OADN}$, то площадь под кривой $\dot{X}_i = \dot{X}_i(t)$ должна остаться постоянной. В этом случае увеличится участок установившегося движения и станет $AP > AD$, но при этом уменьшится время выбега t_T и время рабочего цикла t_0 на Δt величину и, таким образом, повысится быстродействие вариатора. Из сказанного следует, что с целью повышения быстродействия клиноременного вариатора следует по возможности уменьшать время выбега управляющего механизма. Это можно сделать за счет использования в его цепи самотормозящего механизма.

В цепи управления клиноременных вариаторов помимо самотормозящих винтовых и червячных механизмов используются различные типы рычажных, а также зубчатых механизмов с неподвижными и подвижными осями. Наличие кинематических пар в указанных механизмах приводит к появлению зазоров, которые влияют на точность перемещения звеньев управляющего механизма и быстродействие особенно в зоне так называемого подстроечного режима управления, при котором имеет место частое реверсирование управляющего электродвигателя, обусловленное точной настройкой необходимой скорости ведомой вариатором системы. Кроме того, в подстроечном режиме работы управляющего механизма на точность перемещения его звеньев будет оказывать влияние податливость звеньев управляющего механизма.

Таким образом, для увеличения точности управления вариатором, повышения быстродействия работы управляющего механизма и всего вариатора в целом следует выбирать управляющие механизмы с возможно меньшим числом кинематических пар, уменьшать число податливых звеньев в цепи управления и повышать жесткость звеньев управляющего механизма.

Необходимо отметить, что управляющий механизм, обладающий большим передаточным отношением, позволяет более точно осуществить настройку вариатора на заданный скоростной режим в силу того, что на один оборот управляющего двигателя приходится меньше перемещение

подвижного диска и ошибка в управлении двигателем МР меньше окажет влияние на величину перемещения подвижного диска.

Нами [3–5] были рассмотрены управляющие механизмы вариаторов с одним регулируемым шкивом и двумя, где один из шкивов управляемый, а второй имеет один либо два подпружиненных диска. Рассмотрим теперь вариаторы с принудительным перемещением дисков на обоих шкивах. При этом управляемыми могут быть по одному диску на каждом шкиве, а вторые жестко связаны с валами вариатора либо оба диска на каждом шкиве. В этом случае для обеспечения постоянного натяжения ремня необходимо, чтобы часть управляющего механизма, осуществляющая связь между подвижными дисками, воспроизводила функцию положения $X_2 = P(\alpha_i)$, которая получена из условия постоянства длины ремня. Таким образом, при синтезе управляющего механизма его параметры необходимо рассчитывать так, чтобы часть управляющего механизма, связывающая подвижные диски шкивов, воспроизводила функцию положения $X_2 = P(\alpha_1)$. В противном случае в процессе управления будет меняться предварительное натяжение ремня со всеми вытекающими отсюда последствиями. В тех случаях, когда за счет подбора параметров механизма нельзя обеспечить выполнение функции положения $X_2 = P(\alpha_1)$, в цепи управляющего механизма следует использовать кулачковые механизмы либо делать криволинейными рабочие поверхности дисков, когда угол клина 2γ канавки шкива становится переменным и изменяется в зависимости от диаметра положения ремня на шкивах. Однако, использование кулачков в управляющих механизмах либо криволинейных профилей дисков усложняет конструкцию и изготовление вариатора. Кроме того, вытяжка ремня приводит к тому, что меняется функция положения $X_2 = P(\alpha_1)$ за счет увеличения длины ремня. Устранить указанные недостатки при двух принудительно управляемых шкивах позволяет подпружинивание одного из дисков шкивов. Подпружинивание одного диска ведомого либо ведущего шкива при двух управляемых шкивах осуществляется в зависимости от того, какой силовой режим вариатору необходимо обеспечить: постоянной мощности либо постоянного вращающего момента на ведомом шкиве.

Таким образом, при двух принудительно управляемых шкивах вариатора один из дисков шкива целесообразно подпружинить. За счет подпружинивания будет компенсироваться невыполнение управляющим механизмом функции положения $X_2 = P(\alpha_1)$. Но при этом, следует отметить, будет иметь место незначительный перекоп ремня.

Список литературы:

1. Пронин Б.А., Ревков Г.А. Бесступенчатые клиноременные и фрикционные передачи. – М.: Машиностроение, 1980. – 320 с.
2. Мальцев А.В. Определение усилий регулирования вариаторов с гибким

промежуточным звеном // Вестник машиностроения, 1983.–№2.– стр. 32–35.

3. Бахадиров Г.А., М.Б.Набиев. Анализ переходных режимов клиноременных вариаторов. Проблемы механики, №5–6, 2004 г. стр. 49–53.
4. Bahadirov G., Rizaev A., Nabieb M., Bahadirov K. Analysis of transmitted regimes of wedge–belt variators. ModTech International Conference – New face of TMCR Modern Technologies, Quality and Innovation – New face of TMCR 21–23rd May 2009, Technical University „Gheorghe Asachi” of Iasi, Romania, <http://www.modtech.ro/Section2%20Manufacturing.doc>. http://www.modtech.ro/2009/publication/B/Bahadirov_Gayrat_A1.pdf
5. Бахадиров Г.А., Ризаев А.А., Баракаев Н.Р., Набиев М.Б. Математическая модель машинного агрегата с клиноременным вариатором. «Прикладные задачи математики и механики». Материалы XVIII международной научно–технической конференции. Севастополь, 13–17 сентября 2010 г. Изд–во СевНТУ, 2010.–240 с. стр. 141–145.

УДК 622.271.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕСУРСА ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНЫХ РАБОТ МОЩНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

В.Ф. Колесников, А.И. Корякин

ГУ КузГТУ

Технологический ресурс экскаватора в значительной мере определяется технологией обработки экскаваторной заходки, регламентированными перерывами, влиянием климатических условий, организацией взрывных работ и надежностью экскаватора.

К технологическим факторам относится длина траектории перемещения экскаватора, во время которого не производятся выемочно–погрузочные работы. Выемочно–погрузочные работы также не производятся во время ведения взрывных работ. Климатические условия могут ограничить время работы экскаватора при низких температурах. Надежность экскаватора влияет на устойчивость режима выемочно–погрузочных работ и возникающие простои из–за выхода из строя деталей и узлов экскаватора.

Рассмотрим влияние этих факторов на технологический ресурс мощных экскаваторов при обработке уступа крепких пород с применением буровзрывной подготовки.

Длина траектории перемещения экскаватора при обработке взорванного блока зависит от рабочих параметров экскаватора, ширины развала пород после взрывного рыхления и порядка его обработки.

Большая ширина развала (60÷80м), практикуемая на разрезах, дает возможность обрабатывать взорванную породу не только параллельными заходками, но и заходками разного направления с зигзагообразным движе-

нием экскаватора, что позволяет сократить время на его холостое перемещение (рис. 1).

Длина перемещения экскаватора вдоль забоя

$$L_{\Pi_1} = B_p - R_{\text{ч.у}}^{\max} \cdot (1 - \sin \psi) \quad (1)$$

Длина перемещения экскаватора перпендикулярно забою

$$L_{\Pi_2} = R_{\text{ч.у}}^{\max} - R_{\text{ч.у}}^{\min}, \quad (2)$$

где $R_{\text{ч.у}}^{\max}$ и $R_{\text{ч.у}}^{\min}$ – максимальный и минимальный радиусы черпания на уровне стояния экскаватора; ψ – угол между осью движения экскаватора вдоль развала пород и линией его черпания на уровне стояния, град.

Общая длина траектории перемещения экскаватора при отработке блока с БВР

$$L_{\text{об}} = L_{\text{б}} \left[1 + \frac{1}{R_{\text{ч.у}}^{\max} - R_{\text{ч.у}}^{\min}} \right] \left[B_p - R_{\text{ч.у}}^{\max} - R_{\text{ч.у}}^{\max} \cdot \sin \psi \right] - R_{\text{ч.у}}^{\max} - R_{\text{ч.у}}^{\min}, \quad (3)$$

где $L_{\text{б}}$ – длина экскаваторного блока, м.

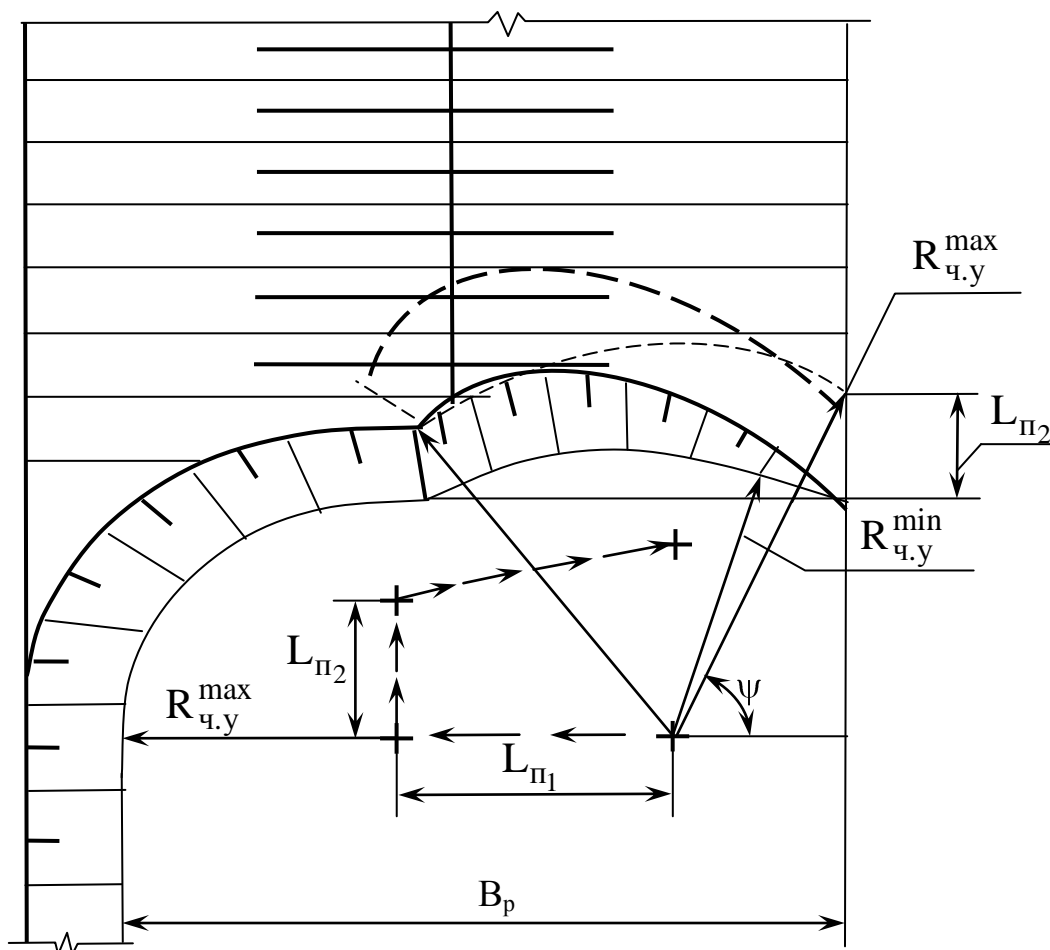


Рис. 1. Схема к расчету длины перемещения экскаватора при отработке развала пород

Время на переезды от одного места стояния до другого вдоль забоя

$$T_{\Pi} = \frac{L_{\Pi 1}}{v_{\Pi.э}} = \frac{B_p - R_{ч.у}^{\max} - 1 - \sin \psi}{V_{\Pi.э}} \quad (4)$$

где $v_{\Pi.э}$ – скорость перемещения экскаватора, м/час

Время на перемещение экскаватора перпендикулярно к линии забоя (развала)

Тогда

$$T_{\Pi} = \frac{L_{\Pi 2}}{v_{\Pi.э}} = \frac{R_{ч.у}^{\max} - R_{ч.у}^{\min}}{v_{\Pi.э}} \quad (5)$$

Общее время на перемещение экскаватора в процессе выемочно–погрузочных работ при обработке блока составит

$$T_{об} = \frac{L_{об}}{v_{\Pi.э}} \quad (6)$$

Но перед взрывом очередного блока экскаватор по правилам безопасности должен быть отогнан назад на расстояние $L_{без}$ с последующим возвращением к развалу на расстояние $L_{пос} = L_{без} - \Delta B_p$. Тогда общая длина перемещения экскаватора при отработке блока с учетом отгона экскаватора при БВР составит

$$L_{об}^{БВР} = L_{об} \left[1 + \frac{1}{R_{ч.у}^{\max} - R_{ч.у}^{\min}} \right] \left[B_p - R_{ч.у}^{\max} + \sin \psi \right] - \left[R_{ч.у}^{\max} - R_{ч.у}^{\min} \right] + 2L_{без} - \Delta B_p, \quad (7)$$

где ΔB_p – приращение развала пород к ширине буровзрывной заходке, м.

И общее время на перемещение экскаватора при отработке вскрышного блока с БВР составит

$$T_{об}^{БВР} = \frac{L_{об}^{БВР}}{v_{\Pi.э}} \quad (8)$$

Время на отработку блока по выемочно–погрузочным работам

$$T_{ВПР} = \frac{A \cdot H_y \cdot L_{об}}{Q_э^{\text{тех}}}, \quad (9)$$

где A – ширина заходки по целику, м; H_y – высота уступа, м;

$L_{об}$ – длина блока, м; $Q_э^{\text{тех}}$ – техническая производительность экскаватора, м³/час

$$Q_3^{\text{тех}} = \frac{3600 \cdot E_k \cdot K_H}{t_{\text{ц.р}} \cdot K_p}, \quad (10)$$

где $t_{\text{ц.р}}$ – продолжительность рабочего цикла экскаватора, с; E_k – вместимость ковша экскаватора, м³; K_H – коэффициент наполнения ковша; K_p – коэффициент разрыхления взорванных пород.

Время отработки блока с учетом влияния буровзрывных работ составит

$$T_{\text{отр}} = T_{\text{об}}^{\text{БВР}} + T_{\text{ВПР}} =$$

$$= \left\{ L_{\text{б}} \left[1 + \frac{1}{R_{\text{ч.у}}^{\text{max}} - R_{\text{ч.у}}^{\text{min}}} \right] \left[B_p - R_{\text{ч.у}}^{\text{max}} + \sin \psi \right] - \left[R_{\text{ч.у}}^{\text{max}} - R_{\text{ч.у}}^{\text{min}} \right] \cdot 2 \cdot L_{\text{без}} - \Delta B_p \right\} / v_{\text{п.э}} + \frac{A \cdot H_y \cdot L_{\text{б}}}{Q_3^{\text{тех}}}, \quad (11)$$

где $v_{\text{п.э}}$ – скорость перемещения экскаватора, м/ч; A – ширина заходки по целику, м; H_y – высота уступа, м; $L_{\text{б}}$ – длина экскаваторного взрываемого блока, м; $Q_3^{\text{тех}}$ – техническая производительность экскаватора, м³/час

Общее время отработки взорванного блока с учетом регламентированных перерывов ($T'_{\text{р.п}}$) составит

$$T_{\text{отр}}^{\text{р}} = T_{\text{отр}} + T_{\text{отр}} \frac{T'_{\text{р.п}}}{60} = T_{\text{отр}} \left(1 + \frac{T'_{\text{р.п}}}{60} \right). \quad (12)$$

Среднечасовая производительность экскаватора по отработке взорванного блока

$$Q_{\text{ч}}^{\text{э}} = \frac{A \cdot H_y \cdot L_{\text{б}}}{T_{\text{отр}}^{\text{р}}}. \quad (13)$$

Пример: Расчет среднечасовой производительности экскаватора РН-4100

Принято: $H_y = 20\text{м}$; $A = 20\text{м}$; $L_{\text{б}} = 100\text{м}$; $R_{\text{ч.у}}^{\text{max}} = 21\text{м}$;
 $R_{\text{ч.у}}^{\text{min}} = 9\text{м}$; $E_k = 56\text{м}^3$; $t_{\text{ц.р}} = 32\text{с}$; $B_p = 40\text{м}$; $L_{\text{без}} = 200\text{м}$;
 $\Delta B_p = 20\text{м}$; $v_{\text{п.э}} = 200\text{м/ч}$ – с учетом подготовки трассы.

$$T_{\text{отр}}^p = \left\{ \frac{100 \left[1 + \frac{1}{1-9} \right] \left[10 - 21 \left(+ \sin 30^\circ \right) \right]}{- \left[1-9 \right] - 2 \cdot 200 - 20} \right\} / 200 +$$

$$+ \frac{20 \cdot 20 \cdot 100 \cdot 32 \cdot 1,4}{3600 \cdot 56 \cdot 1,2} =$$

$$= \left[0,8 \cdot 8,5 - 12 - 400 - 20 \right] / 200 + 7,4 = 9,8 \text{ ч}$$

$$Q_{\text{с.ч}}^{\text{э}} = \frac{20 \cdot 20 \cdot 100}{9,8} = 4081 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

С учетом влияния климатических условий ($K_{\text{кл}}$) и надежности ($K_{\text{нд}}$) прогнозная нормативная среднечасовая производительность РН-4100 составит

$$Q_{\text{с.ч}}^{\text{э.к}} = Q_{\text{с.ч}}^{\text{э}} \cdot K_{\text{кл}} \cdot K_{\text{нд}} = 4081 \cdot 0,95 \cdot 0,96 = 3722 \text{ м}^3/\text{час}$$

Техническая производительность данного экскаватора без учета всех рассмотренных факторов составит $Q_{\text{ч}}^{\text{э}} = 5400 \text{ м}^3/\text{час}$

Данный пример показывает, что климатические условия, надежность работы экскаватора и его перемещения по рабочей площадке оказывают значительное влияние на технический ресурс выемочно-погрузочных машин большой единичной мощности.

УДК 620.22

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТМАСС КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ В ГОРНОМ ОБОРУДОВАНИИ

Н.К. Колмакова, Е.В. Тяпкина

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

Актуальность:

По многим прочностным характеристикам пластмассы давно стали заменителями металла, а по ряду свойств (стойкости к различным средам, диэлектрическим и другим) они существенно превосходят металлы. Несмотря на это их применение в производстве горного оборудования весьма ограничено.

Цель: проанализировать преимущества пластических материалов перед металлическими

Задачи:

1. Рассмотреть какие пластмассы уже применяются в горном машиностроении;

2. Выявить по литературным источникам деформационные, прочностные свойства пластмасс, сравнить их с аналогичными свойствами металлов;
3. Сделать выводы о возможности использования пластмасс вместо металлов и их сплавов.

Таблица 1. Применение пластмасс в горном машиностроении

Материал	Область применения
Наполненный полиэтилен низкого давления, наполнители – сажа, TiO ₂ .	Корпусные детали шахтных головных светильников.
Поликапролактан	Рабочие колеса шахтных центробежных насосов, корпусные детали аккумуляторов шахтных электровозов.
Полипропилен	Рабочие колеса насосных оросительных установок
Стеклопластик, армированный износостойкой сталью	Углеспускной рештак
Стеклопластик с покрытием каучукоэпоксидным герметиком	Водоотливные трубы
Стеклопластик (стекложгутровая ткань ЖСТ, связующее – смола ПН-1)	Обшивка железнодорожного грузового полувагона; кабина, детали воздухопровода, корпус вентилятора и другие детали торфяного комбайна
Полиамиды, фторопласты	Подшипники скольжения, применяемые в электровозах, пластинчатых питателях, шаровых мельницах, приводных и натяжных станциях ленточных конвейеров, центробежных насосах, буровых агрегатах; уплотнения
Стекловолокниты анизотропные, изотропные	Скипы, трубы для эксплуатации глубоких скважин, шахтная крепь
Стеклопластики	Кожухи редукторов шахтных электровозов, шахтные вагонетки
Капролактан с наполнителями: сажа, графит	Вкладыши подшипников скольжения угольных, горнорудных, торфяных машин (шахтные оросительные насосы, лебедки, конвейеры и пр.), не испытывающие ударных нагрузок
Древпресскрошка на основе фенолформальдегидной смолы с пропиткой веретенным маслом; полиамиды, винилпласты, фторопласты, стекловолокниты	Ролики ленточных конвейеров, роликоопоры ленточных конвейеров роторных экскаваторов
Поливинилхлорид, полиамиды	

Полиэтилен	Огнестойкие транспортные ленты Трубы, корпуса рудничных ламп, каски и фляги; лопатки элеваторов, работающих на обогатительных фабриках в агрессивной среде
------------	---

Таблица 2. Сравнительные характеристики металлических сплавов и пластмасс

материалы	Предел прочности при растяжении, МПа
Металлические сплавы	
Литейные стали	
08ГДНФЛ	450
25Л	450
Хладнстойкие стали	
15Л	413
15ГЛ	476
15ГСЛ	490
15ХГСЛ	510
15ХГСМЛ	534
Коррозионно–стойкие стали	
08Х17Т(0Х17Т)	505
2Х18Н4Г5Д	640
12Х18Н9Т (Х18Н9Т)	500
Низколегированные термически обработанные стали	
10Г2С1	430
14Г2АФД	550
10ХНДП	480
15ХСНД	500
10ХСНД	530
17ГС	500
Деформируемые алюминиевые сплавы	
Амг3	190
Д1	410–480
Д16	440–520
АВ	220
В95	540–600
Алюминиевые литейные сплавы	
АЛ2	180
АЛ4	220
АЛ9	220
АЛ7	260
Деформируемые латуни (отожженные)	
Л62	330

ЛАЖ60–1–1	450
ЛАН59–3–2	380
ЛЖМц59–1–1	450
ЛО90–1	280
ЛС60–1	370
Литейные латуни (литье в земляные формы)	
ЛЦ38А1Ж1Л	380
ЛЦ38Мц2С2	250
ЛЦ40С1	215
ЛЦ23А6Ж3Мц2	600
Пластмассы	
Стеклотекстолит КАСТ–В (ГОСТ 10292–62)	230
Стеклопластик СВAM (СТУ 12249–61)	450
Стеклопластик прессовочный АГ–4 марка С	500
Пластик древеснослоистый ДСП–Б	220

Пластмассы немногим отличаются от металлов по пределу прочности на растяжение, что показано в таблице. Некоторые свойства пластмасс превосходят свойства металлических сплавов стойки к различным средам, в том числе не подвержены коррозии. Пластмассы являются диэлектриками. Они обладают повышенной, по сравнению с металлами, усталостной прочностью при работе в воде.

К материалам, применяемым для изготовления деталей горных машин, предъявляется целый ряд специфических требований:

1. Стесненность рабочего пространства в подземных условиях требует изготавливать детали небольших габаритов;
2. Высокие нагрузки, возникающие в узлах забойных машин, требуют изготовления деталей, способных выдерживать высокие статические, динамические и циклические нагрузки;
3. Абразивность среды в условиях как подземных, так и открытых разработок требует применения деталей горных машин с высокой износостойкостью;
4. Агрессивность среды (температура, состав шахтных вод, шахтная атмосфера) – способствует коррозии металла, в результате ежегодно теряется 15% металла.

Выполнение всех этих требований ведет к удорожанию материала за счет введения в состав этих сталей легирующих элементов из дорогостоящих тугоплавких металлов (Ti, Cr, Mo, W и др.)

Применение полимерных материалов – композиционных, обеспечивающих более высокий предел прочности, предел выносливости, более высокую удельную прочность, модуль упругости, меньшую склонность к трещинообразованию, чем у обычных материалов, позволяет существенно снизить материалоемкость, так как удельная прочность у композиционных материалов в 2,5 раза больше, а коэффициент использования материала в 1,8 раза больше, чем у стали.

Полимерные материалы применяются в качестве элементов индивидуальных крепей очистных забоев. Цилиндр изготавливают из металлопластиковой трубы, внутренней деталью которой является труба из дюрала Д16Т. На трубу наматывается стеклопластиковая оболочка из стеклоткани, волокна которой пропитаны эпоксифенольнобутварным связующим на основе клея БФ–4, фенольной 214 и эпоксидной ЭД–6 слоя. Нижняя опора стойки – пята, изготавливается из спрессованного стеклопластика АГ–4С. Жесткие верхняки для крепления кровли очистных забоев при узкозахватной выемке угля на пластах мощностью свыше 1,7м при работе с гидростойками, сопротивлением не более 2кН изготавливают из стеклопластика АГ–4СН.

Широкое применение получили композиционные полимерные материалы в качестве крепления и улучшения состояния горных выработок. Клеевые композиционные материалы применяют для герметизации пористых сварочных швов оборудования. При ремонте шахтных компрессоров полимерные клеи используются для восстановления дефектов в стеках цилиндров – усадочных раковин, трещин, уменьшения размеров детали и др. В качестве основы полимерного композиционного клея применяются эпоксидированная наволочная смола горячего отверждения типа УП–643, изометилтетрагидрофталевый ангидрид и ускоритель – триметиламинометилфенол. В зависимости от характера дефектов и условий работы деталей в клей вводят наполнители – металлический порошок, графит, алюминиевую пудру и др.

Таблица 3. Предел прочности при растяжении композиционных материалов с неметаллической матрицей

Материал	Предел прочности при растяжении, МПа
Стекловолокнит	80–500
Карбоволокнит (КМУ–1л)	650
Бороволокнит (КМБ–1м)	1300
Органоволокнит (с эластичным волокном)	100–190

В горном машиностроении и горном деле композиционные материалы применяются и должны найти применение для деталей фрикционного и антифрикционного назначения, бурового инструмента (коронки), деталей конвейеров, комбайнов, электродов, электроконтактов.

Список литературы:

1. Материаловедение и технология металлов. Под ред. Г.П. Фетисова М.: Высшая школа, 2007.–862с.
2. Материаловедение в горном машиностроении. Учебное пособие М: изд-во Московского государственного горного университета, 2000.–272 с.

УДК 622

ДОБЫЧА И УТИЛИЗАЦИЯ МЕТАНА ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

С.А. Крапивин, Н.Г. Манюшкин, А.И. Жаров, А.В. Ремезов

Филиал КузГТУ в г. Белово

ГУ КузГТУ

Горное производство, имеющее своей целью добычу полезного ископаемого подземным способом, в данном случае каменного угля, с первых шагов своего развития сопровождалось попутным добыче угля выделением рудничного газа, в состав которого входит газ – метан. По уровню отрицательного влияния на ход ведения горных работ он не уступает, а даже превосходит проявления горного давления, обводнённости, пылевыделения, тепловыделения и др.

Многие годы проблемы угольного метана подвергались научным исследованиям и разработкой соответствующих технических, технологических и организационных решений, но в основном с позиций обеспечения безопасных и эффективных условий для горного производства. Однако в последнее время, эти проблемы всё больше связывают с необходимостью использования газа метана как энергоносителя, а также как экологическую вредность, отрицательно влияющую на озоновый слой Земли в части потепления её атмосферы.

Газоносные угольные месторождения Российской Федерации, разрабатываемые в Кузнецком и Печорском бассейнах, имеют прогнозные ресурсы метана в угленосных толщах 25–32 триллионов м³, промышленные ресурсы в пределах полей действующих и строящихся шахт составляет 1100–1200 млрд. м³ [1]. Возможные объёмы извлечения метана составляют 5–7 млрд. м³ в год. Наиболее перспективным для извлечения и использования шахтного газа метана является Кузнецкий бассейн. Это установлено детальным прогнозом запасов метана в промышленных и балансовых

запасах угля, глубоким анализом газоносности толщи бассейна и метанообильности шахт.

Способы управления газовой выделением регламентируются абсолютной газообильностью выемочного участка, которая представлена тремя диапазонами: 0–12 м³/мин, 12–24 м³/мин и более 24 м³/мин [1]. В первом диапазоне газообильности управлением газовой выделением осуществляется средствами вентиляции, но этот способ не отличается стабильностью и при увеличении газообильности заметно ухудшаются горнотехнические и экономические показатели работ.

При этом с увеличением газообильности очистных забоев снижаются средние значения нагрузки на очистной забой, производительности труда по добыче, возрастают выбросы в атмосферу шахтного газа, содержащего метан, пыль и тепло. Себестоимость добычи угля растёт и увеличивается на 12% от уровня не газовой шахты.

В диапазоне газообильности 12–24 м³/мин эффективное управление газовой выделением осуществляется рациональным сочетанием методов вентиляции и дегазации. За счёт изолированного отвода части метана, минуя атмосферу горных выработок, сокращаются расходы воздуха вентиляционных струй и выбросы пыли и тепла. Перспективным направлением является промышленное использование метана для повышения энергооборужённости производственных процессов.

При газообильности выемочного участка более 24 м³/мин рекомендуется его отработка в инертной газовой среде. Применение этого способа обеспечивает снятие ограничения по газовому фактору, сокращение выбросов в атмосферу шахтного газа, пыли и тепла, интенсивную утилизацию метана.

Большинство шахт в настоящее время эксплуатируются в условиях второго диапазона газообильности, в связи с чем осуществляется управление газовой выделением с помощью дегазации, которая насчитывает более 30 способов и технологических схем, наиболее распространёнными из которых являются:

1. предварительная пластовая дегазация;
2. дегазация выработанного пространства скважинами, пробуренными с поверхности;
3. дегазация выработанного пространства скважинами из подготовительных выработок;
4. барьерная дегазация.

Предварительная дегазация, как правило, производится при наличии неразгруженного горного массива и применяется для снижения метанообильности призабойного пространства лавы за счёт извлечения метана из пласта до начала очистных работ. Преимуществами способа являются снижение экстремальных выделений метана в период ведения очистных работ, возможность значительно повысить нагрузку на очистной забой,

возможность комплексного использования пластовых дегазационных скважин для нагнетания воды в пласт в целях борьбы с пылеобразованием.

К недостаткам относятся: длительный период предварительной дегазации (свыше 100–150 суток), ограниченная область применения из-за низкой газопроницаемости разрабатываемых пластов и техническая сложность бурения пластовых скважин с вязкими и сыпучими углями. Эффективность предварительной дегазации определяется газопроницаемостью угольных пластов, сеткой заложения скважин и продолжительностью их использования.

Наиболее технологичным и эффективным способом извлечения метана в широком диапазоне горно-геологических условий являются вертикальные скважины, пробуренные с поверхности в разгруженный горный массив. Этот способ позволяет извлекать метан из всех источников (сближенные пласты, газоносные породы и выработанные пространства), разделить в пространстве горные работы и работы по извлечению газа, применить мощную буровую технику и уменьшить общий объем работ по дегазации.

Вертикальные скважины увеличивают извлечение метана из подработанных пластов и пород в 1,5–2 раза и являются не столько дегазирующими, сколько метановыделяющими (или метанодобывающими). Если этот факт считать недостатком в вопросе эффективности дегазации действующих выработок шахты, то в технологии извлечения (добычи) метана как энергоносителя для целей промышленной утилизации и химического производства, он является положительным.

Широко используются дегазация выработанного пространства скважинами, пробуренными из горных выработок. При отработке сближенных пластов в благоприятных горно-геологических условиях используется пластовая дегазация под- и надрабатываемых пластов. Дегазацию можно осуществлять через скважины, как по наслоению, так и в крест пласта в зависимости от глубины разработки и соответствующих значений природного давления газа и метаноотдачи пласта. Скважины бурят на оптимальном расстоянии между скважинами от 5 до 20 м. Продолжительность дегазации от нескольких месяцев до двух лет.

При ведении подготовительных работ конвейерный или откаточный штрек проводится с бурением скважин из боковых ниш нарезаемых проходческим комбайном в шахматном порядке. Барьерные скважины выполняют роль разведочно-дегазационных, позволяя не только определить давление газа, но и своевременно обнаруживать газонапорные трещины, дизъюнктивные нарушения. Содержание метана в извлекаемом этими скважинами газа составляет 2–12% из-за хорошей аэродинамической связи атмосферы выработок и дегазационной скважины.

Применяемые способы управления газовойделением в шахтах, в том числе и высокоэффективные комплексные схемы дегазации с активным воздействием на газонасыщенный углепородный массив, были научно раз-

работаны, технически и технологически оснащены и широко используются в промышленных условиях в основном с целью обеспечения безопасных и безаварийных условий работы газообильных шахт.

Вместе с тем, возросшая необходимость интенсификации угольного производства путём внедрения более совершенных и высокопроизводительных комплексов очистного и проходческого оборудования, транспортных средств и другого оборудования нового технического уровня, требовала повышения энерговооружённости производственных процессов шахт в первую очередь за счёт внутренних ресурсов – попутного добываемого с углём энергоносителя газа–метана.

С этой целью поставлена задача использовать огромный потенциал дегазационных работ в направлении выбора наиболее приемлемых и одновременно высокоэффективных способов и комплексных схем дегазации шахт для рационального, целенаправленного извлечения и эффективной утилизации каптируемого газа–метана с получением дополнительной тепловой и электрической энергии для нужд производства, а также моторного топлива для автотранспорта технологического назначения и продажи сторонним потребителям с целью получения дополнительной прибыли для целей развития производства.

Рассмотрим зарубежный опыт по утилизации метана на шахтах Австралии:

Шахта «Тауэр»

Годовая добыча угля составляет 1,5 млн. тонн в год. На шахте одна лава оборудована очистным комплексом и три забоя, оборудованные проходческими комплексами «Джой». Производительность лавы составляет 11000 тон в сутки. Относительная газообильность шахты без дегазации 15 м³/т и 1 м³/т после дегазации. Дегазация осуществляется скважинами, пробуренными с поверхности. Содержание метана 50 – 60 %. На шахте готовят установку для утилизации метана. Численность на шахте 265 человек и 45 человек инженерно – технических работников, не считая численность подрядных организаций.

Шахта «West Klift»

Годовая добыча составляет 2,3 млн. тонн угля в год. Работают два очистных забоя и шесть подготовительных. Численность трудящихся 420 человек, в том числе ИТР – 50 человек. Для дегазации бурятся скважины по пласту угля (направленное бурение). Максимальная длина скважины составляет 1400м. Газ (метан) утилизируется на электростанции. Электроэнергии достаточно для производства, и около 30% продаётся внешним потребителям. Общая мощность электростанции на шахте составляет 11Мвт.

При бурении скважин контролируется положение бурового инструмента для определения азимута скважины. Скорость бурения скважин 150 метров за семичасовую смену. Длина газового трубопровода по шахте со-

ставляет 20 км. Концентрация газа в трубопроводе более 50%. Каждый год бурят по 100 км скважин.

В ОАО УК «Белон» возможно создание промышленного комплекса по добыче и утилизации шахтного метана на базе:

1. пробуренной и оборудованной системы газодобывающих скважин на выработанное пространство отработанных лав;
2. пробуренных и оборудованных скважин для добычи газа из неразгруженных угольных пластов;
3. стационарных вакуум–насосных станций;
4. оборудование для утилизации метана: шахтная котельная; газомоторные электрогенераторы.

На шахте «Чертинская – Коксовая» природная газоносность разрабатываемых угольных пластов по данным геологоразведки изменяется от 5 до 25 м³/т с.б.м. в зависимости от глубины залегания. Согласно материалам шахты средняя абсолютная метанообильность с учетом каптажа метана, составила 39,6 м³/мин, а относительная метанообильность шахты – 37,97 м³/т. Совместным приказом по ОАО "ПО "Сибирь–уголь" и Кузнецкому управлению Госгортехнадзора России "Об установлении категорий шахт по метану" шахте "Чертинская–коксовая" установлена категория: – "Опасная по внезапным выбросам". Содержание метана в пробах угля изменяется от 0,4% (на глубине 144 м) до 91,2% (на глубине 324 м), возрастая с увеличением глубины.

Разработаны и требуют практической реализации технология обеспечения каптируемым газом метаном бытовых потребителей – жилищного комплекса, предприятий бытового обслуживания. Технология предусматривает как магистральную разводку, так и доставку газа потребителям в специальных ёмкостях.

Осуществляемые работы по повышению в условиях энергетического кризиса эффективности промышленного и бытового использования каптируемого шахтного газа метана носят исключительный характер для создания безаварийных условий труда и реализации газа–метана в условиях рыночной экономики.

Экономическая целесообразность утилизации метана может быть оценена коэффициентом эффективности (K_3) соотношением энергетических затрат на подготовку газа $\Delta z_{ат}$ и получение в результате утилизации $\Delta z_{пол}$:

$$K_3 = (\Delta z_{пол} - \Delta z_{ат}) / \Delta z_{пол}$$

Чем больше K_3 , тем эффективнее по энергетическому критерию способ использования шахтного метана.

Список литературы:

1. Добыча и утилизация метана при подземной разработке угольных месторождений. Н. Н. Красюк, Д. И. Жмуровский, С. С. Золотых, А. И. Жаров МГГУ, Москва 1989 г.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ УЧАСТКОВ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ШАХТАХ МЕЖДУРЕЧЕНСКА**

М.И. Кузикова, И.М. Савчина
ГУ КузГТУ

Научный руководитель: В.А. Скукин, к.т.н., доцент

Междуреченский район представляет собой участки месторождений с благоприятным залеганием пластов. В этом районе действует 8 шахт и 6 разрезов. Объем добычи угля на шахтах и разрезах Междуреченска увеличивался в период с 2006 по 2007 гг. Максимальный объем добычи за последние 6 лет был достигнут в 2007 г. – 19696,2 млн. тонн на разрезах и 19526,8 млн. тонн на шахтах. С 2007 по 2009 гг. происходило снижение объема добычи, однако в 2010 г объем добычи вновь стал расти [6].

Наибольший объем добычи представляет ОАО «Распадская». ОАО «Распадская» – единый производственно–территориальный комплекс по добыче и обогащению угля, расположенный в Кемеровской области РФ. ОАО «Распадская» осуществляет ведение горных работ на территории обширного угольного месторождения к юго–западу от Томусинского участка Кузнецкого угольного бассейна. ОАО «Распадская» производит коксующийся уголь. Компания объединяет группу предприятий, включающую:

- «Распадская» – крупнейшая шахта компании и крупнейшая подземная шахта в России, в которой отрабатываются четыре лавы. Ежегодно добывается 8 млн. т коксующегося угля марки ГЖ. Сдана в эксплуатацию в 1973 г. Запасы шахты «Распадская» – 451 млн. т угля. В 2007 г. было добыто 8,9 млн. т угля.
- ОАО «МУК–96» – шахта, в которой отрабатывается одна лава.
- ЗАО «Разрез Распадский» – шахта открытой добычи, впервые в России применившая систему глубокой разработки пластов (КГРП).
- ЗАО «Распадская Коксовая».
- ЗАО «ОФ «Распадская» – современная обогатительная фабрика, работающая с применением новейших технологий.
- Пять предприятий транспортной и производственной инфраструктуры, а также компанию по продажам и маркетингу и управляющую компанию.

ОАО «Распадская» — один из ведущих поставщиков угольной продукции на крупнейшие российские металлургические предприятия. ОАО «Распадская» также осуществляет экспорт производимой продукции в Украину и страны Восточной Европы (Румынию, Венгрию, Болгарию). Компания также активно изучает перспективы выхода на рынки Азиатско–Тихоокеанского региона, включая Японию, Южную Корею и Индию [1].

Таблица 1. Основные показатели работы шахты ОАО «Распадская»[6]

Показатели	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Добыча, тыс. т	9720,6	9721	12339	13550	10559	10559	7159,7
Среднемесячная производительность труда рабочего, т.	225,8	225,8	212,3	226,5	191,9	191,9	122,8
Среднемесячная численность работников, чел.	4192	4295	4209	5863	7341	7341	7771
Среднемесячная зарплата работников, р.	15502	15364	21739	26616	28539	29370	34867
Объем проводимых горных выработок, м, в том числе: подготовительных вскрывающих	2618	3377	–	3176	39160 34125 5035	31074 26912 4162	–
Сред. длина очистных забоев, м	945	840	1249	1245	813	1472	–
Число забоев	3,3	4,2	4,7	4,7	3,4	5,8	–

С 2008 года резко увеличился объем проводимых горных выработок, особенно подготовительных. Это связано с открытием шахты «Распадская Коксовая». Так же с 2004 по 2010 на ОАО «Распадская» возросло число забоев. Добыча угля на ОАО «Распадская» с 2004 до 2007 годы возрастала, однако с 2008 по 2010 объем добычи снижался. Это связано с трудностями, возникшими при реализации продукции вследствие повышения цен. Так же видно, что резкий спад добычи произошел в 2010 году – это связано с несовершенством системы оплаты труда: стремлением рабочих к большей заработной плате как следствие, привело к нарушениям, за которыми последовала авария на шахте «Распадская» в мае 2010 года. Кроме того, ежегодно возрастает заработная плата работников. Объем добычи коксового угля «Распадской» составляет большую часть добываемого коксового угля России.

Шахта «Томусинская 5–6» строилась в период 2003–2004 гг. Открытие шахты состоялось 19 мая 2004 г. в Междуреченске, а также было подписано Соглашение с ОАО «Объединенная угольная компания «Южкузбассуголь». Шахта построена на месте старой шахты им. Шевякова. Запасы коксующегося угля составляют более 100 млн. т, их хватит примерно на 50 лет [3].

Таблица 2. Основные показатели работы шахты «Томусинская 5–6»[6]

Показатели	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Марка угля	КО	КО	КО	КО	КО	КО
Добыча, тыс. т	711,5	–	177,7	705,3	589,7	76,5
Среднемесячная производительность труда рабочего, т.	103,7	40,8	24,9	84,9	82,0	36,6
Среднемесячная численность работников, чел.	–	898	735	865	779	238

Из таблицы видно, что на шахте «Томусинская 5–6» осуществляется добыча коксового отощенного угля. В 2010 г. резко снизилась добыча угля – до 76,5 т, так же в 2010 г. сократилась среднемесячная производительность труда, среднемесячная численность работников вследствие того, что возникли проблемы с инвестициями.

Шахта имени Ленина образована в результате объединения в 1968 г. шахт № 3 «Тентекская» и № 1/2 «Тентекская–Наклонная». Некоторые пласты шахты относят к особо взрывоопасным. Наряду с внезапными выбросами угля и газа в бассейне с увеличением глубины ведения горных работ начали возникать газодинамические явления, сопровождающиеся динамическим разломом и поднятием почвы выработок с метановыделением [2].

Таблица 3. Основные показатели работы шахты им. Ленина[6]

Показатели	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Марка угля	КО	КО	КО	КО	КО	КО
Себестоимость добычи 1т, руб	477,37	696,1	721,75	1415,75	1513,81	1603,8
Добыча, тыс. т	2235,9	64,2	2077,0	1129,9	1253	1324,3
Среднемесячная производительность труда рабочего, т.	137,2	125,1	139,1	78,0	83,8	84,8
Среднемесячная численность работников, чел.	1619	1413	1470	1395	1373	1422

В период с 2005 по 2010 гг. постоянно возрастала себестоимость добычи угля и в 2010 году достигла 1603,8 руб. за тонну. Так же 2008 г произошел резкий спад добычи. Это связано, прежде всего, с переходом шахты из ОАО «Угольной компании Южкузбассуголь» в ОАО «Угольную компанию Южный Кузбасс». До 2010 г. на данной шахте возросли объем добычи, среднемесячная производительность труда и среднемесячная заработная плата работников.

Шахта «Томская» расположена на юге Кузбасса между городами Мыски и Междуреченск. На шахте имеются запасы угля коксующихся марок. Шахта включена в объединение «Южкузбассуголь». В конце 2008–

2009 гг. работа шахты была приостановлена на 90 суток, то есть до 19 февраля 2009 года включительно из-за возникшего на шахте пожара [2,4].



Из рисунка видно, что на шахте «Томская» произошел резкий спад добычи угля. Это связано с пожарами, произошедшими на шахте. Так же наблюдались спады среднемесячной производительности труда, среднемесячной численности работников в 2006 и в 2009–2010 гг.

Шахта «Сибиргинская», оснащенная современным горнодобывающим оборудованием, была пущена в эксплуатацию в 2002 году. Участок шахты «Сибиргинская» расположен на юге Кемеровской области между городами Мыски и Междуреченск [5].

Таблица 5. Основные показатели работы шахты «Сибиргинская» [6]

Показатели	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Себестоимость добычи 1т, руб	4369,5	577,01	803,29	1100	2183,4	1136,4
Добыча, тыс. т	1474,9	310,9	1188,3	875,7	407,8	1085,9
Среднемесячная производительность труда рабочего, т.	185,5	190	170,4	128,7	61,4	148,3
Среднемесячная численность работников, чел.	780	828	707	633	624	672

На шахте «Сибиргинская» осуществляется добыча коксовой марки ОС (отощенный спекающийся). На шахте происходит постоянный рост среднемесячной заработной платы работников в периоды с 2005 по 2010 гг.

Шахта "Ольжерасская–Новая" начала добычу в сентябре 2006 года. Предприятие добывает уголь марки ГЖО, который перерабатывается на центральной обогатительной фабрике "Кузбасская". На шахте "Ольжерасская–Новая" произошло самовозгорание лавы 26.08.2010 года. Шахта приостановила добычу. Вся производственная инфраструктура шахты, такая как транспорт, вентиляция, водоотлив, объекты энергетического хозяйства, проходческие забои и горные выработки, находится в работоспособном и безопасном состоянии [2].

Таблица 6. Основные показатели работы шахты «Ольжерасская–Новая»[6]

Показатели	2006	2007	2008	2009	2010
Себестоимость добычи 1т, руб.	383,4	543,4	1259,	948,8	2351
Добыча, тыс. т	270,0	1783	835,9	917,1	377,3
Среднемесячная производительность труда рабочего, т.	510,4	399,5	158,7	151,3	64,2
Среднемесячная численность работников, чел.	95	469	491	560	536

В результате произошедшего на шахте «Ольжерасская–Новая» самовозгорания лавы в августе 2008 года там была приостановлена добыча, и в результате объем добычи резко снизился.

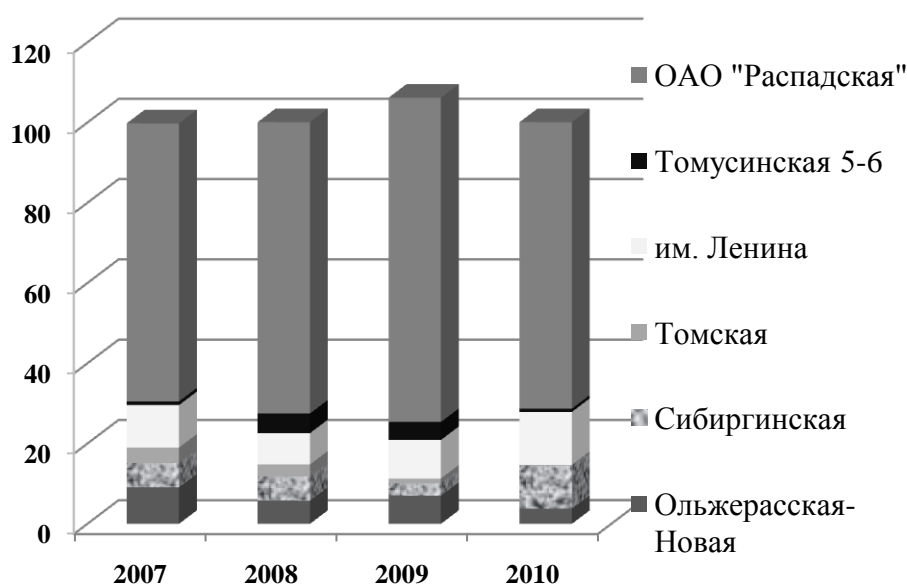


Рисунок 4. Структура добычи угля по шахтам Междуреченска[6]

Из рисунка видно, что большая часть угля, добываемого в Междуреченске, приходится на ОАО «Распадская».

Список литературы:

1. metallpress.ru ›
2. metcoal.ru/mines.asp?id=38&chart=20
3. mineral.ru › News13123.htm
4. miningexpo.ru
5. regions.ru
6. В.А. Скукин, В.Е. Брагин, Е. И. Моисеева. Финансовые проблемы Кузбасса и пути их решения в условиях становления рыночной экономики: ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2010. – 227 с.

ПРОИЗВОДСТВО УГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ

К.О. Ланкин, Н.П. Федорко

Иркутский Государственный технический университет

Научный руководитель: Г.И. Сарапулова

В настоящее время на угледобывающих предприятиях возрос объем добычи слабоструктурных бурых углей. Основная их масса используется при сжигании в топках с пылевидным сжиганием, однако, имеется большая потребность в кусковом топливе для промышленных и коммунально-бытовых топок со слоевым сжиганием [1].

При этом к угольному топливу для коммунально-бытовых нужд предъявляются специальные требования по качеству: оно должно быть однородной формы, обладать высокими механическими и теплотехническими свойствами, должно быть атмосферно- и водостойчивым, транспортабельным, малозольным, должно содержать как можно меньше вредных веществ, загрязняющих окружающую среду при сжигании, и обеспечивать нормальную и эффективную эксплуатацию теплового хозяйства.

Перечисленные выше требования можно достичь либо рассортировкой высококачественного каменного угля, либо брикетированием угольной мелочи.

В настоящее время известно два наиболее широко применяемые метода брикетирования угольной мелочи – это брикетирование без связующих веществ и брикетирование с применением связующих веществ (каменноугольный пек и нефтебитумы). Первый метод применим к молодым рыхлым бурым углям марки Б1, второй – к отсевам всех каменных углей и антрацитов, а также к твердым бурым углям марок Б2 и Б3. Сущность технологии брикетирования углей без связующих веществ заключается в том, что уголь измельчается до определенной крупности, подсушивается до требуемой влажности и прессуется. Возникшие при этом силы сцепления между сжигаемыми частицами способствуют образованию прочного куска – брикета.

Для брикетирования со связующими материалами в мировой практике углебрикетного производства используется каменноугольный пек и нефтебитумы. В России, в связи с отсутствием специализированного производства связующих материалов, для брикетирования применяют нефтебитумы строительных и дорожных марок, которые достаточно дефицитны, и, к тому же, не полностью отвечают требованиям углебрикетного производства. Применение же каменноугольного пека в отечественной практике запрещено из-за содержания канцерогенных веществ.

В этой связи, поиск и вовлечение в углебрикетное производство новых связующих веществ, отвечающих требованиям экологии, является важной хозяйственной задачей.

Связующим материалом, в условиях Восточно–Сибирского региона, может стать технический гидролизный лигнин (ТГЛ), производимый на предприятиях гидролизной промышленности. Ежегодно при переработке древесного и сельскохозяйственного сырья образуется около 1,5 млн. т. ТГЛ – обременительного отхода этих производств. В настоящее время в хозяйственный оборот применяют не более 30% ТГЛ.

В Иркутской области на гидролизных заводах образуется более 600 тыс. тонн ТГЛ. Он полностью вывозится в отвалы, где количество ТГЛ составляет несколько млн. т. Только на Зиминском гидролизном заводе при выходе ТГЛ в объеме 140 тыс. т/час скопилось в отвалах более 7 млн. т этого отхода. По своим физико–механическим свойствам этот материал при наложении давления обладает необходимой пластичностью, в исходном виде имеет низкий процент золы (2–3%) и совершенно не содержит канцерогенных веществ, что весьма важно для связующих веществ.

С учетом территориальной близости это связующее могло бы быть использовано для производства брикетов из угольных отсевов и шламов углеобогащения Касьяновской ОФ, находящейся вблизи г. Черемхово.

Особый интерес представляет производство брикетов из шламов обогащения, в которых содержится до 50–55% золы. Введение в брикеты малозольного ТГЛ позволит снизить содержание золы в них почти в два раза и тем самым даст возможность получить коммунально–бытовое топливо. Учитывая, что ТГЛ является высоко калорийным органическим продуктом (до 6000 ккал/кг) древесного происхождения, его добавка к углю позволит получить более чистое по выбросам, чем уголь, топливо, с высокой теплотой сгорания.

Таким образом, применение ТГЛ в качестве связующего материала решает одновременно несколько задач: расширяет сырьевую базу топливной промышленности, решает проблему утилизации отходов производств углепереработки и микробиологической промышленности, улучшает экологическую обстановку.

Список литературы:

1. Брикетирование углей, брикетирование отходов, брикетирование древесных отходов, брикеты, пиллеты / <http://www.briketirovanie.org.ua/>

УДК 622.23.05

ПОДШИПНИКИ СУХОГО ТРЕНИЯ В ОБОРУДОВАНИИ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

М.П. Латышенко, С.В. Герасименко
ГУ КузГТУ

В горных машинах широко применяются подшипники качения. Из анализа ряда машин на шахтах ассоциации «Киселевскуголь» установлено, что в концевых головках скребковых конвейеров применяется около 3 тыс. шт. и вентиляторах местного проветривания более 2 тыс. шт. подшипников № 310. В поддерживающих роликах канатов и ходовых тележках скипов золоудаления применяется около 2 тыс. шт. подшипников № 308.

Фактический срок службы подшипников качения со смазкой на нефтяной основе значительно отличается от паспортного (см. таблицу).

Низкий срок службы подшипников качения в горных машинах объясняется характером нагрузки и условиями работы.

Условия работы концевых головок скребковых конвейеров относятся к тяжелым. Высокая запыленность, значительные динамические нагрузки в процессе работы, высокая степень обводненности и другие сопутствующие факторы определяют характер разрушения подшипникового узла. Ограниченное рабочее пространство, недостаточная освещенность и затрудненный доступ не позволяют проводить профилактическое обслуживание подшипниковых узлов в полном объеме, что отражается на эксплуатационной надежности скребкового конвейера.

Постоянное присутствие абразивных частиц (штыба, пыли) приводит к повышенному износу элементов концевой головки скребкового конвейера, в частности – манжетных уплотнений подшипникового узла. Под воздействием мелких фракций горной массы манжетные уплотнения теряют свои защитные свойства. Влага в малых количествах консистентной смазки на нефтяной основе (разжижает её), а в больших количествах – просто вымывает смазку из подшипника. Освободившееся пространство в подшипнике заполняется штыбом, в результате чего тела качения блокируются между кольцами подшипника и в сепараторе. Происходит заклинивание или заштыбовка, вызывающая резкое повышение температуры узла, разрушение сепаратора и выход из строя всего скребкового конвейера.

Аналогичные условия эксплуатации подшипников вентиляторов местного проветривания и поддерживающих роликов канатов дают похожую картину разрушения подшипникового узла.

Для тушения золы и шлака, образующихся в процессе работы котельных, используется вода. Пульпа, состоящая из частиц золы и шлака взвешенных в горячей воде, удаляется скиповыми ковшами. Подшипниковые узлы скипов золоудаления работают в экстремальных условиях – более тяжелых, чем горношахтное оборудование. Эти условия характеризу-

ются наличием большого количества воды в рабочей зоне скипа, резкой сменой температуры, присутствием шлака различных фракций и высокими динамическими нагрузками. Нагревание подшипникового узла вызывает разжижение смазочного материала на нефтяной основе, что нарушает нормальные условия смазки. Поверхности интенсивно изнашиваются, малейшее нарушение герметичности уплотнений определяет проникновение в узел воды повышенной температуры, смазочный материал разжижается еще больше. На поверхностях образуется коррозионный слой с низкой износостойкостью. Шлак, попадая в узел вместе с водой и являясь абразивным материалом, легко разрушает коррозионный слой. Начинается катастрофический износ элементов подшипника. Вода окончательно вымывает смазку, и абразивные частицы постепенно заполняют узел. В первую очередь истончается сепаратор и нарушается геометрия тел качения подшипника. Через короткий промежуток времени узел выходит из строя.

Тяжелые условия эксплуатации горных машин и невозможность соблюдения регламентных работ технического обслуживания значительно снижают сроки службы подшипников.

Для увеличения сроков службы подшипниковых узлов существует несколько направлений: изменение конструкции подшипников и узлов в целом; изменение конструкции и создание новых видов уплотнений; разработка новых смазочных материалов для конкретных условий эксплуатации; разработка и применение твердосмазочных материалов.

Для горношахтных условий наиболее перспективное, на наш взгляд, последнее направление, т.е. использование в опорных узлах горных машин и механизмов подшипников качения с твердой смазкой.

В первую очередь это обуславливается функциями твердых смазок: обеспечение нормальных смазочных условий на весь период эксплуатации; наличие дополнительного уплотняющего элемента, занимающего объем подшипника между телами качения, сепаратором и кольцами, тем самым препятствуя попаданию абразивных частиц на рабочие поверхности; изолирование металлического сепаратора от агрессивного воздействия окружающей среды, уменьшая его коррозионный износ.

Кроме того, изменение температуры не вызывает разжижения антифрикционного материала, невозможно его вытеснение под действием воздушных и водяных потоков; он имеет высокую стойкость к агрессивному воздействию жидкостей и газов, выдерживает умеренные ударные и вибрационные нагрузки, имеет ярко выраженную самосмазывающую способность и не теряет своих свойств при длительном хранении; при этом подшипниковый узел не нуждается в техническом обслуживании.

Предпочтение отдается антифрикционному материалу на основе графита, как наиболее доступному и относительно дешевому.

Известные материалы на основе графита АФЗ – 1, 2, 3 имеют низкую стойкость к динамическим нагрузкам, обусловленную высокой хрупкостью.

С целью повышения стойкости к динамическим нагрузкам и снижения хрупкости в лаборатории КузГТУ был разработан оригинальный твердый антифрикционный материал на основе графита, включающий медь, олово, свинец, кокс, сажу, смесь битумов, резиновую крошку, инденкумароновую смолу, мягчитель, полиизобутилен и связующее в определенном процентном соотношении.

Предложенным твердосмазочным материалом в лаборатории КузГТУ была заполнена партия подшипников № 310 и № 308 в количестве 94 шт. для подконтрольных испытаний на шахтах в центральных электромеханических мастерских ассоциации «Киселевскуголь» были установлены в концевые головки скребковых конвейеров С–50–01 – 40 шт., в вентиляторы местного проветривания ВМЭ – 30 шт. подшипников № 310, а в скипы золоудаления – 24 шт. подшипников № 308.

С декабря 1989 года они эксплуатируются на шахтах «Суртаиха», «Краснокаменская» и «Дальние горы» ассоциации «Киселевскуголь».

Технический контроль подшипниковых узлов скребковых конвейеров, вентиляторов местного проветривания, скипов золоудаления и определения их пригодности к дальнейшей эксплуатации проводились поэтапно: 3 мес., 6 мес., и 14 мес.

Пригодность дальнейшей эксплуатации определилась путем разборки подшипникового узла визуального осмотра твердосмазочного сепаратора.

Первый и второй этапы установили, что подшипники скребковых конвейеров и вентиляторов находятся в работоспособном состоянии и пригодны к дальнейшей эксплуатации. При этом зазор между твердосмазочным сепаратором и кольцами составляет 0,4 – 0,6 мм после 3 мес. эксплуатации, 0,8 – 1,2 мм после 6 мес. Технологический зазор после заполнения и приработки подшипника № 310 составляет 0,2 – 0,4 мм.

В связи с экстремальными условиями эксплуатации и малыми сроками службы (см. таблицу) в подшипниковых узлах скипов золоудаления увеличения долговечности не обнаружено. Для увеличения долговечности необходимо увеличивать процентное содержание упрочняющих добавок в твердой смазке.

Визуальный осмотр и замеры, проведенные на третьем этапе контроля, установили, что подшипники конвейеров и вентиляторов находятся в работоспособном состоянии, но при этом величина зазора составила в среднем 2 мм. На поверхности твердосмазочного заполнителя заметны сколы, выбоины и трещины.

Использование в концевых головках конвейеров подшипников с твердой смазкой дает увеличение долговечности в 1,8 – 2,2 раза, снижает

трудоемкость технического обслуживания одного конвейера на 220 чел.–мин в год. Долговечность подшипниковых узлов вентиляторов местного проветривания увеличилась в 1,8 раза при снижении трудоемкости обслуживания на 140 чел.–мин в год.

С целью дальнейшей проверки данных и расширения области применения подшипников с твердой смазкой было заполнено и установлено 200 шт. подшипников № 310 в скребковые конвейеры, 200 шт. подшипников № 308 в скипы золоудаления, поддерживающие ролики канатов и другое оборудование. В настоящее время они эксплуатируются на шахтах «Суртаиха», «Дальние горы», «Краснокаменная» и им. Вахрушева ассоциации «Киселевскуголь».

На основании полученных результатов можно сделать вывод о целесообразности применения твердого антифрикционного материала на основе графита с упрочняющими добавками в подшипниковых узлах скребковых конвейеров и вентиляторов местного проветривания.

Оборудование	№ подшипника	Срок службы, мес.	
		Паспортный	Фактический
Концевая головка скребкового конвейера	310	12	6
Вентилятор местного проветривания	310	12	6 – 8
Скип золоудаления	308	3	5 – 10 (дней)

УДК 622.23.05

МЕХАНИЗМ СУХОГО ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

М.П. Латышенко, С.В. Герасименко
ГУ КузГТУ

Смазывание поверхностей трения подшипниковых узлов в условиях высокой температуры и запыленности является трудно выполнимой задачей.

Двигатели автоматических формующих линий, формовочные полуавтоматы, вращающиеся печи с холодильной установкой, печные вагонетки, вентиляторы на тоннельных печах, противоточные сушилки и др. работают при повышенных температурах и запыленности. Температура колеблется от 80° до 200° – 300°С. Время эксплуатации подшипника в данных условиях составляет от одного до трех месяцев.

Низкая работоспособность в данных условиях объясняется тем, что под действием температуры смазка на нефтяной основе разжижается и вытекает. Остатки смазки с абразивной пылью спекаются в твердое образова-

ние, приводящее к заклиниванию и выходу из строя сепаратора подшипника качения.

Подшипники качения горных машин и механизмов работают в высокозапыленной и влажной среде.

Характерные для данных условий мелкие фракции горной абразивной массы и влага разрушают манжетные уплотнения подшипникового узла, загрязняют смазочный материал и попадают на поверхности трения. Влага снижает смазочные свойства пластичных смазок, абразивные частицы способствуют интенсивному изнашиванию рабочих поверхностей подшипника и, как следствие, происходит разрушение подвижных элементов.

Использование для смазывания подшипников твердого антифрикционного материала на основе графита исключает разжижение и вымывание смазки, уменьшает возможность попадания абразивных частиц, снижает время технического обслуживания, обеспечивает хорошие условия смазывания.

В настоящее время известны конструктивные решения и опыт изменения твердой смазки в подшипниках качения [1]. Но отсутствует четкое физико-математическое моделирование процессов, происходящих в смазочном слое.

Рассмотрим плоское движение смазочного материала на основе графита в зазоре между шариком подшипника и наружным кольцом (рис. 1).

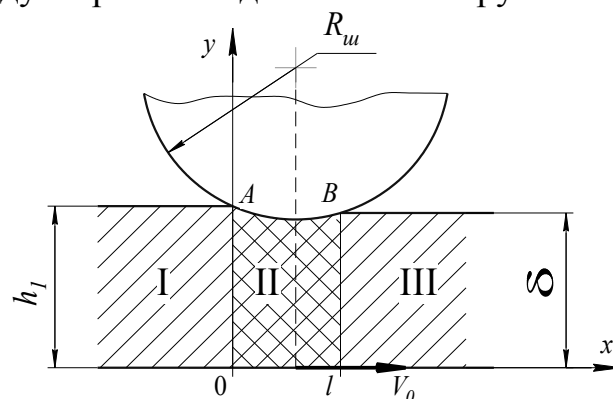


Рис. 1. Схема движения смазочного графитного слоя

Считаем, что в данный бесконечно малый момент шарик неподвижен, а опорная поверхность наружного кольца прямолинейна, т.е. имеем радиус $R_H \rightarrow \infty$, и движется с постоянной скоростью V_0 вдоль оси Ox .

С учетом этого, движение твердого графита между трущимися поверхностями можно считать установившимся.

В смазочном слое выделяют три характерных фазы (I, II, III) состояния графита. Первая фаза имеет слой толщиной h_1 , который пополняется отделенными от сепаратора частичками графита различными по форме и размером от 1 до 500 мкм.

Во второй фазе толщина графитного слоя уменьшается от h_1 до δ . Длина эллипса пятна контакта $0-l$ зависит от конструктивных параметров подшипника и давления в смазочном слое.

В силу анизотропности графита частицы твердой смазки ориентируются по направлению движения трущихся поверхностей. По мере изменения координаты Y отдельные частицы графита приходят во взаимное соприкосновение и проскальзывают друг по другу по плоскостям спайности.

В связи с этим, во второй фазе взаимодействие стальных поверхностей заменяется внутренним трением в графитном слое.

В третьей фазе трущиеся поверхности расходятся и давление в слое графита отсутствует. Частицы графита отделяются от смазываемых поверхностей.

Таким образом, смазывание поверхностей в подшипнике качения слоем графита можно представить как плоское стационарное течение жидкости, подчиняющиеся уравнениям Навье–Стокса.

$$\rho \left(V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} \right) = x - \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial \left(2\mu \frac{\partial V_x}{\partial x} \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left(\frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{\partial V_y}{\partial x} \right)}{\partial y}, \quad (1)$$

$$\rho \left(V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} \right) = y - \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial \left(2\mu \frac{\partial V_y}{\partial y} \right)}{\partial y} + \frac{\partial \left(\frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{\partial V_y}{\partial x} \right)}{\partial x}, \quad (2)$$

где ρ – плотность;

x, y – координаты;

V_x, V_y – относительные скорости вдоль координатных осей OX, OY ;

$\frac{\partial P}{\partial x}$ – частная производная давления;

$\frac{\partial V_x}{\partial x}, \frac{\partial V_y}{\partial y}$ – частные производные скорости по координатам;

μ – динамическая вязкость.

В теории смазочного слоя принимаются следующие допущения:

1. Движение смазочного графита происходит тонким слоем между наклонными поверхностями. Протяженность слоя по длине и радиусу кривизны граничных поверхностей достаточно велика по сравнению с толщиной слоя, то есть $h(x) \ll 1$.

2. Силы инерции и массы малы по сравнению с силами давления и вязкости.

3. Скорость течения смазочного слоя в направлении нормалей к граничным поверхностям мала по сравнению со скоростью в направлении касательных к ним, поэтому принимается соотношение $V_y \ll V_x$.

4. Изменением давления по толщине пленки (ось OY) пренебрегаем.

Исходя из этих допущений, общие уравнения Навье–Стокса для плоского стационарного течения графитного слоя будут иметь следующий вид:

$$\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial \left(\mu \frac{\partial V_x}{\partial y} \right)}{\partial y}, \quad (3)$$

Распределение давления в фазе II в начале и в конце слоя одинаково и, следовательно, уравнение 3 необходимо решать при следующих условиях:

$$\left. \begin{aligned} V_x &= V_0 & \text{при } y = 0 \\ V_x &= 0 & \text{при } y = h \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

$$\left. \begin{aligned} P &= P_0 & \text{при } x = 0 \\ P &= 0 & \text{при } x = l \end{aligned} \right\}. \quad (5)$$

Решая уравнение Навье–Стокса при данных условиях, определим результирующие максимального давления и касательных напряжений в слое, а также коэффициент трения, как:

$$P_{max} = 0,26 \mu_l U_0 b R_{ш} \frac{(4+1)}{\delta \left(1 + \frac{3A}{5} \right)}, \quad (6)$$

$$f_{max} = 0,37 \mu_l U_0 b l \left[1,4 \frac{\left(1 + \frac{2A}{5} \right)}{\left(1 + \frac{A}{3} \right)} - 1 \right] \delta \left(1 + \frac{3A}{5} \right), \quad (7)$$

где U_0 – скорость движение графитного слоя;

l и b – длина и ширина пятна контакта смазочной пленки;

$R_{ш}$ – радиус шарика подшипника;

δ – толщина смазочной пленки;

μ_l – начальная динамическая вязкость графитного слоя;

A – коэффициент изменения вязкости.

Изменение вязкости графитного слоя в процессе эксплуатации подшипника моделируется зависимостью:

$$\mu_0 = \mu_l \frac{(1+A)}{\left(1 + A \left(\frac{2y}{h} - 1 \right)^2 \right)}, \quad (8)$$

где μ_0 – текущая динамическая вязкость графитного слоя;

y – координата;

h – высота;

A – коэффициент изменения вязкости.

Коэффициент A находится в пределах $-1 < A < 0$ при изменении вязкости от краев слоя к его середине, а при $A > 0$ вязкость растет в срединных слоях смазки.

Из уравнений (6) и (7) определим коэффициент трения:

$$f_{max} = 10,75l \frac{\left(1,4 \frac{\left(1 + \frac{2A}{5} \right)}{\left(1 + \frac{A}{3} \right)} - 1 \right)}{R_{цн}}, \quad (9)$$

Зависимости (6) и (7) исследованы для радиальных однорядных подшипников средней серии, применяемых в узлах горных машин и механизмов при максимальной скорости скольжения 10 м/с. Они позволяют определить расчетные параметры в подшипниках с учетом вязкости графитного слоя.

Значения коэффициента трения f , рассчитанные по уравнению (9), полученные авторами в лабораторных условиях, согласуются в пределах от 0,01 до 0,3.

На основании теоретических исследований в КузГТУ разработаны конструкции подшипников сухого трения [2], применение которых снижает интенсивность изнашивания в 1,9...2,2 раза.

Список литературы:

1. Расширение области применения антифрикционных подшипников качения / С. В. Герасименко [и др.] – М.: Передовой производственный опыт, 1991. – № 1. – С. 15–16.
2. Патент 2016278 РФ, МКУ²F16C19/00. Подшипник качения / КузГТУ, М. П. Латышенко [и др.]. – Оpubл. в Б.И., 1994. – № 13.

УДК 622.333:543.812

ПОДДЕРЖАНИЕ ПРОЦЕССА АКТИВАЦИИ УГЛЯ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ РАВНОВЕСНОЙ ВЛАЖНОСТИ

К.С. Лебедев

ООО «ВостЭКО»

Теоретические представления о процессе окисления углей развиваются уже давно. Существует несколько научных гипотез окисления и самовозгорания углей: пиритная, непредельных соединений, фенольная, фюзенопиритная, бактериальная, перекисная и теория комплекса уголь – кислород. На сегодняшний день многие показали свою неполную состоятельность. Экспериментально установлено, что наиболее точно описывает процесс окисления теория комплекса уголь – кислород [1]. Как было показано в статье [2], прошедшие дезактивацию пробы угля, возможно активировать, создав «критическую» равновесную влажность. Равновесная влажность – это влажность, при которой пробы угля не увеличивают и не уменьшают влагосодержание при постоянной температуре и влажности воздуха. Таким образом, определенная влажность воздуха соответствует определенному влагосодержанию угля.

Руководствуясь данными положениями, были проведены исследования, целью которых являлось дополнение и уточнение существующих научных изысканий, и подтверждение гипотезы о значительном влиянии влаги на физико–химические свойства угля. В частности возможность управления процессом дезактивации, активации угля при изменении влажности воздуха.

Для этого циклически изменялась влажность воздуха над пробами угля для прохождения ими интервала «критической» равновесной влажности. В данном эксперименте были задействованы пробы каменного угля марок Д и ГЖО. Данный интервал был получен из построенных изотерм, и соответствует выходу влаги из супермикropор, где, как было установлено, значительно изменяются физико–химические и физико–механические свойства каменных углей [3]. На рисунке 1 изображены изотермы десорбции для данных марок угля, и отмечены интервалы «критической» равновесной влажности.

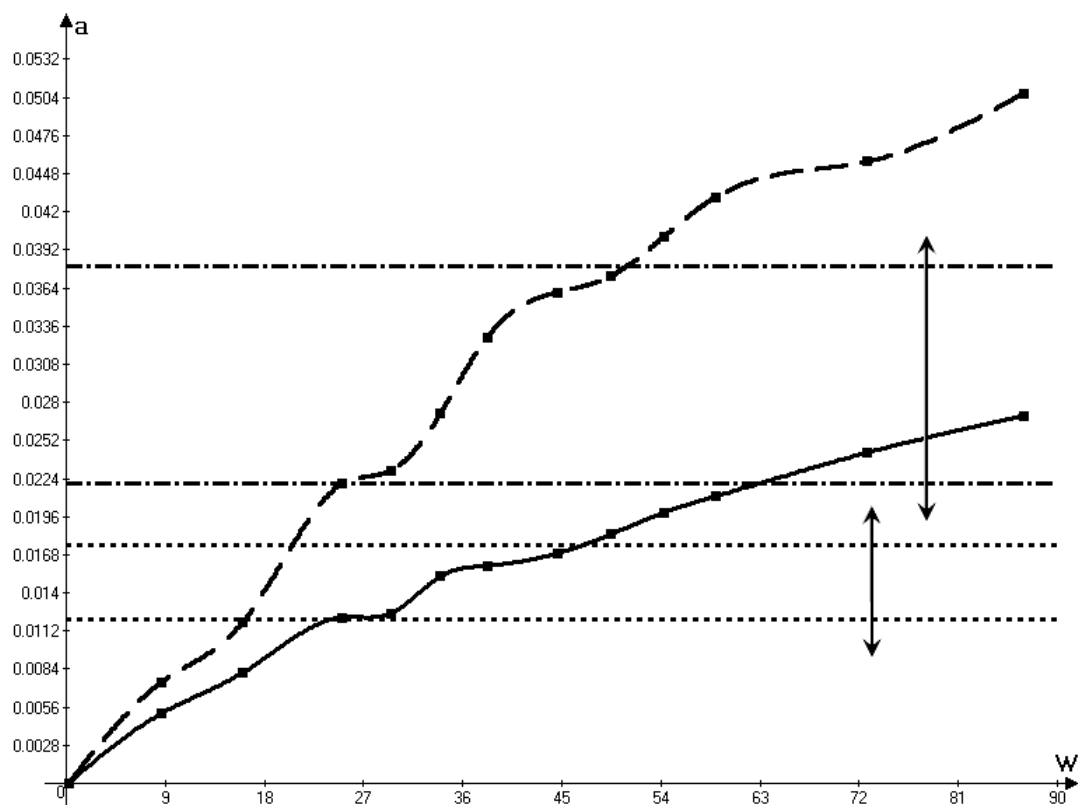


Рисунок 1 – изотермы десорбции воды из угля, где:

a – влагосодержание проб угля ,

W – влажность воздуха (%),

— — — — — изотерма для угля марки ГЖО,

- - - - - изотерма для угля марки Д,

..... – интервал «критической» равновесной влажности для угля марки ГЖО,

- . - . - . – интервал «критической» равновесной влажности для угля марки Д.

На рисунке 2 представлен график, на котором изображен процесс активации проб угля путем изменения равновесной влажности проб через атмосферу. Константа скорости сорбции фиксировалась как за пределами интервала «критической» равновесной влажности, так и при прохождении «эпицентра».

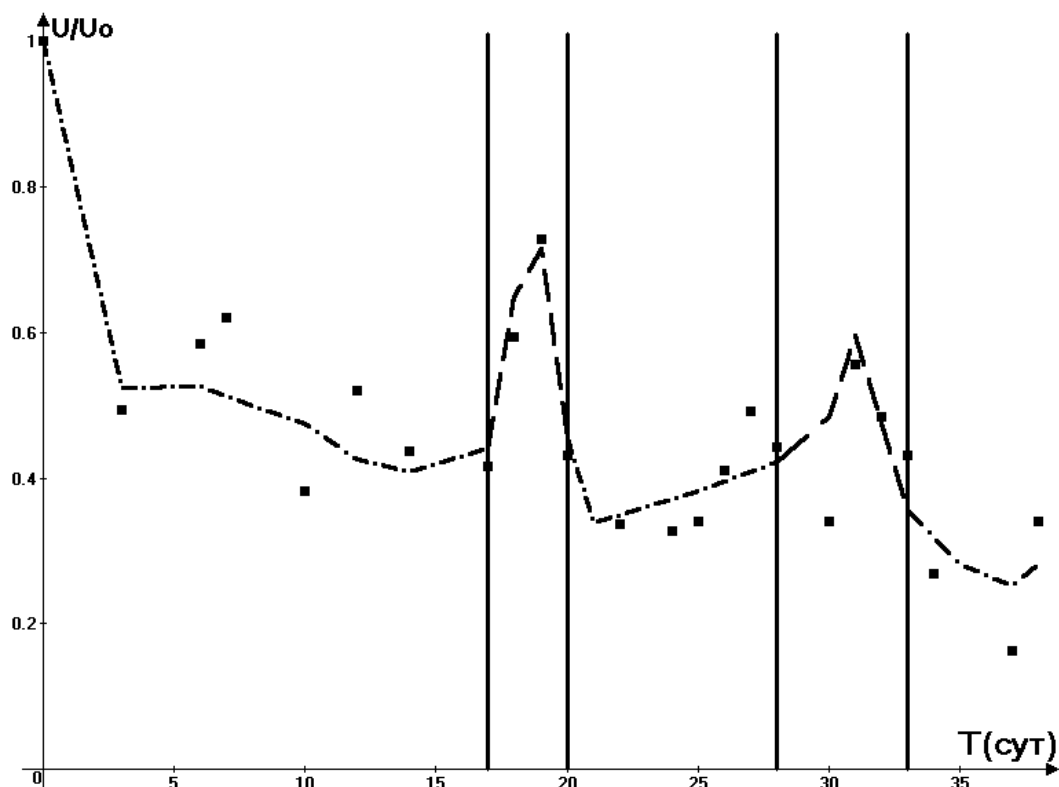


Рисунок 2 – график активации проб угля, где:
 - - - - - интервалы сушки проб угля,
 - · - · - · интервалы увлажнения проб угля.

Как видно из графика, именно на интервалах увлажнения происходит значительное увеличение константы скорости сорбции при дезактивации во времени. Это говорит о значительном давлении внутри структуры угля, созданным под влиянием влаги, что приводит к деформациям без механического вмешательства [3]. Как было установлено, активация может происходить и при сушке [2], но данной тенденции установлено не было. Это связано со значительным интервалом высушивания проб угля, и, скорее всего в ходе дезактивации были нивелировано увеличение константы скорости сорбции. В выработке данные процессы протекают в разы быстрее, поэтому в дальнейших экспериментах будет учтена низкая кинетика реакции сушки, для корректировки условий при проведении экспериментов.

Также был проведен эксперимент по установлению влияния температуры на дезактивированные пробы угля. Дезактивированные пробы угля были помещены в температурный шкаф. Увеличение температуры производилось на 5°C, после чего фиксировалось значение константы скорости сорбции. Максимальная температура составила 45°C. Экспериментально подтверждено, что энергия активации для проб по температуре, подвергшихся циклическому изменению равновесной влажности воздуха, и исходных проб, фактически идентична. Также можно предположить, что для

полного спектра марок угля данная величина будет изменяться синбатно. На рисунке 3 в двойных логарифмических координатах представлены графики энергии активации для различных проб.

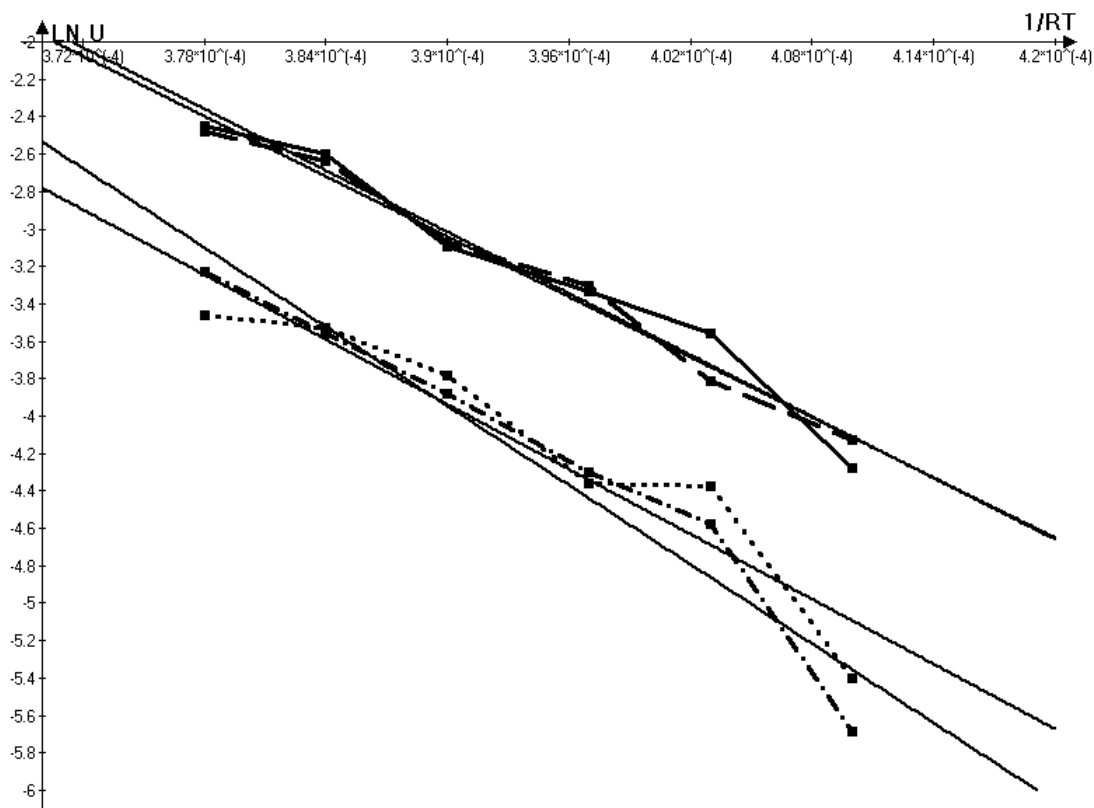


Рисунок 3 – графики энергии активации проб угля по температуре, прошедших циклическое изменение равновесной влажности, и исходных проб, где:

- – исходная проба марки Д,
- - - - - – подвергшаяся циклическому изменению равновесной влажности проба марки Д,
- – исходная проба марки ГЖО,
- · - · - – подвергшаяся циклическому изменению равновесной влажности проба марки ГЖО.

Значения энергии активации составляют в среднем 55 кДж/моль как для проб, подвергшихся циклическому изменению равновесной влажности воздуха, так и для исходных проб. Это указывает на то, что процесс дезактивации проб имеет одну природу. Идентичен и процесс взаимодействия кислорода с активными центрами, образованными в ходе механодеструкции у исходных проб, и проб, прошедших циклическую активацию, при активации по температуре.

Была установлена степенная зависимость времени в процессе дезактивации угля при изменении константы скорости сорбции проб, полученных при различной равновесной влажности.

Упрощенно данная зависимость будет выглядеть следующим образом:

$$U = \tau^{-h} \quad (1),$$

где:

U – константа скорости сорбции,

τ – время,

h – степень зависимости константы скорости сорбции от времени.

Значения степени были получены прямым расчетом согласно экспериментальным данным по следующему отношению:

$$\frac{\ln U}{\ln \tau} = h \quad (2).$$

Результаты расчета представлены на рисунке 4.

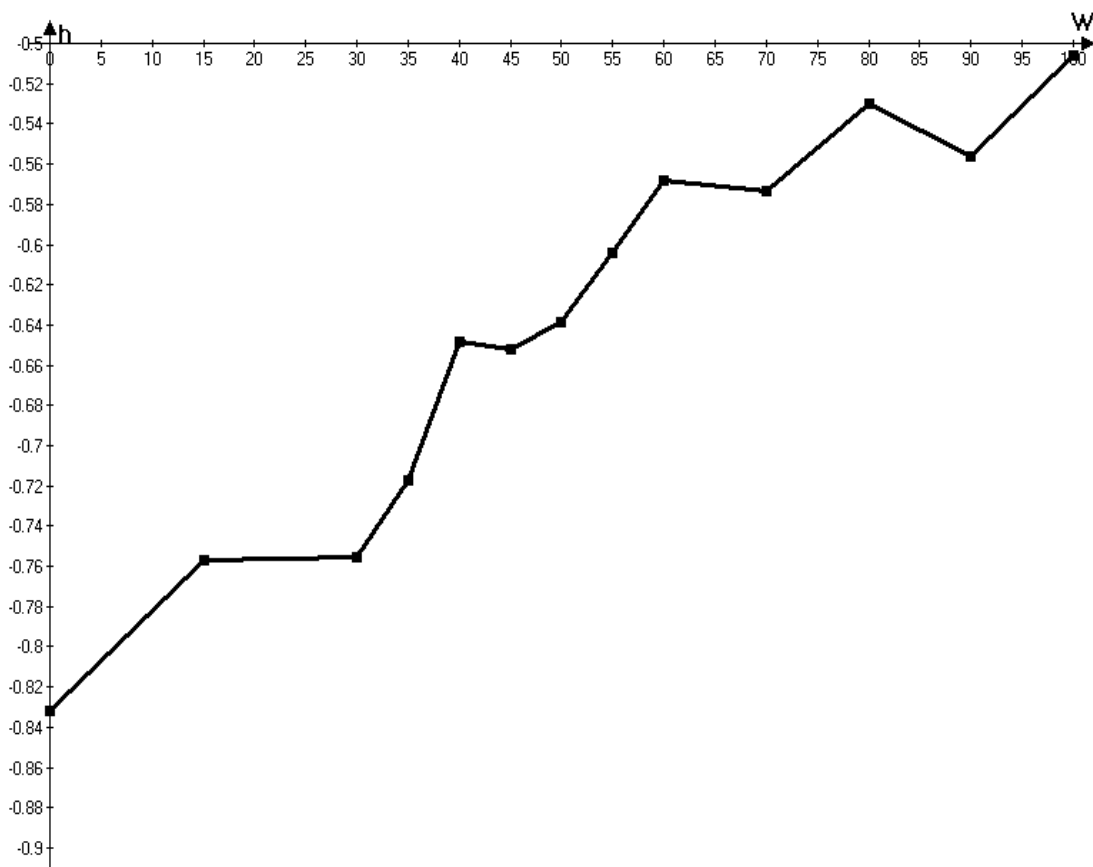


Рисунок 4 – изменение степени зависимости константы скорости сорбции от времени для проб, полученных при различной равновесной влажности, где:

h – значение степени,

W – равновесная влажность.

Следует обратить внимание, что данная зависимость в какой–то степени напоминает изотерму десорбции. При этом, как следует из графика, чем суше проба, тем быстрее она дезактивируется. Также, на интервале «критической» равновесной влажности от 30 до 55 % происходит значительное скачкообразное изменение скорости дезактивации проб угля, полученных при различной равновесной влажности.

Выводы:

1. Экспериментально подтверждена гипотеза о циклической активации угля посредством последовательного изменения равновесной влажности воздуха над пробой.
2. Установлено, что пробы различных марок углей, подвергшиеся циклической активации, и исходные пробы имеют практически идентичную энергию активации по температуре.
3. Установлена степенная зависимость времени в процессе дезактивации угля при изменении константы скорости сорбции.

Список литературы:

1. Саранчук В.И. Теоретические основы самовозгорания угля./ Саранчук В.И., Баев Х.А. – М.: Недра, 1976. – 150 с.
2. Лебедев К.С. Некоторые особенности процесса окисления каменных углей в зависимости от влажности воздуха./ Ворошилов С.П., Ворошилов А.С., Лебедев К.С., Сазонов М.С.// Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2010. – №2. – с. 94–99.
3. Сазонов М.С. Исследование физико–механических характеристик каменных углей при различных влажностях воздуха/ Сазонов М.С.// Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2011. – №1.

УДК 620.9

ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕВОДА КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТРОИЦКОЙ ГРЭС ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ С СЖИГАНИЯ ЭКИБАСТУЗСКОГО УГЛЯ НА КУЗНЕЦКИЙ

Н.Г. Маматаджиева

ФГОУ СПО «Беловский политехнический колледж»

Энергетика является важнейшей составляющей народного хозяйства. Необходимость электрической энергии для современного производства и быта человека общеизвестна.

Электрическую энергию производят на электрических станциях, использующих различные виды природной энергии. Наибольшее распространение в энергетике страны занимают тепловые электрические станции (ТЭС), на которых в электрическую энергию преобразуется тепловая энергия, выделенная при сжигании топлива. На ТЭС вырабатывается около 80 % всей вырабатываемой электроэнергии в России.

Одним из самых распространенных видов сжигаемого органического топлива является уголь разных видов.

Большинство ТЭС строилось в 60–70–х годах прошлого века, когда 15 республик входили в состав единого государства – СССР. После развала Советского Союза перед энергетиками встали новые проблемы: разность

курса валют, постоянное повышение платы за пользование земельными и прочими ресурсами, дороговизна железнодорожных перевозок.

Выходом в такой ситуации может стать перевод электростанций на другой тип топлива, например, с угля одной из республик на уголь, добываемый в России. Необходимые при этом очень значительные капитальные затраты на реконструкцию станции довольно быстро окупаются. А в дальнейшем перевод станции с одного угля на другой дает огромную прибыль.

Вопрос о переводе электростанций Урала с сжигания экибастузского угля на кузнецкий возник в 1998 году по следующим причинам:

Выросла стоимость тонны угля из-за роста курса тенге по отношению к рублю до 360 рублей при заложенной цене в 180;

Выросла стоимость железнодорожных перевозок;

Из-за большой зольности экибастузского угля, достигающей 40–50%, возникли следующие экологические проблемы:

во-первых – на территории Троицкого района давно заполнены золы любые ямы и овраги;

во-вторых, емкости золоотвала Троицкой ГРЭС, который расположен на озере Шубаркуль в Казахстане, в 25 км от станции, при полной загрузке станции хватит еще максимум на пять лет. Платежи, предъявляемые Казахстаном за эксплуатацию золоотвала, постоянно растут. При отзыве казахской стороной разрешения на размещение золошлаковых отходов размер экологических платежей возрастет в 25 раз. Построить золонакопитель на территории Троицкого района не представляется возможным, т.к. сильно пострадают плодородные земли, которых достаточно мало на территории Челябинской области;

в-третьих, из-за абразивных свойств золы экибастузского угля котлы и вспомогательное оборудование изношены и требуют замены. Увеличивается простой оборудования в ремонте. Для поддержания станции в работоспособном состоянии требуется проведение больших реконструктивных работ по котлам, системам приема, разгрузки, хранения угля, пылеприготовления и золошлакоудаления [7].

Возникло перепроизводство кузнецкого угля, стали необходимы новые рынки сбыта.

Одной из станций Урала, на которой производился эксперимент по замене одного угля другим была Троицкая ГРЭС.

Троицкая ГРЭС – это конденсационная электростанция, расположенная вблизи города Троицка Челябинской области России. Проектная мощность 2500 МВт. Строительство Троицкой ГРЭС началось в 1955 году. Первый турбоагрегат ее первой очереди дал ток 14 апреля 1960 года, последний (500 МВт) был пущен в 1976 году.

Троицкая ГРЭС имеет три очереди: на первой установлены 3 дубль-блока мощностью 100 МВт с 6 котлами ПК–14–2, на второй–4 блока мощ-

ностью 300 МВт с котлами ПК–39, на третьей – установлены 2 блока мощностью 500 МВт с котлами П–57.

При полной загрузке Троицкая ГРЭС более чем наполовину покрывает дефицит электроэнергии в промышленно насыщенной Челябинской области и сжигает в год 8–9 млн.т. угля.

По данным Государственного доклада о воздействии отраслей экономики на окружающую среду Троицкая ГРЭС относится к одним из самых крупных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух – 39,5 тыс.т. в год.

Целью настоящего доклада является оценка возможности перевода котлов Троицкой ГРЭС на кузнецкие угли.

Экибастузский уголь отличается низкой влажностью, большой зольностью и высокой абразивностью золы. Он обладает хорошей сыпучестью и практически не смерзается, поэтому часто на использующих его электростанциях отсутствуют размораживающие устройства. Этот уголь считается взрывобезопасным, требования к оборудованию и режиму эксплуатации систем пылеприготовления менее жесткие, чем для кузнецких углей. При нормальной эксплуатации экибастузский уголь не шлакует. Теплота сгорания около 17 МДж/кг.

При переводе на кузнецкий уголь Троицкой ГРЭС в качестве расчетного топлива принят уголь марки Г и ДГ Ерунаковского месторождения, балансовые запасы которого оцениваются в 19,2 млрд.т. Средняя теплота сгорания этого угля составляет примерно 22 МДж/кг, что снижает объем перевозок в 1,4 – 1,5 раза. Кузнецкие угли смерзаются в условиях отрицательных температур. Отмечается большая засоренность этих углей посторонними включениями, в частности металлом. Кузнецкие угли являются взрывоопасными. Наиболее существенным и важным отличием кузнецких углей от экибастузского является их повышенная шлакуемость, что при сжигании в существующих конструкциях котлов неизбежно приведет к шлакованию топочных и конвективных поверхностей нагрева. Абразивность золы кузнецких углей значительно меньше, чем у экибастузского. По экологическим показателям кузнецкие угли также существенно отличаются от экибастузского. Их приведенная зольность в 3,2 раза ниже, серосодержание также ниже в 2,5 раза, а содержание азота в 1,4 раза выше.

По данным предварительных испытаний получены следующие данные: расход экибастузского угля–73,5 кг/с, кузнецкого–56,4 кг/сек. По результатам расчета нужно изменить следующие поверхности нагрева: уменьшить площадь ширм на 1452 м², площадь переходной зоны на 4305 м², а площадь водяного экономайзера увеличить на 4190 м²,. Также нужно заменить дымососы ДОД–43 на дымососы ДОД–41 из-за пониженного расхода дымовых газов.

В топливно–транспортном хозяйстве должен быть выполнен следующий объем реконструкции:

- Перед вагоноопрокидывателем необходимо установить размораживающее устройство, а также бурорыхлительные установки для разрушения монолита, т.к. размораживающее устройство обеспечивает обогрев массы топлива лишь у стенок вагона;
- Уменьшить скорость движения ленты конвейеров топливоподачи, т.к. требуется подавать меньшее количество топлива, что снижает износ деталей и узлов;
- Установить трехступенчатую систему металлоотделения, т.к. кузнечные угли имеют большее количество посторонних включений магнитного и немагнитного металла.
- Т.к. все угли кузнечного бассейна склонны к самовозгоранию, то на тракте топливоподачи необходимо смонтировать автоматическую систему обнаружения и локализации возгораний.

Срок окупаемости проекта с учетом всего объема реконструкции составляет около двух лет.

По расчетам влияния перевода на экологию района выходит, что:

- Концентрация золы на выходе из электрофилтра будет снижена в 2 раза;
- Будут снижены в 2 раза выбросы серы;
- Выброс азота будет увеличен, но входит в допустимые пределы;
- Максимальные концентрации распространяются на меньшее расстояние от дымовой трубы;
- Экономический ущерб из-за экологических платежей в 2 раза ниже.

Еще в 80-х годах экологические штрафы Казахстана в адрес Челябинэнерго за деятельность Троицкой ГРЭС достигали 4–5 млн. руб. При небольшом объеме прибыли Челябинэнерго (1,9 млн. руб. за 1998 год) собственных средств для оплаты экологических счетов Казахстана у энергосистемы не хватит, что означает безальтернативность варианта перевода Троицкой ГРЭС на российское топливо.

Список литературы:

1. Князевский, Б.А. Охрана труда в энергетике [Текст]: учебник для техникумов / Б.А. Князевский – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 376 с.
2. Резников, М.И. Котельные установки электростанций [Текст]: учебник для техникумов / М.И. Резников, Ю.М. Липов. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 288с., с ил.
3. Рыжкин, В.Я. Тепловые электрические станции: учебник для студентов энергетических вузов [Текст] / под ред.. В.Я. Гиршфельда – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328 с., с ил.
4. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод) [Текст]/ Н.В. Кузнецов [и др.] под ред. Н.В. Кузнецова. – М.: Энергия, 1973. – 296 с.
5. Теплотехнический справочник [Текст] / под общ. ред. В.Н. Юренева. В 2-х т., т.2 – М.: Энергия, 1976. – 896 с., с ил.

6. Тепловые и атомные электрические станции [Текст]: Справочник / под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 905 с.
7. Самая мощная электростанция южного Урала застряла между двух экономик [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.b-mbr.ru/novo/Samay_mosnay_elektrostanciy_ynogo.html

УДК622.24.051.52

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ УДАЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

Л.Е. Маметьев, А.Ю. Кузнецов, О.В. Любимов

ГУ КузГТУ

Прокладка подземных коммуникаций зачастую влечет за собой рытье траншеи по всей длине прокладываемого трубопровода, но в условиях высокой плотности застройки городских сооружений, наличии исторических мест, транспортных магистралей и зеленых насаждений данный подход применять неэффективно. В этом случае целесообразно и экономически выгодно использовать методы бестраншейной прокладки трубопроводов.

Одним из наиболее перспективных способов бестраншейной прокладки трубопроводов большого диаметра (более 500 мм) является метод, заключающийся в бурении горизонтальной скважины между двумя котлованами с помощью бурошнековых машин (БШМ). Процесс разработки горизонтальной скважины методом шнекового бурения включает в себя разрушение породы на забое и транспортировку продуктов разрушения шнеком к устью скважины [1].

Одной из существенных проблем горизонтального бурения, в отличие от продавливания, прокалывания или горизонтально-направленного бурения, является накопление разрушенного грунта в рабочем котловане (вдоль машины или в самом наихудшем случае, в внутрирамном пространстве). Поэтому периодически от устья скважины или от другого места, в зависимости от конструкции бурошнекового комплекса, необходимо производить уборку продуктов разрушения на бровку котлована. Возможные способы удаления продуктов бурения из рабочего пространства на бровку котлована представлены на рис. 1.

Все способы выдачи грунта из рабочей зоны бурошнековой машины можно разделить на две условные группы: ручные и механизированные.

При **ручной** выдаче продуктов бурения из рабочей зоны БШМ различают место выдачи разрушенной породы. Грунт может высыпаться во внутрирамное пространство машины, что влечет за собой ручную очистку рамы или же, если это предусмотрено конструкцией машины, в сторону. Причем грунт рассыпается на всем продольном протяжении БШМ, а точ-

нее на длину секции трубы. Затем грунтом наполняют ёмкости и с помощью подъемных средств поднимают на бровку котлована.

Механизированные способы очистки рабочего пространства котлована более разнообразны.

Возможен способ, когда БШМ собирает разрушенный грунт в определенном месте. Частным способом такой конструкции является БШМ с установленным вдоль нее ленточным конвейером. Целесообразно не сыпать грунт на поверхность котлована, как это происходит при ручном методе, а сразу наполнять емкости, а затем поднимать их на поверхность.

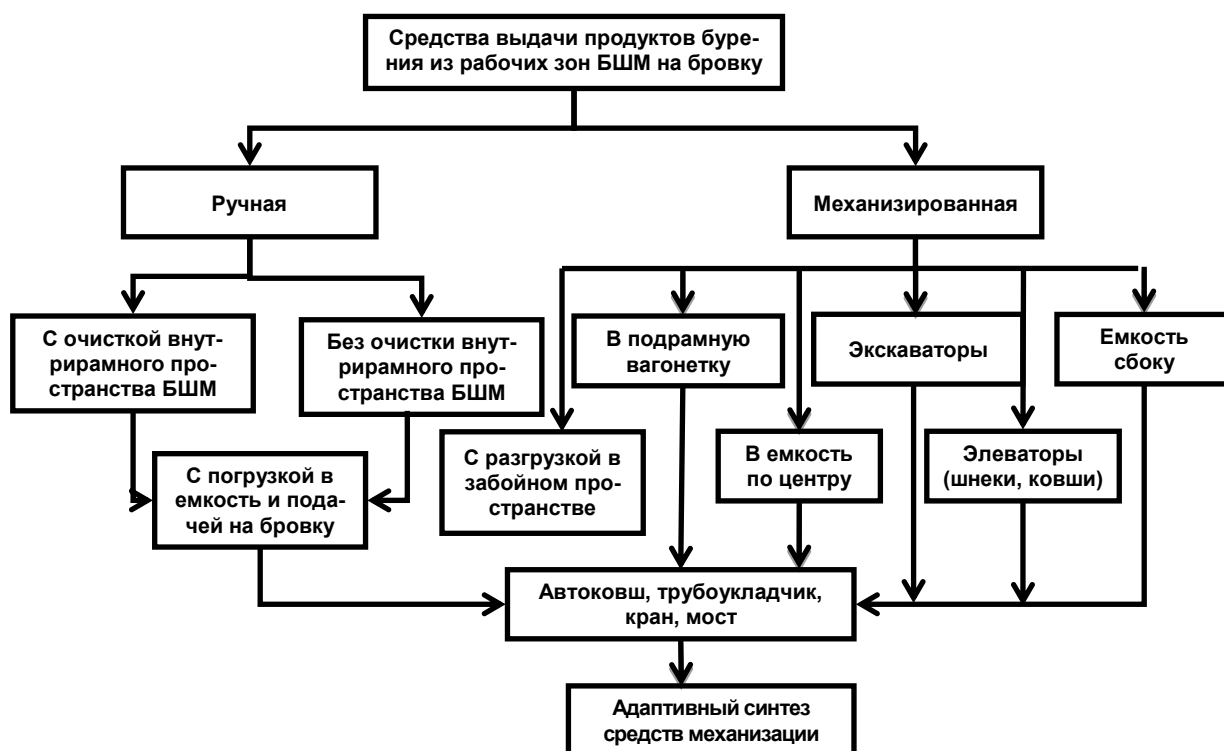


Рис. 1. Возможные способы удаления продуктов бурения из рабочего пространства на бровку котлована

Возможна выгрузка продуктов бурения с применением **строительных экскаваторов**, очень удачный способ для бестраншейной прокладки трубопровода. Экскаватором можно выкопать необходимые для работы котлованы, затем осуществлять выгрузку продуктов бурения, придерживать бурошнековую машину от переворота, выполнять различную вспомогательную работу, спускать или поднимать необходимый инструмент, зарыть котлованы. Недостатком является высокая стоимость эксплуатации экскаватора на время бурения.

Шнеки, элеваторы, ковши, относятся к непрерывным способам удаления грунта. Установка подает грунт из котлована сразу на бровку, однако для сбора грунта в котловане также необходимо использовать тех-

нику или рабочих. Необходим отдельный привод или отбор мощности главного привода.

Возможна установка емкости по центру, возле устья скважины. Затем емкость извлекают из-под БШМ и поднимают доступными средствами. Основным недостатком заключается в сложности вытаскивания емкости. Эту проблему группа компаний «АЛЪЯНС» в микротоннелепроходческом комплексе ГРАНАТ-Ш решает использованием для выемки грунта рельсовой вагонетки. Возле устья скважины для нее делается углубление, а затем она по рельсам может перемещаться для поднятия на поверхность. Около машины установлен ленточный конвейер, который ссыпает грунт, рассыпанный вдоль БШМ, в тележку [2].

Вариацией емкости по центру, можно поставить емкость сбоку, однако при этом необходимо емкость перемещать за концом трубы, который движется в процессе бурения скважины.

Все плюсы и минусы вышеперечисленных вариантов выгрузки могут в некоторой степени варьироваться в зависимости от условий, при которых происходит прокладывание горизонтальной скважины. К ним относятся геометрические размеры котлована. Так, например, при бурении на большой глубине (более 10 метров) некоторые способы вообще неприменимы и приходится искать и использовать индивидуальный подход. Также большую проблему создает вода или бентонит, который используется в некоторых случаях для разжижения грунта; это также необходимо учитывать при очистке котлована.

Таким образом, на данный момент нет оптимальных средств механизации для выемки разрушенной породы из рабочего пространства (котлована) БШМ. В ряде случаев уборка рабочего пространства происходит вручную, что сильно влияет на скорости работы и производительность труда.

Актуальной задачей является адаптивный синтез средств, повышающих уровень механизации при удалении продуктов бурения из рабочих котлованов и выполнения других вспомогательных работ.

Список литературы:

1. Маметьев Л.Е., Дрозденко Ю.В., Любимов О.В. Опыт использования буровых машин для сооружения городских подземных коммуникаций. – Строительство и эксплуатация угольных шахт и городских подземных сооружений: материалы VI Российско-китайского симпозиума, Кемерово, 28 сент. 2010 г. – Кузбасс. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2010.
2. Электронный ресурс: www.all-k.ru.

РАЗВИТИЕ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ В ГВИНЕЕ**В.Л. Мартьянов**

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

По запасам высококачественных бокситов Гвинея занимает первое место в мире (более 40%), также первое – по экспорту и второе – по добыче (более 20 млн.т в год).

Это бокситы тропического пояса первичных (латеритных) месторождений. В Северном и Южном полушарии находятся вторичные или переработанные месторождения бокситов значительно более низкого качества, в том числе и в России: на севере Урала, в Ленинградской, Архангельской, Кемеровской и других областях. Запасы бокситов конечны и могут обеспечить мировое потребление в течение 35–40 лет, причем наиболее интенсивно они истощаются в Австралии и Южной Америке.

Цена 1 т. алюминия тем выше, чем меньше примесей в выплавляемом алюминии. При «выплавке» алюминия невозможно избавиться от примесей, т.е. качество алюминия прямо зависит от чистоты исходного сырья – глинозема. Дешево и высокой чистоты глинозем получают только из латеритных высококачественных бокситов Тропического пояса.

В 1959 г. смешанной компанией Friguia (49% акций принадлежит Гвинее) начата разработка бокситов в районе Фриа–Солидоре – месторождение Кимбо (производственная мощность карьера св. 2 млн. т. в год), а в 1960 г. и переработка их на глинозем (примерно 650 тыс. т/год). Для разработки бокситов применялись дизельные буровые станки, экскаваторы и погрузчики, бульдозеры французского производства. Для дробления негабаритов использовался гидравлический бутобой фирмы Roclan (Франция). Руда доставляется автосамосвалами на усреднительный склад и погрузчиками подается на установки дробления, измельчения, сушки и на склад глиноземной фабрики. Коэффициент извлечения глинозема 0,85–0,9. Красный шлам (хвосты) грузится в автосамосвалы и вывозится на отвал. Глинозем в закрытых вагонах (хопперы) по узкоколейной железной дороге (900 мм) перевозится в порт г. Конакри (145 км) и цементонасосами перегружается в хранилища, а оттуда в рудовозы и по морю транспортируется в основном Европейским потребителям. Производство осуществлялось с помощью сначала французских, затем американских (с 1995 г.) и в настоящее время специалистов стран СНГ (компания РуссАл). Во второй половине 90–х годов годов прошлого века активы смешанной компании Friguia приобрела американская компания Alumina Company of Guinea SA (ACG), а затем, в начале 2000–х компания РуссАл. ACG произвела замену экскаваторов на колесные погрузчики и автосамосвалов, грузоподъемностью 15 т на 100 тонные. Технология разработки бокситов не изменилась, т.е. применялась буровзрывная подготовка горной массы к

выемке. Компания РуссАл провела коренную реконструкцию глиноземного завода и перешла с 2003 г. на новую безвзрывную технологию добычи бокситов с помощью карьерных комбайнов послойного фрезерования и непосредственной погрузкой в автосамосвалы. В настоящее время на карьерах работает 7 комбайнов Wirtgen 2200SM, 2500SM, 4500SM.

В 1973 г. начата разработка уникального по качественному составу с его постоянством месторождения Сангареди (район г. Боке) с постепенным наращиванием добычи руды от 1 до 13–14 млн.т. в 2005 г. В настоящее время около 18 млн. т добывается в районе г. Сангареди (группа месторождений Боке–Гаваль) смешанной компанией *Companie des bauxites de Guinee* (CBG), в которой 49% акций принадлежит государству, а 51% компании *Nalco* (главным образом компаниям Алкоа – США и Алкан – Канада). Требования группы компаний Алкоа–Алкан к бокситам: содержание глинозема (Al_2O_3) не менее 53%, кремнезема SiO_2 в пределах 1,5–2,0%.

Инфраструктура CBG в настоящее время: карьеры в Сангареди – месторождения: Сангареди, Биди Кум (заканчивается), Силидара (заканчивается), Бунду Ваде (вводится), Ндангара (вводится); железная дорога – 136 км ("бархатный путь"); завод по дроблению сушке, усреднению бокситов и промышленный порт в г. Камсар. Так называемый бархатный путь представляет из себя трассу железнодорожного пути с уклонами не более 6% и радиусами закругления не менее 600 м, а железнодорожное полотно представляет собой рельсы, длиной по 400 м, привинченные к металлическим шпалам специального профиля.

Компанией предусмотрен рост годовых объемов добычи до 24 и более млн.т.

До конца 80–х годов прошлого века разработка велась с помощью дизельных экскаваторов–мехлопат, частично – гидравлических и дизельных буровых станков. Применялся железнодорожный транспорт, как в карьере, так и для перевозки руды на завод в г. Камсар и далее морем рудовозами (45–60 тыс. т. тоннаж) – потребителям, главным образом в США и Канаду, частично – в Европу.

Порожний магистральный состав в 120 полувагонов, грузоподъемностью 90 т, расформировывался на прикарьерной станции и в карьер, с помощью карьерных тепловозов, подавались под погрузку составы в 30–40 вагонов.

В карьере работало 9 экскаваторов: 8 мехлопат фирмы P&H с емкостью ковша 8 м^3 и один гидравлический экскаватор со сменной стрелой и рукоятью для работы прямой и обратной лопаты фирмы *Liebherr R984C Litronic* с емкостью ковша $9,5\text{ м}^3$. Он использовался для отработки линз и лент обводненных глинистых бокситов в комплексе с автосамосвалами *DDV* (Джон Давид Браун – английская фирма), грузоподъемностью 70 т. Глинистые бокситы разгружались автосамосвалами на кровлю взорванных

каменистых для просушки и затем отгружались совместно с ними в железнодорожные вагоны.

Груженные вагоны подавались на прикарьерную станцию, образуя склад бокситов на колесах в размере 2–3-х магистральных составов. Магистральный локомотив, после доставки порожних вагонов, подцеплял 120 груженных и по «бархатному пути» с высокой скоростью (мощность локомотива позволял иметь техническую характеристику скорости в 280 км/час) доставлял бокситы на разгрузку для дробления и т.д. в г. Камсар.

Представляют интерес и буровзрывные работы. Буровые станки дизельные и имеют штангу, позволяющую без наращивания става обуривать уступ, высотой 12 м. Буровая мелочь при этом всасывается через штангу и накапливается в емкости бункера бурового станка. По мере заполнения бункера буровой мелочью происходит мгновенный боковой выхлоп ее в сторону от забоя на расстояние примерно 50–70 м. В качестве взрывчатого вещества используется Slory, представляющее собой жидкое ВВ, заливаемое через зарядной машиной шланг в скважины. Это ВВ через 2–3 минуты затвердевает в скважине, несколько увеличиваясь в объеме и плотно прилегая к ее стенкам. В застывшем виде ВВ напоминает твердый пенопласт серо-зеленовато-желтого цвета. Основные компоненты Slory аммиачная селитра и вода, плюс порядка 12 различных добавок. Приготовление этого ВВ происходит непосредственно в зарядной машине, называемой зарядным заводом. Для инициации скважинных зарядов вместо детонирующих шнуров (ДШ) применяются электродетонирующие шнуры (ЭДШ), более мягкие и тонкие и позволяющие присоединения между собой под любыми углами для безотказного взрывания.

Истощение запасов уникального месторождения Сангареди и постоянно растущий спрос на бокситы потребовал вовлечения в разработку соседних месторождений (Биди–Кум, Силидора, Н’Дангара Бунду Ваде и др.) с отличными от месторождения Сангареди показателями и вариацией качества. А, следовательно, ряда новых технических решений. Произведена замена железнодорожного карьерного транспорта на автомобильный, как более маневренный и создан резерв добычных забоев и экскавационной техники. Наряду с экскаваторами, приобретены колесные погрузчики фирмы Michigan с емкостью ковша 10 м^3 , как маневренные между забоями машины. Передние, ведущие колоса этих погрузчиков обуты в стальные кольчуги для усиления сцепления колес с рабочей площадкой, внедрения ковша при выемке бокситов и уменьшения износа резины колес. Создан карьерный усреднительно-перегрузочного склада руды перед погрузкой в локомотивосоставы. В структуру управления предприятием введена служба перспективного, текущего и оперативного планирования горных работ.

Месторождения разведаны с сеткой скважин, как правило, 100 на 100 м и с категориями запасов С1 и С2. Детальная разведка ведется в процессе эксплуатации постепенным сужением сетки скважин к забоям: 50×50 , 25×25 ,

12×12 и 6×6м и осуществляется с помощью промышленных бурстанков. Уточнение качественных показателей в скважинах осуществляется по цвету буровой мелочи, а через 1–3 скважины – с помощью физико–химического экспресс–анализа. На этой основе осуществляется текущее и оперативное планирование горных работ, организация работы горной и транспортной техники для обеспечения требуемых показателей качества руды. На усреднительном складе производится стабилизация качества добываемой руды путем поэтапного ее усреднения до требуемых значений колебаний содержания глинозема и кремнезема в порции руды в объеме железнодорожного состава. Затем на складах завода и порта в г Камсар производится дальнейшая стабилизация показателей качества руды уже в порции тоннажа судна–рудовоза и т.д. Таким образом, осуществляется минимизации затрат глиноземных и алюминиевых заводов. Компанией Халко предусмотрено строительство глиноземного завода в г Камсар с целью сокращения объема морских перевозок.

Добыча в районе Дебелее–Киндия началась в конце 70–х годов и в 1983–86 гг. достигла более 2,5 млн.т. Бокситодобывающий комплекс (БДК) строился с помощью советских специалистов. В отличие от других разрабатываемых месторождений (в том числе небокситовых), здесь была произведена детальная геологическая разведка густой сеткой скважин. Это дало возможность достаточно точно планировать горные работы, а, следовательно, применять относительно маломаневренную горную технику – электрические буровые станки и экскаваторы. Автосамосвалами доставлять руду непосредственно в бункеры дробильно–измельчительного комплекса и с его склада грузить в железнодорожные вагоны (хопперы), доставлять по железной дороге (98 км) на усреднительно–погрузочный комплекс (стокеры) порта г. Конакри и морскими рудовозами в г. Николаев (Украина). С начала 90–х годов производство бокситов существенно снизилось и к 1997 г. упало до 100 тыс.т.

Руссал (Русский алюминий) разрабатывает карьеры в Дебеле (с 1979 г.) и Фрия (с 1957 г. Францией, затем с 1995 г. Халко и с 2003 г. РуссАл). Руда во Фрие перерабатывается на полностью реконструированном РуссАл заводе в глинозем (около 850 тыс. т) и по железной дороге (145 км) транспортируется также в порт Конакри.

С 2003 г. компанией РуссАл при разработке бокситов применяется безвзрывная технология выемки с помощью карьерных комбайнов по-слойного фрезерования моделей Wirtgen 2500SM и 4500SM. В настоящее время работает 7 комбайнов. При вводе в эксплуатацию новых месторождений такая технология позволила избежать строительства дробильных комплексов и значительно сократить капитальные затраты. Так в 2005 г. введено в эксплуатацию месторождение Баландугу, где для выемки бокситов также применяются карьерные комбайны, что исключило буровзрывные работы и необходимость сооружения дробильного комплекса. В настоящее время в г. Дебеле строится глиноземный завод.

Компания Global Alumina (GlobAl – Япония) получила согласие Гвинейской стороны в 2005 г на разработку бокситов с содержанием Al_2O_3 менее 53%, которые Алкоа–Алкан не востребованы, построить в Сангареди завод по производству глинозема и совместно с СВГ использовать железную дорогу и технологический порт в г. Камсар. Доработка запасов предусматривается с использованием буровзрывных работ, карьерных погрузчиков и гидравлических экскаваторов и автотранспорта.

Для разработки новых богатых месторождений бокситов имеются готовые проекты и администрации с гвинейской стороны по районам: Боке–Гаваль – 9 млн. т руды и 1,2 млн. т. глинозема в год; Туге – 8 и Дабола – 6,5 млн. т. в год со строительством глиноземных заводов. Транспортирование глинозема по железной дороге и морю значительно снижает объем и затраты перевозок. В тоже время бокситы – комплексное сырье: кроме алюминия они содержат железо, титан, галлий, хром, ниобий, ванадий, скандий и др. При переработке на месте извлекается только окись алюминия – глинозем, а все остальные полезные элементы складированы в отвал, как возможный резерв на будущее.

УДК 622.235.535.2

АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ ФОРМУЛ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕЙСМООПАСНОГО РАДИУСА

Ю.А. Масаев, Е.В. Заречнева

ГУ КузГТУ

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

Проведя анализ формул для определения радиуса сейсмоопасной зоны приведенных в различных литературных источниках, можно заметить, что в основу расчетных формул заложен вес зарядов ВВ, взрывааемых за один прием. Но у различных взрывчатых веществ запас потенциальной энергии, выражаемый через теплоту взрыва, отличается друг от друга и не учитывать этот фактор является существенной ошибкой. Для подтверждения этого вывода нами был произведен расчет радиуса сейсмоопасной зоны для 18 различных типов ВВ, применяемых на открытых горных работах по рекомендуемой ЕПБ при взрывных работах формуле:

$$r_c = K_r * K_c * a * \sqrt[3]{Q}, \quad (1)$$

где Q – вес заряда, кг; K_r – коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого здания и сооружения, изменяется от 5 – 20 (принимаем 20); K_c – коэффициент, зависящий от типа здания и характера застройки, изменяется от 1 – 2 (принимаем 1,5); a – коэффициент, зависящий от условия взрывания, изменяется от 1 до 0,5 (принимаем 1).

$$r_c = 20 * 1,5 * 1 * \sqrt[3]{10000} = 646 \text{ м.}$$

Произведенный расчет радиусов сейсмоопасной зоны для различных типов ВВ, при прочих постоянных условиях, показывает (табл. 1) что при применении различных по мощности взрывчатых веществ радиус сейсмоопасной зоны один и тот же. Например, при применении Эмульсолита А–20, Тротила или Детонита М, у которых теплота взрыва соответственно 3020, 4200 и 5800 кДж/кг, радиус сейсмоопасной зоны по расчету получен один и тот же, $r_c=646$ м.

Это доказывает ошибочность рекомендуемой формулы для определения радиуса сейсмоопасной зоны при массовых взрывах не только на угольных разрезах но и при любых поверхностных взрывах.

Таблица 1

Радиус сейсмоопасной зоны для различных типов ВВ

Наименование ВВ	Вес взрываемого заряда, кг	$r_c, \text{м}$
1	2	3
Гранулит АС–4(АС–4В)	10000	646
Гранулит АС–8(АС–8В)	10000	646
Гранулит С–6М	10000	646
Гранулит М	10000	646
Гранулит С–2	10000	646
Игданит 94/6	10000	646
Граммонит 50/50	10000	646
Граммонит 79/21	10000	646
Акванал АРЗ–8Н	10000	646
Аммонит № 6ЖВ	10000	646
Аммонал М–10	10000	646
Аммонал М–10	10000	646
Аммонал водоустойчивый	10000	646
Аммонал скальный прессованный	10000	646
Детонит – М	10000	646
Тротил	10000	646
Гранулит УП	10000	646
Эмульсолит А–20,П	10000	646

По нашему мнению, в расчетные формулы необходимо вводить поправку, учитывающую теплоту взрыва (запас потенциальной энергии), так называемый коэффициент запаса энергии ВВ, определяемый как

$$m = \frac{Q'_v}{Q_v^{\text{эп}}}, \quad (2)$$

где Q'_v – теплота взрыва применяемого ВВ, кДж/кг, $Q_v^{\text{эп}}$ – теплота взрыва эталонного ВВ (тротила), кДж/кг.

В таблице 2 приведены значения коэффициента запаса энергии ВВ для различных типов ВВ и процент расхождения его величины. Как видно из таблицы это расхождение составляет от 13% до 104%, что весьма существенно.

Таблица 2

Коэффициент запаса энергии для различных типов ВВ

Наименование ВВ	Теплота взрыва, кДж/кг	m	% несоответствия
1	2	3	4
Акватол М–15	6180	1,47	104
Детонит – М	5800	1,38	92
Аммонал М–10	5600	1,33	92
Аммонал скальный прессованный	5400	1,28	78
Аллюмотол	5280	1,26	75
Акванал АРЗ–8Н	5230	1,24	72
ГранулитАС–8(АС–8В)	5200	1,23	70
Акватол МГ	5050	1,2	67
Аммонал М–10	4950	1,17	62
Аммонал водостойчивый	4950	1,17	62
Гранулит АС–4(АС–4В)	4500	1,07	49
Аммонит № 6ЖВ	4300	1,02	42
Граммонит 79/21	4300	1,02	42
Граммонит 50/50	4250	1,01	40
Тротил	4200	1,0	39
Гранулит С–2	3900	0,93	29
Гранулит С–6М	3850	0,92	27
Гранулит М	3850	0,92	27
Акватол 65/35	3850	0,92	27
Зерногранулит 30/70–В	3820	0,91	26
Игданит 94/6	3800	0,9	25
Гранулит УП	3710	0,88	22
Зерногранулит 50/50–В	3690	0,87	20
Зерногранулит 30/70	3650	0,87	20

Гранулит	3450	0,82	13
Эмульсолит А–20,П	3020	0,72	100

В связи с этим, считаем необходимым внести поправку в ранее рекомендованные формулы определения радиуса сейсмоопасной зоны в виде коэффициента запаса энергии ВВ и тогда формула (1) примет вид:

$$r_c = K_r * K_c * a * \sqrt[3]{Q * m}, \quad (3)$$

где K_r – коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого здания и сооружения; K_c – коэффициент, зависящий от типа здания и характера застройки; a – коэффициент, зависящий от условия взрывания; m – коэффициент запаса энергии; Q – вес заряда, кг.

Уточненный расчет радиуса сейсмоопасной зоны приведен в табл. 3.

Таблица 3

Уточненный расчет радиуса сейсмоопасной зоны

Наименование ВВ	Вес заряда, кг	m	$r_c, \text{м}$	% несоответствия
1	2	3	4	5
Акватор М–15	10000	1,47	950	104
Детонит – М	10000	1,38	892	92
Аммонал М–10	10000	1,33	860	85
Аммонал скальный прессованный	10000	1,28	827	78
Аллюмотол	10000	1,26	814	75
Акванал АРЗ–8Н	10000	1,24	801	72
ГранулитАС–8(АС–8В)	10000	1,23	795	71
Акватор МГ	10000	1,2	776	67
Аммонал М–10	10000	1,17	756	63
Аммонал водостойчивый	10000	1,17	756	63
Гранулит АС–4(АС–4В)	10000	1,07	692	49
Аммонит № 6ЖВ	10000	1,02	659	42
Граммонит 79/21	10000	1,02	659	42
Граммонит 50/50	10000	1,01	653	40
Тротил	10000	1,0	646	39
Гранулит С–2	10000	0,93	601	29
Гранулит С–6М	10000	0,92	595	28
Гранулит М	10000	0,92	595	28
Акватор 65/35	10000	0,92	595	28
Зерногранулит 30/70–В	10000	0,91	588	26
Игданит 94/6	10000	0,90	582	25
Гранулит УП	10000	0,88	569	22
Зерногранулит 50/50–В	10000	0,87	562	21
Зерногранулит 30/70	10000	0,87	562	21
Гранулит	10000	0,82	530	14
Эмульсолит А–20,П	10000	0,72	465	100

Анализ полученных данных показывает, что в некоторых случаях радиус опасной зоны по сейсмическому воздействию может значительно превышать ранее рассчитанные, а это может привести к нежелательному нарушению зданий или конструкций.

Для наглядного сравнения приведем графическую зависимость радиуса сейсмоопасной зоны, рассчитанной по известной формуле и по рекомендуемой формуле, учитывающей коэффициент запаса энергии применяемого ВВ (рис. 1).

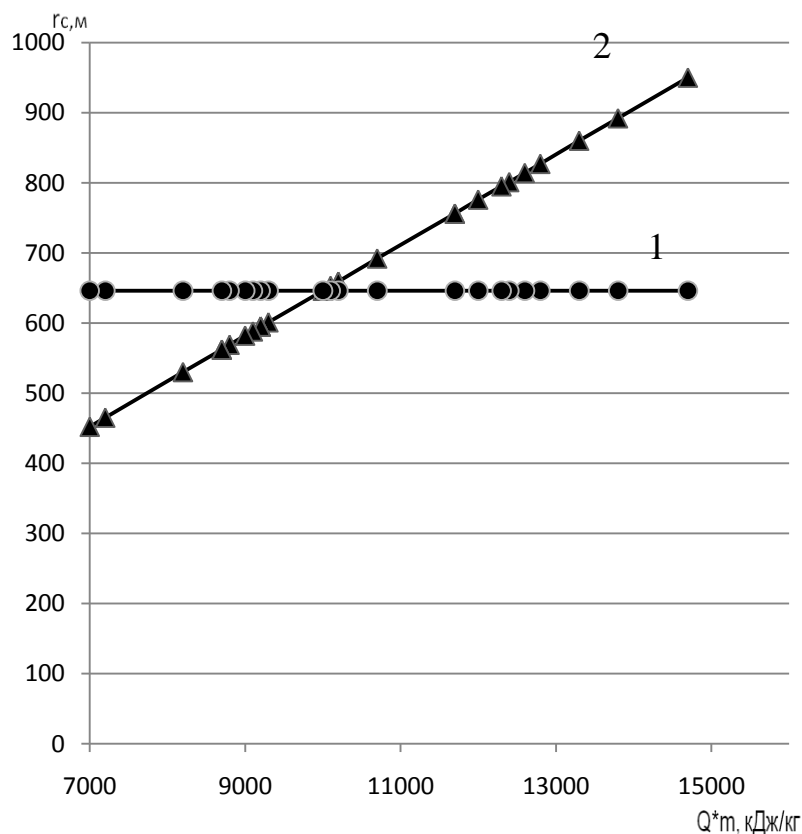


Рис. 1. Зависимость радиуса сейсмоопасной зоны от коэффициента запаса энергии: 1 – значение радиуса без коэффициента запаса энергии; 2 – значение радиуса в зависимости от коэффициента запаса энергии.

Из приведенной графической зависимости видно, что при использовании ВВ, имеющих теплоту взрыва с учетом коэффициента запаса энергии более 4200 кДж/кг величина радиуса сейсмоопасной зоны значительно увеличивается.

Параметры сейсмических волн зависят не только от общей массы заряда ВВ, но и от числа скважин в которых этот заряд размещается. При расщеплении общей массы заряда ВВ по площади и в различное количество скважин и при их взрывании с коротким замедлением, воздействие взрыва на формирование сейсмических волн будет совершенно иным. Например,

при общем весе заряда 10000 кг, который размещается в 3 – 4 камерах, очевидно, что интенсивность сейсмической волны будет значительно выше, чем при рассредоточении в 400–500 скважин по 20 – 25 кг в каждой и взрывааемых в несколько ступеней (см. табл. 4 и рис. 2).

Произведем расчет сейсмоопасного радиуса с весом заряда 10000 кг и рассредоточением его на 50, 100, 150, 200, 250, 300 скважин. Расчетная формула:

$$r_c = K_r * K_c * a * \frac{\sqrt[3]{Q*m}}{N^{1/4}}, \quad (4)$$

где K_r – коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого здания и сооружения; K_c – коэффициент, зависящий от типа здания и характера застройки; a – коэффициент, зависящий от условия взрываения, N – количество одновременно взрывааемых скважин, m – коэффициент запаса энергии; Q – вес заряда, кг.

Таблица 4

Расчетные параметры сейсмоопасного радиуса

Наименование ВВ	Расчетные параметры			
	Q , кг	m	N	r_c , м
1	2	3	4	5
Эмульсолит А–20,П	10000	0,72	50	218
			100	183
			150	166
			200	154
			250	146
			300	139
Акватол 65/35	10000	0,92	50	236
			100	199
			150	180
			200	167
			250	158
			300	151
Граммонит 50/50	10000	1,01	50	244
			100	205
			150	185
			200	172
			250	163
			300	156
Аммонал М–10	10000	1,17	50	256
			100	215
			150	195
			200	181
			250	171

			300	164
Аллюмотол	10000	1,26	50	263
			100	221
			150	199
			200	186
			250	176
			300	168
Акватол	10000	1,47	50	276
			100	232
			150	210
			200	195
			250	185
			300	177

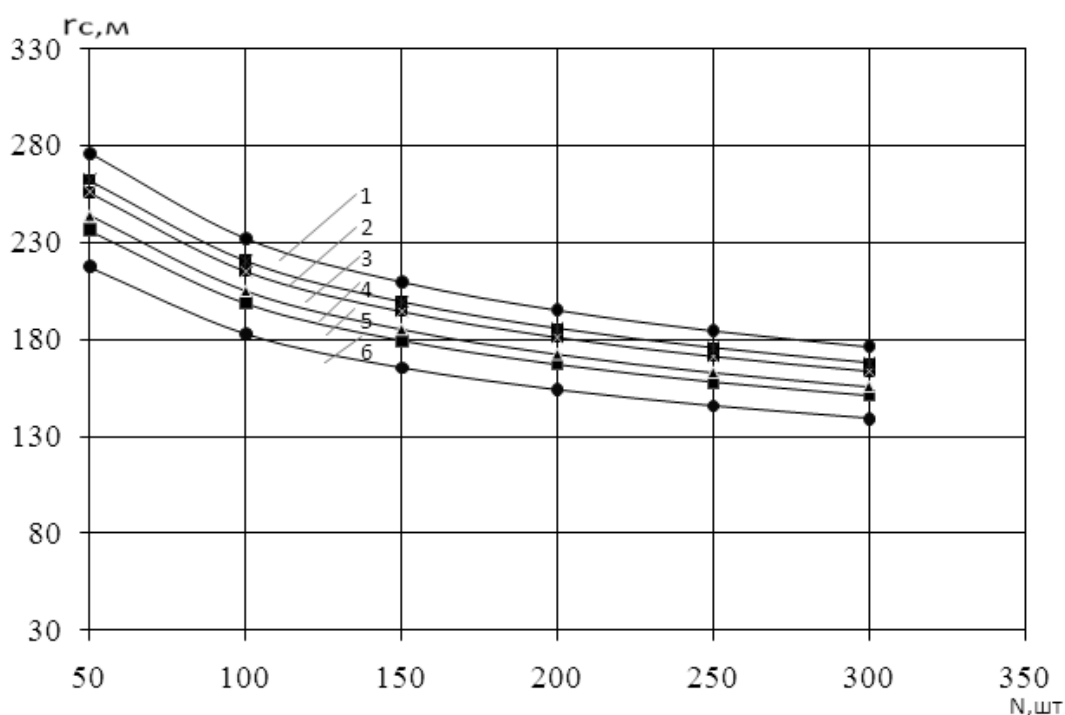


Рис. 2 Зависимость радиуса сейсмоопасной зоны от рассредоточения ВВ на разное количество скважин: 1 – при количестве скважин 50; 2 – при количестве скважин 100; 3 – при количестве скважин 150; 4 – при количестве скважин 200; 5 – при количестве скважин 250; 6 – при количестве скважин 300

Результаты расчета радиуса сейсмоопасной зоны по формуле (4) при взрывании зарядов ВВ общим весом 10000 кг и рассредоточением его в 50, 100, 150, 200, 250 и 300 скважинах при различных типах ВВ показал (табл. 4), что с увеличением числа скважин, взрывааемых с применением КЗВ, радиус сейсмоопасной зоны снижается примерно в 2 – 3 раза (табл. 5)

Таблица 5

Сравнение значение радиуса рассчитанного по ранее применяемой формуле и предложенной нами формуле

ВВ	Заряд сосредоточенный		Заряд рассредоточенный	
	Вес заряда, кг	r_c , м	N, шт.	r_c , м
1	2	3	4	5
Эмульсолит А-20,П	10000	646	50	218
			100	183
			150	166
			200	154
			250	146
			300	139
Акватол 65/35	10000	646	50	236
			100	199
			150	180
			200	167
			250	158
			300	151
Граммонит 50/50	10000	646	50	244
			100	205
			150	185
			200	172
			250	163
			300	156
Аммонал М-10	10000	646	50	256
			100	215
			150	195
			200	181
			250	171
			300	164
Аллюмотол	10000	646	50	263
			100	221
			150	199
			200	186
			250	176
			300	168
Акватол	10000	646	50	276
			100	232
			150	210
			200	195
			250	185
			300	177

Список литературы:

1. Субботин А.И. Безопасность при взрывных работах. / А.И. Субботин, Н.И. Гаврилов, С.В. Колесникова // Нормативные документы по безопасности, надзорной и разрешительной деятельности в области взрывных работ и изготовление взрывчатых материалов// В 1// – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно–технический центр по безопасности в промышленности Гостехнадзора России», 2002. – 249 с.

УДК 622.235

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЙ ВОЛН НАПРЯЖЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ В МАССИВЕ И РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Ю.А. Масаев, А.А. Зенкова

ГУ КузГТУ

Филиал ГУ КузГТУ в. г. Белово

Под управлением энергией взрыва понимают комплекс мероприятий, проводимых для регулирования дробления и перемещения горной массы, а также снижения сейсмического действия взрыва. Весьма перспективными для повышения эффективности взрыва считаются методы, основанные на изменении к.п.д. взрыва, которые подразделяются на управление первичным и вторичным полем напряжений. Управление энергией взрыва с целью повышения коэффициента полезного действия теснейшим образом связано с изменением параметров волн напряжений. К управлению первичным полем напряжений относятся:

- выбор параметров детонации и начального давления ВВ, соответствующих условиям хрупкого, квазихрупкого или пластического разрушения горных пород;
 - применение сферических, удлиненных, плоских или комбинированных систем зарядов;
 - выбор оптимальных геометрических параметров расположения зарядов по разрушаемому объему;
 - короткозамедленное и замедленное взрывание;
 - применение парносближенных зарядов;
- К управлению вторичным полем напряжений относятся:

- регулирование параметров отраженных волн напряжений путем изменения граничных условий на внешнем контуре разрушения;
- экранирование энергии волн напряжений;
- щелевое контурное взрывание по границе объема разрушения;
- искусственное запираание скважин взрывом для продления времени действия взрыва.

Определяющими параметрами волны являются напряжение на фронте и время существования ее положительной фазы, складывающееся из времени нарастания напряжения до максимального значения и времени спада напряжения до нуля. Остальные параметры являются функцией двух основных.

На горных предприятиях для изменения времени действия продуктов взрыва и их давления, с целью повышения к.п.д. широко применяют специальные конструкции зарядов с радиальными зазорами и осевыми промежутками и другие мероприятия, к которым относятся: инициирование удлиненных зарядов ВВ в нескольких точках; качественная забойка скважин и шпуров; применение водонаполненных суспензированных ВВ; применение промежуточных боевиков, применение сферических, удлиненных, плоских и комбинированных зарядов.

Инициирование удлиненных зарядов ВВ в нескольких точках, в том числе двухстороннее, рекомендовано при разрушении хрупких сред, требующих для качественного дробления высокой скорости нагружения при минимальном времени нарастания давления. С увеличением числа точек инициирования до 3–4 давление на фронте волны напряжения повышается на 25–40%, а импульс волны в целом увеличивается на 20–70%, при этом удельный расход ВВ снижается на 10–12%.

Направление инициирования зарядов может быть прямым и обратным. При обратном инициировании импульс взрыва увеличивается на 8% вследствие более позднего подхода волны разгрузки. Направление инициирования, скорость детонации ВВ и упругих колебаний в горной породе определяют положение фронта волны сжатия относительно свободной поверхности, например, относительно откоса уступа.

Качественная забойка скважин и шпуров обеспечивает надежное запираение продуктов взрыва, увеличивая общее время действия импульса взрыва. Наиболее эффективна забойка с достаточно высокой сжимаемостью, но в то же время достаточно плотная. Иногда для увеличения сопротивления забойки её выбрасыванию взрывом применяют взрывание внутри забойки одного–двух дополнительных зарядов небольшой величины.

Внутренняя забойка при взрывании должна действовать до тех пор, пока давление в зарядной полости не будет снижено в результате выхода продуктов взрыва в атмосферу через образовавшиеся трещины к поверхности откоса. При определенной длине заряда, скорости детонации, скорости продольных волн в массиве, определяющих скорость роста трещин, и расстоянии по подошве уступа забойка необходима, если время трещинообразования в направлении поверхности откоса больше времени снижения давления продуктов взрыва. Забойку необходимо применять, также, для ограничения дальности разлета кусков породы в карьерах, когда это предусмотрено технологией производства работ.

Применение водонаполненных суспензированных ВВ. Окружение заряда ВВ или частиц его жидкостью позволяет повысить начальное давление на границе между продуктами взрыва и горной породой почти в два раза, что значительно увеличивает общий импульс взрыва и его длительность. Это открывает широкие возможности в использовании смесей тротила и воды для разрушения крепких горных пород, на карьерах в породах средней крепости взамен аммиачно–селитренных ВВ.

Применение промежуточных боевиков с высокой скоростью детонации для возбуждения детонации ВВ с пониженной детонационной характеристикой является одним их эффективных средств управления энергией взрыва. Экспериментальными исследованиями [1] установлено, что при инициировании пентолитом (сплав гексогена и тротила) заряды игданита или зерногранулита детонируют со скоростью пентолитов. При инициировании зерногранулитов 79/21 скальным аммонитом №1 скорость детонации зерногранулитов достигла 4,8–5,0 км/с. При этом начальное давление в зарядной камере повышается почти в 2 раза.

Управление первичным полем напряжений. При этом методе в конкретной горной породе формируются волны напряжений с оптимальным сочетанием амплитуды смещения и времени положительной фазы для хрупкого или пластического разрушения.

Применение сферических, удлиненных, плоских и комбинированных зарядов ВВ позволяет изменять параметры первичного поля напряжений в горных породах в соответствии с закономерностями затухания напряжений на фронте волны сжатия.

Одновременное взрывание удлиненных зарядов, сближенных в ряду, но с увеличенным расстоянием между рядами формирует плоскую волну, напряжения, на фронте которой затухают медленнее, чем при взрыве отдельных удлиненных зарядов. В практике взрывных работ применяют комбинированные заряды, удлиненные по форме в целом, но сосредоточенные на отдельных участках. Котловые расширения в нижней части скважины выполняются взрывным способом (простреливание) или станками огневого или термомеханического бурения. В результате взрыва сосредоточенных частей заряда возникает густая сеть начальных трещин, а благодаря общей удлиненной форме его более длительное время сохраняются повышенные напряжения на фронте волны сжатия, что в целом повышает эффективность дробления трудновзрываемых горных пород. Таким образом, управление формой заряда и характером затухания напряжений на фронте волны сжатия позволяет регулировать дробящее действие взрыва.

Выбор оптимальных параметров расположения зарядов в разрушаемом породном массиве основан на закономерностях изменения первичного поля напряжений, формируемого под действием прямой волны сжатия. Влияние л.н.с. и расстояния между зарядами сказывается на дроблении следующим образом. При уменьшении л.н.с. интенсивность дробле-

ния повышается благодаря увеличению удельного расхода и энергии ВВ на единицу разрушаемого объема породы и повышению общей напряженности массива. С увеличением расстояний между зарядами при постоянной л.н.с. в первичном поле напряжений формируются области с пониженными растягивающими напряжениями, где дробление монолитной породы не может быть удовлетворительным. Эта область по мере увеличения коэффициента сближения зарядов смещается к свободной поверхности, а по мере его уменьшения – к линии расположения зарядов. Поэтому на практике чаще всего при л.н.с., равной 25–35 диаметре заряда, принимают коэффициент сближения в пределах 1,0–1,2, иногда увеличивая его до 2, при этом учитывают, что с увеличением диаметра заряда увеличиваются напряжения первичного поля, а от длины заряда напряжения не меняются.

При последовательном взрывании зарядов в ряду в результате интерференции волн наблюдается эффект суммирования напряжений в направлении первого заряда. Происходит рост в 2–4 раза напряжений первичного поля в одном направлении, что необходимо принимать во внимание при оценке сейсмической безопасности наземных сооружений и горных выработок при короткозамедленном взрывании.

Парносближенные удлиненные заряды применяют для преодоления завышенных сопротивлений по подошве уступа и обеспечения качественного дробления. В результате одновременного взрывания таких зарядов цилиндрические волны на расстоянии от трех до пяти диаметров заряда, суммируясь, формируют плоский фронт, для которого характерно более медленное затухание напряжений.

Управление вторичным полем напряжений

При этом методе используют эффект управления вторичным полем напряжений при отражении прямых волн сжатия от свободной поверхности и преобразования их в волны растяжения.

Параметры волн напряжений, отраженных от границы раздела двух сред, изменяются в соответствии с законом геометрической акустики и зависят от соотношения их акустических жесткостей. Изменяя величину акустической жесткости, за счет применений ВВ с различным запасом энергии можно управлять энергией отраженной волны, определяющей параметры вторичного поля напряжений.

Экранирование энергии волн напряжений. Сущность метода состоит в том, что предварительным взрыванием скважин по контуру блока создают щель, заполненную разрушенной породой (экран). Взрывание с экранированием позволяет отразить в сторону основного объема разрушения до 25% энергии волны, 67–72% энергии теряется в разрушенной породе щели и лишь 8–10% энергии волн проходит через экран в виде сейсмических колебаний, тем самым обеспечивается мелкое дробление при минимальном перемещении. Скважины в экранирующей щели следует взрывать

мгновенно, а основной заряд через 75–100 мс. Взрывание с экраном рекомендуется также для защиты сооружений от сейсмического воздействия.

Щелевое контурное взрывание в отличие от взрывания с экранированием производится на полую щель. В этом случае на границе раздела двух сред (порода– воздух) волны полностью отражаются, не проходя в защищаемую среду. Ширина щели должна превышать возможное смещение пород на контуре, т.е. практически должна быть больше нескольких сантиметров. Щелевое взрывание целесообразно применять при взрывах в непосредственной близости от сооружений. Щель в горной породе может быть образована предварительным взрыванием сближенных зарядов с расстоянием между ними от 6 до 15 диаметров скважин.

Для запирания скважин взрывом на расстоянии 5–6 диаметров от основной скважины пробуривают дополнительную скважину на глубину 1/3 разрушаемого слоя. В нее помещают 15–20% основного заряда ВВ и взрывают ее с опережением 10–15 мс. Разрушенная порода запирает продукты детонации в основной скважине до момента полного разрушения окружающей ее породы. Такой метод взрывания позволяет увеличить продолжительность воздействия взрыва на среду в 6–7 раз, снизить удельный расход ВВ на 30%, повысить к.п.д. взрыва и добиться улучшения дробления.

Рассмотренные конкретные методы управления зависят от характера разрушения горных пород и могут быть осуществлены при проектировании взрывных работ и в процессе взрывания путем изменения параметров первичного и вторичного поля напряжения.

Список литературы:

1. Мосинец В.Н., Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах.–М.:Недра,1976.270с
2. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. часть 1. Разрушение горных пород взрывом.–М.: Изд. «Горна книга»,2007.470с.

УДК 635.232

НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ГИДРОЗАБОЙКИ ШПУРОВ Ю.А. Масаев, В.Ю. Масаев, Н.В. Мильбергер ГУ КузГТУ

Внутренняя забойка оказывает существенное влияние на длительность воздействия давления в зарядной полости, а значит и на параметры поля напряжений в массиве горных пород и характер его разрушения.

Параметры поля напряжений в среде зависят в большей степени от зарядной полости. При отсутствии внутренней забойки заряд ВВ контактирует с атмосферой горной выработки, продукты детонации имеют сво-

бодный выход и давление быстро снижается от максимального до атмосферного.

При качественной внутренней забойке и отсутствии сквозных трещин, давление в зарядной полости снижается от максимального до установившегося квазистатического. Когда же забойка начинает выбрасываться из зарядной полости, давление снижается до атмосферного, но гораздо медленнее, чем при отсутствии забойки.

Применяемая в настоящее время на угольных шахтах гидрозабойка шпуров выполняется в виде двух водонаполненных ампул длиной по 25 см и запирающего глиняного пыжа длиной 10 см (в соответствии с ЕПБ при взрывных работах), размещаемого после ампул в устье шпура. Такой вид гидрозабойки не всегда удовлетворяет условиям качественной герметизации заряда ВВ в шпуре. Диаметр водонаполненных ампул меньше диаметра шпура на 4–6 мм и поэтому между стенками ампулы и шпура имеется зазор, по которому газообразные продукты взрыва имеют возможность с высокой скоростью двигаться в сторону устья шпура до момента разрушения ампул и заполнения водяной массой всего сечения шпура. Запирающий же глиняный пыж может не выдержать движущихся под большим давлением газообразных ПВ и может быть выброшен из шпура преждевременно. Если же влажность глинистой массы будет завышена, то газообразные ПВ могут преждевременно выйти в призабойную зону, пронизав глиняный пыж. Такое явление было обнаружено нами при расследовании одной из аварий на шахтах Кузбасса.

В связи с этим, конструктивное исполнение гидрозабойки должно быть таким, чтобы обеспечивалось условие формирования в зарядной полости максимального импульса давления, который, как уже было сказано ранее, оказывает прямое влияние на параметры поля напряжений в породном массиве.

Давление продуктов детонации зависит от объема зарядной полости и может быть описано адиабатой, а его изменение во времени может быть выражено соотношением:

$$P_{вв} V_n^n = P(t) [V_n + \Delta V_n(t) + \Delta V_3(t)]^{n(t)} \quad (1)$$

где $P_{вв}$ – начальное давление продуктов взрыва в зарядной полости; V_n – начальный объем зарядной полости; n – показатель адиабаты продуктов взрыва в начальный момент времени после детонации; $\Delta V_n(t)$ – приращение во времени объема полости за счет ее расширения; $\Delta V_3(t)$ – приращение во времени объема полости за счет смещения забойки; $n(t)$ – изменяющиеся во времени показатели адиабаты продуктов взрыва.

Показатель адиабаты изменяется от $n=3$ при больших плотностях до $n=1,5$ при расширении продуктов детонации в 10 и более раз. Для практического использования при расчетах удобно выделить два интервала давлений,

в пределах которых показатель адиабаты можно считать постоянным и равным 3 или 1,25. Давление при котором меняется показатель адиабаты, может быть рассчитано из энергетических соображений по формуле:

$$P_{кр} = 0,154 \sqrt{\left(E_{BB} - \frac{1}{2} \frac{P_{BB}}{\rho_{BB}}\right)^3 \frac{\rho_{BB}^3}{P_{BB}}}, \quad (2)$$

где E_{BB} – энергия, заключенная в единицы массы ВВ; ρ_{BB} – начальная плотность ВВ.

Давление определяется по формуле:

$$P_{BB} = \frac{\rho_{BB} D_{BB}^2}{8}, \quad (3)$$

где D_{BB} – скорость детонации ВВ.

Соотношение между давлением $P_1(t)$ и объемом $V_1(t)$ для давлений, больших критического, определяется по формуле:

$$P_1(t) [V_1(t)]^3 = P_{BB} V_n^3, \quad (4)$$

Связь между давлением $P_2(t)$ и объемом $V_2(t)$ для давлений, меньше критического, может быть определена по формуле:

$$P_2(t) [V_2(t)]^{1,25} = P_{кр} V_{кр}^{1,25}, \quad (5)$$

Значение $V_{кр}$ может быть найдено из уравнения:

$$P_{BB} V^3 = P_{кр} V_{кр}^3 \quad (6)$$

из которого, подставив $V_{кр}$ в уравнение (5) получим:

$$\frac{V_2(t)}{V_n} = \sqrt{\frac{P_{кр}}{P_{BB}} \left[\frac{P_{кр}(t)}{P_2(t)} \right]^{1/1,25}}, \quad (7)$$

В случае взрыва заряда комфлета, что может быть условно принято при прочности забойки, приближающегося к прочности разрушаемой породы, конечный размер полости может быть определен из формулы (7) подставив $P_2(t) = P_{max}$. Максимальное давление в полости, которое может быть уравновешено силами прочности среды, определяется из выражения:

$$P_{max} = \sigma_{раз} \sqrt{\frac{\gamma \cdot c^2}{6\sigma_{раз}}}, \quad (8)$$

где $\sigma_{раз}$ – напряжение раздавливания среды при одноосном сжатии; γ – плотность среды; c – скорость волн напряжений в ней.

Полученные соотношения позволяют рассчитать зависимость приращения объема полости за счет смещения ее стенок

$$\Delta V_n(t) = V_n(t) - V_n$$

при известных характеристиках ВВ и среды.

Приращение объема за счет смещения забойки может быть определено из уравнения ее движения под действием давления $P(t)$

$$M = \frac{d^2 l(t)}{dt^2} = P(t)S - F_3, \quad (9)$$

где M – масса забойки; S – площадь забойки; $l(t)$ – смещение во времени забойки; F_3 – сила сопротивления забойки.

Характерное время расширения полости может быть определено из выражения:

$$T = \frac{2xr_{\Pi}}{c} \left(\frac{\rho \cdot c^2}{250\sigma_{раз}} \right)^{1/6} \quad (10)$$

где $x = \sqrt[3]{\frac{E_{ВВ}}{3\sigma_{раз}}}$ – коэффициент, учитывающий свойства применяемого ВВ

и разрушаемой породы; $E_{ВВ}$ – энергия заряда ВВ; r_{Π} – радиус конечной полости.

В этом случае смещение забойки составит:

$$\Delta V_3(t) = l(t)S .$$

Таким образом, формирование импульса давления в зарядной полости имеет очень сложный механизм. В упрощенном варианте его можно представить следующим образом – при детонации заряда ВВ возбуждаемая мощная ударная волна действует на стенки зарядной полости, за счет чего увеличивается ее первоначальный объем. Одновременно, газообразные продукты взрыва при расширении стремятся вытолкнуть гидрзабойку, при смещении которой, объем полости также увеличивается, а давление газообразных ПВ в зарядной полости снижается, но гидрзабойка, должна активно сопротивляться выталкивающему действию газообразных ПВ. Вода, хотя и считается практически несжимаемой средой, все-таки при воздействии ударной волны на некотором участке резко сжимается и распирается между стенками шпура, а через некоторый момент времени начинает двигаться. Поэтому для увеличения времени задержки забойки в шпуре необходимо создать условия удлинения участка распора и времени его воздействия на стенки шпура. В связи с этим, нами были внесены конструктивные изменения в гидрзабойку шпуров [1,2], позво-

ляющие в большей степени решить эту задачу, о которых подробнее будет изложено в последующих публикациях.

Список литературы:

1. Забойка шпуров при ведении взрывных работ, Патент на полезную модель № 70572. Оpubл.07.01.2008. Бюл. №3/ авторы Ю.А. Масаев, М.Д. Войтов, Н.В. Мильбергер.
2. Гидрозабойка шпуров. Патент на полезную модель №83129. Оpubл. 20.05.2009. Бюл. №14/ авторы Ю.А. Масаев, В.Ю. Масаев, Н.В. Мильбергер, О.В. Зиберт, В.А.Карасев.

УДК 622.233 : 622.235

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНВЕРСИОННЫХ ВВ В РФ

Ю.А. Масаев, А.А. Мигалева

ГУ КузГТУ

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

В последние годы в зарубежных угледобывающих странах основным направлением совершенствования взрывчатых веществ является снижение чувствительности их к внешним воздействиям с целью обеспечения условий безопасного их использования.

На протяжении 60 лет в США применяют и совершенствуют составы ВВ из аммиачной селитры и дизельного топлива, так называемые AN–FO, в соотношении 94:6. Позднее, с целью увеличения энергетических показателей в состав AN–FO стали добавлять алюминиевой порошок, тротил, динитротолуол и такие ВВ назывались нитрокарбонитратами. Но наибольшее распространение получили составы AN–FO, состоящее из 94 % аммиачной селитры и 6% дизельного топлива, обладающих скоростью детонации 4000–4500 м/с. В нашей стране подобное ВВ – Игданит, начали выпускать в годы Великой отечественной войны. Такие ВВ обладают достаточно высоким запасом энергии, малым бризантным действием, безопасным в обращении и удовлетворяют условиям открытой добычи угля.

В США объем применения AN–FO составляет около 80%, в других зарубежных странах – 40–60%. При зарядании обводненных скважин AN–FO помещают в полиэтиленовые рукава.

Одних из направлений является разработка, так называемых водосо-держащих ВВ, которые подразделяются на несколько видов.

Смесь гранул аммиачной селитры с ее раствором в воде с примесью твердых сенсibilизаторов (черный порох, тротил и др.) получала название суспензионных сларри.

Составы, состоящие из жидких растворов окислителя, в которых во взвешенном состоянии находятся частицы твердых компонентов получили название водного геля. Для сохранения его консистенции в состав добавляют загустители типа гуаргам и др., а для повышения водоустойчивости добавляют так называемые структурообразователи (соли хрома, алюминия, калия и др.) Кроме этого, в качестве горючих добавок вводят битум, алюминий, жидкие нефтепродукты. Такие ВВ выпускают как в патронированном виде, так и в непатронированном. Непатронированные ВВ применяют для заряжания обводненных скважин под столб воды. Патронированные диаметром 25–85 мм выпускают либо в полиэтиленовых ампулах, либо в водоустойчивых бумажных оболочках – в Швеции их называют динамексы. В США компания Дюпон выпускает группу водных гелей под названием «Товекс» как для заряжания скважин большого диаметра, так и в патронах диаметром 25–32 мм. Такие ВВ имеют скорость детонации 4300–6700 м/с, теплоту взрыва 2900–6100 кДж/кг при плотности 1,1–1,35 г/см³. Их особенностью является то, что при зарядании шпуров их можно уплотнять забойником до плотности 1,6–1,8 г/см³ и при этом они хорошо детонируют.

С 1964 г. в США начали выпускать эмульсионные ВВ, в нашей стране их начали выпускать в последние десятилетия. Такие ВВ представляют эмульсию в виде мельчайших капель (0,01 мм) раствора селитр, окружающих тонкой пленкой масла, получаемого из горячего раствора селитр в воде (8–16% воды) с добавкой солярового масла и эмульгатора (эфир сорбита и жирных кислот, эфиры глицерина, неорганические соли высших алкиламинов). При этом получается невзрывчатая сметанообразная масса. А для ее превращения во взрывчатую смесь (процесс активации эмульсии) в состав вводят до 4% полых стеклянных микросфер (шариков) или химическим путем нитрид натрия, который в результате химическим путем нитрид натрия, который в результате химической реакции образует газовые пузырьки, равномерно распределенные в эмульсии. Такие ВВ готовят при температуре 80⁰ С, зарядание скважин производят из зарядных машин, температура эмульсии при этом должна быть не менее 70⁰ С, чтобы горючий составляющая не затвердела преждевременно.

В ряде стран, таких как Швеция, Югославия, КНР, Испания такие ВВ получили название «эмулиты», состав их несколько разнообразен, скорость детонации находится в пределах 4000–5500 м/с, теплота взрыва 3000–4000 кДж/кг, плотность 1,15–1,3 г/см³. О разнообразии составов эмульсионных ВВ говорит тот факт, что только в США за период 1983–1989 гг. было запатентовано более 40 составов.

Из патронированных ВВ для подземных работ можно отметить низкопроцентные динамиты, содержащие 23–25% нитроглицерина (Япония) и динамексы (США), в которых вместо нитроглицерина содержится динитроглицоль.

Что касается предохранительных ВВ для шахт, опасных по газу и пыли, то ассортимент их весьма ограничен. Некоторые ВВ выпускают на основе ионообменных солей, некоторые – на основе аммиачной селитры и тротила, аналогичные нашим аммонитам ПЖВ–20 и Т–19.

Особое место занимает проблема использования конверсионных ВВ для промышленных взрывов. Конверсионными [1] называют ВВ и СИ, извлекаемые из снарядов и бомб, которые по истечению срока службы подлежат уничтожению. Первое применение нашли после Великой Отечественной войны, бездымные пороха из артиллерийских снарядов, для взрывания скваженных зарядов на открытых горных работах. А в 1991 г. был создан специальный институт НИИ «Росконверсвзрывцентр», основной задачей которого было проведение научных исследований по использованию в народном хозяйстве утилизируемых боевых взрывчатых материалов.

В этот период многие предприятия оборонной промышленности начали проводить исследования по созданию новых промышленных ВВ на основе боевых ВВ, порохов и твердых ракетных топлив. Одним из первых таких предприятий был ЛНП «Союз», в котором была разработана технология применения баллиститных ракетных твердых топлив (БРТТ), зерненных пироксилиновых и баллиститных порохов (БЛ–1, БП–3) с перспективой их использования на открытых горных работах. И такие ВВ под названием «Гранипор» впервые начал изготавливать Красноярский завод «Енисей». Позже, на основе БП–1 и БП–3 были созданы новые модификации гранипоров с добавлением аммиачной селитры – БПС–1 и БПС–20. Институтом КНИИМ в период 1992–1995г.г. были разработаны:

- тротил– У, на основе выплавленного из боеприпасов тротила;
- заряды шланговые ШЗ–1, ШЗ–2, ШЗ–3, ШЗ–4, на основе утилизированных морских шланговых зарядов, содержащих прессованный тротил, гексоген, и пластик;
- заряды комбинированные модульные диаметром 45,60,75 мм, состоящие из шашек БРТТ, залитых тротилом для сухих и обводненных скважин;
- альгетолы– 15,25 и 35 на основе тротила, гексогена и алюминия – это водоустойчивые гранулированные ВВ для открытых работ;
- порола – изготовленные из зерненного пероксилинового пороха, залитого расплавленным тротилом в соотношении 50:50;
- заряды эмульсионные пороховые на основе эмульсена– П.

Институтом НИИПМ в 1993г. разработан «Дибазит» – водоустойчивое ВВ на основе баллиститного пороха с добавками окисла цинка.

По «Полимер» совместно с РХТУ им. Д.И. Менделеева в 1996г. изготовил аммиачно–селитренное ВВ «Гельпор» на основе зерненных пироксилиновых порохов (60%) с добавками карбамида и азотнокислого натрия. НТР «Взрывтехнология» разработал и выпускает Гранипор ПФ.

Общим недостатком всех конверсионных ВВ является то что, они имеют повышенную чувствительность к внешним воздействиям, так как многие из них имеют в составе гексоген, ТЭН, бездымные пороха пороха, сплавы алюминия и магния. Такие ВВ имеют также сильную электризуемость, что представляет опасность в обращении. Кроме того, в составе газообразных ПВ у некоторых ВВ, помимо СО и NO₂ содержатся ядовитые хлористые соединения.

Список литературы:

1. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ / ч.І. Разрушение горных пород взрывом . – М.: Изд–во «Горная книга», 2007. 471с.

УДК 622.33.015.38

АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА

Ю.А. Масаев, С.С. Цибяев

ГУ КузГТУ

Значительная часть пологих и наклонных угольных пластов Кузбасса характеризуются сложными условиями залегания. Основными осложняющими факторами является: повышенная нарушенность дизъюнктивными и пликвативными нарушениями, залегание труднообрушаемых пород в кровле пластов, сложная геометрическая форма участков. Запасы угля, сосредоточенные в осложненных горногеологических условиях, относятся к нетехнологичным, их отработка длинными очистными забоями с использованием механизированных комплексов является неэффективной. К таким запасам относятся запасы, сосредоточенные в целиках различного назначения: межлавных, охранных у капитальных выработок, под поверхностными объектами. В эту группу входят участки, оставленные в процессе ведения очистных работ, участки под затопленными горизонтами, участки мощных пластов. На действующих шахтных полях по данным ВНИМИ [1] к нетехнологичным и низкотехнологичным запасам отнесено до 40% балансовых запасов угля. Установлено, что в связи с внедрением технологии выборочной отработки участков угольных пластов в пределах шахтных полей в последние 10–15 лет коэффициент извлечения балансовых запасов угля снизился с 70–75% до 47–60 %. Поэтому важной научно–практической задачей в отрасли является разработка и реализация инженерных решений для создания технологических схем, обеспечивающих эффективную и безопасную отработку остаточных запасов угля в пределах горных отводов действующих и проектируемых шахт.

Остаточные запасы – это запасы полезного ископаемого, которые были не отработаны по причинам безопасности, экономической нецелесообразности, сложной геометрической формы, отсутствия нужного оборудования или по другим причинам.

Для разработки каких-либо технологических решений необходимо, прежде всего, учесть многообразие участков остаточных запасов угля. Поэтому очень важно комплексно подойти к классификации и систематизации этих участков. С этой целью нами была разработана классификация, где главным классификационным признаком выступила *природа происхождения* участков остаточных запасов. Все характерные участки были разделены на две группы: природные и техногенные типы остаточных запасов (рис. 1). Многообразие участков остаточных запасов, как уже было сказано, предъявляет особые требования к выбору средств их отработки. При этом очень важно оценить доступность этих участков. Участки остаточных запасов могут занимать следующие положения относительно участковых и капитальных выработок:

- полностью оконтурены выработанным пространством;
- оконтурены выработками и частично очистным пространством;
- полностью оконтурены выработками;

Отсюда можно сделать вывод, что на стадии проектирования шахты и планирования горных работ *необходимо обеспечить доступ к участкам, подлежащим выемке и попадающим под категорию остаточных*



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

Для практического подтверждения многообразия участков и свойств залегания остаточных запасов были проанализированы запасы 5 действующих шахт ОАО «СУЭК – Кузбасс». Анализу подверглись шахты: Полысаевская, Октябрьская, Комсомолец, Талдинская–Западная и шахты им. 7 Ноября.

На основе проведенного анализа, можно сделать вывод, что в целиках различного назначения и оставленных участках сосредоточены значительные запасы высокоценных углей. Одним из наиболее ярких и перспективных с точки зрения отработки остаточных запасов является поле шахты «им. 7 Ноября» по пласту «Байкаимский» (рис. 2). Пласт «Байкаимский», разрабатываемый шахтой «им. 7 Ноября» является отличным примером сочетания значительных остаточных запасов как техногенного, так и природного типов. Мощность пласта составляет 4,65 м. Зольность разрабатываемой части – 21,8%. Пласт «Байкаимский» в пределах шахтного поля шахты «им. 7 Ноября» содержит в целиках до 50 млн. т. угля марки «Г». В юго-западной части пласта имеется участок окисленного угля, который отделяется блоком целиков с запасами около 6 млн.т. Нельзя не заметить площади, занимаемые охранными целиками под железную дорогу Новосибирск–Новокузнецк и р. Иня. Запасы в них составляют 14 млн.т. и 21 млн.т. соответственно. В целике под отстойником шахтных вод сосредоточено около 3,8 млн. т. Общие запасы, сосредоточенные в целиках шахты «им. 7 Ноября», к которым имеется доступ, оцениваются в 9 млн. т.

Запасы, оставленные в целиках различного назначения, в условиях шахты им. В.И. Ленина на юге Кузбасса оцениваются в 15 млн. т., в условиях шахты Томская около 4 млн. т. угля [2].

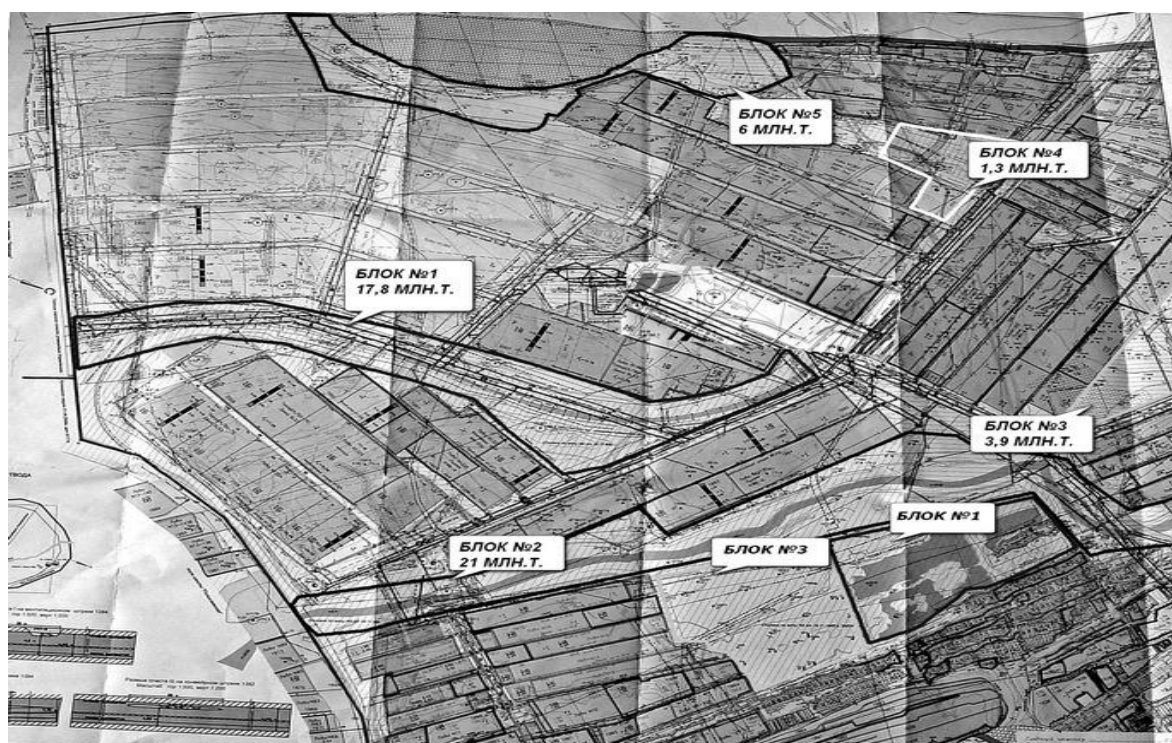


Рис. 2 – Блоки остаточных запасов по пласту Байкаимскому шахты «им. 7 Ноября».

Рациональная отработка этих участков позволит продлить срок эксплуатации тех шахт, балансовые запасы которых подходят к концу; обеспечить соблюдение возросших требований по охране окружающей среды; более полно извлекать полезное ископаемое; понизить показатель себестоимость угля и повысить общую добычу угля по шахте.

Результаты анализа остаточных запасов рассматриваемых шахт наглядно представлены на рис.3. Как можно заметить, большинство участков остаточных запасов содержат целики под охраняемыми объектами (43,7 млн. т.). Они представлены как техногенными типами, так и природными. В участках неправильной формы или обладающими сложными элементами залегания, сосредоточено почти 18,5 млн. т.

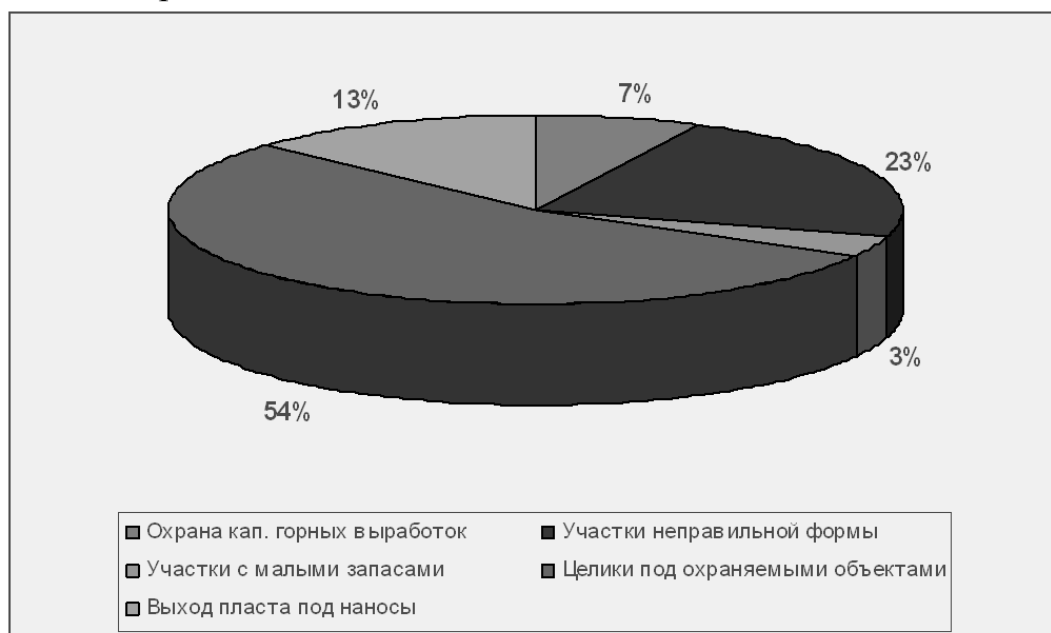


Рис. 3 – Распределение участков остаточных запасов угля.

Таким образом, на основании изучения объемов остаточных запасов и разработки их классификации, был произведен анализ и структурирование характерных участков. Это позволяет оценить перспективы и способы их разработки с целью более эффективного использования запасов шахтных полей.

Список литературы:

1. А.Ю. Дюпин. Оценка достоинств и недостатков технологии выборочной разработки перспективных угольных месторождений Кузбасса / Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых. Труды X Международной конференции/ Новокузнецк: СибГИУ, 2005. – С. 3–9
2. В.Г. Климов. Отработка оставленных целиков угля на шахтах филиала «Ленинскуголь» ОАО «УК «Кузбассуголь» / В.Г. Климов, З.М. Гараев, Л.М. Коновалов, А.В. Ремезов, Ж.Уголь–№3–1998.С 21–35

К ВОПРОСУ О КАПТИРОВАНИИ МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Ю.А Масаев, А.А. Черкашин
ГУ КузГТУ

Многочисленными исследованиями, проведенными в различных угольных бассейнах нашей страны изучены вопросы генезиса метаносодержащих газов угольных пластов, их химический состав, условия миграции в угленосных отложениях, основные физико–химические факторы, обуславливающие коллекторские свойства углей и вмещающих пород.

Для оценки ресурсов метана угольных пластов отечественных шахт принимались следующие основные показатели:

–запасы угольных пластов рабочей мощности с учетом эффективности проектируемого способа извлечения метана;

–величина природной метаноносности угольных пластов рабочей мощности;

–запасы угля, содержащегося в пластах и пропластках нерабочей мощности (менее 0,5м) в зонах, где они подвергнутся частичной разгрузке и высвобождению метана в районах близлежащих горных работах;

–количество углеродистых пород в пределах активных горных работ.

Многочисленными исследованиями была установлена метаноносность основных угольных бассейнов в зависимости от условий залегания и свойств угольных пластов, что позволяет прогнозировать объемы выделения метана в горные выработки действующих шахт.

Принимая во внимание, что добыча угля на российских шахтах будет производиться на все больших глубинах, возрастет и количество выделяемого метана.

Шахтный газ является значительным и практически неосвоенным ресурсом с основными запасами, сосредоточенными в целом ряде угледобывающих стран. Крупнейшими загрязнителями атмосферы являются такие страны как Китай, США, Россия, Польша и др. По прогнозам, количество выбрасываемого шахтного газа в мире до 2020г. Увеличится на 2% и, в основном, за счет роста угледобычи в Китае [1].

В настоящее время для извлечения метана из угольных пластов и вмещающих пород широкое применение находят дегазационные системы, которые подразделяются на два вида – предварительной и текущей дегазации.

Предварительная дегазация производится в неразгруженных пластах угля до начала очистных работ через скважины, пробуренные из горных выработок или с поверхности [6].

Текущая дегазация разгружаемых от горного давления пластов является обязательной при разработке угольных пластов с высокой метано-

обильностью, когда средствами обычной вентиляции невозможно обеспечить нормативные параметры содержания метана в рудничной атмосфере.

Дегазация разрабатываемых пластов угля осуществляется при помощи скважин с применением гидроимпульсного воздействия на массив угля с целью повышения его проницаемости и газоотдачи. Для эффективной дегазации необходимо дорогостоящее оборудование, позволяющее пробуривать скважины глубиной до 500 м, что и сдерживает внедрение таких технологий на российских шахтах. Тем не менее, в Кузбассе ОАО «СУЭК–Кузбасс» освоил опыт адаптации западных технологий, используя буровую установку «Ramtrack» для бурения направленных скважин глубиной до 450–500 м [2].

Недостаточное использование дегазационных систем является одним из основных факторов, приводящим к авариям на российских шахтах. Ключевыми факторами также являются неправильная установка и неэффективная работа дегазационного оборудования, что приводит к снижению объемов кооптированного метана.

В случае эффективного выполнения рекомендаций Ростехнадзора и установки необходимого оборудования во всех шахтах, нуждающихся в дегазации, объемы извлечения метана могли бы возрасти до 35–40%, в Кузнецком бассейне и до 45–50% в Воркуте. На сегодняшний день дегазационными системами в среднем, из шахт извлекается около 25–30% метана.

С одной стороны, шахтный метан сродни природному газу обладает полезными свойствами горючего топлива, а с другой стороны, при попадании в атмосферу он наносит сильнейший урон экологии планеты [7]. Так в 2000 г., например мировой выброс шахтного и вентиляционного газа составил 32 млрд. кубометров чистого метана, а по прогнозам к 2012 г. выброс метана может возрасти до 51 млрд. кубометров.

В настоящее время, используя современные технологии для изучения шахтных пластов и проведения дегазационных работ, угольные компании могут добиться значительного увеличения количества каптируемого метана в высоких концентрациях. Как правило, шахтный газ может использоваться в двигателях внутреннего сгорания или турбинах при содержании метана свыше 25% после предварительной очистки его от различных примесей.

Во многих странах существует ряд проектов, где шахтный метан используется для получения электроэнергии. Наибольшим опытом осуществления подобных проектов обладают Германия, Япония, Великобритания и США. За последние годы утилизация шахтного газа стала все больше применяться в Китае, России, Польше и Украине.

Согласно данным за 2005 год, в мире уже существовало более 50 электростанций, работающих на шахтном газе с суммарной мощностью свыше 300 МВт, индивидуальная производственная мощность таких элек-

тростанций может значительно отличаться, начиная от мини-электростанций в 150–160 кВт до самых крупных в 90–100 МВт [8].

Список литературы:

1. Астахов С.А. Утилизация шахтного газа // Уголь.– 2006.– № 08. – С.9 – 13.
2. Безпфлюг В.А Опыт утилизации шахтного метана в ФРГ и возможности его утилизации в России // Уголь.–2006.– № 08. – С.31 – 38.
3. Материалы сайта <http://www.uglemet.ru>
4. Материалы сайта <http://www.methane.ru>
5. Материалы сайта <http://www.fire-egupmet.com>
6. Материалы сайта <http://shps.ru/?show=article&id=27>
7. Материалы сайта <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BD>
8. Материалы сайта <http://elplanet.ru/articles/697>

УДК 622. 273. 218

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЗАКЛАДОЧНОЙ СМЕСИ ПРИ ВЫЕМКЕ МЕЖШТРЕКОВЫХ ЦЕЛИКОВ

А.М. Мирошниченко, Ю.А. Масаев

ГУ КузГТУ

В последние 10–15 лет при подготовке выемочных участков в длинностолбовых системах разработки широко применяются схемы с оставлением целиков, практически полностью вытеснив бесцеликовые схемы. При этом показатель потерь угля увеличился до 10–30%, мотивируя к разработке новых технологических схем, дающих возможность более эффективно извлекать полезное ископаемое. Таким образом, в отрасли угольной промышленности возникла комплексная проблема повышения полноты извлечения запасов угля и снижения эксплуатационных потерь при разработке.

При подготовке выемочных полей парными штреками с оставлением целиков, можно выделить несколько основных технологических схем:

1. Подготовка столба парными штреками по направлению от фланговых наклонных стволов.

Данная схема получила успешное применение на высокопроизводительных шахтах, вскрытых наклонными стволами, что обусловлено ее основными преимуществами:

- независимое ведение подготовительных и очистных работ;
- возможность опережающей подготовки выемочных столбов;
- простотой доставки с поверхности и монтажа оборудования в забое;
- наличием дополнительного выхода на поверхность в случае аварийной ситуации.

2. Подготовка парными штреками по направлению от центральных к фланговым наклонным стволам.
3. Подготовка столба встречными парными забоями.

Охранные межштрековые угольные целики, в зависимости от мощности пласта, глубины разработки и других горно-геологических условий, чаще всего, имеют ширину 15–25 м. Поэтому, извлечение охранных целиков не изменяет технологичность схемы подготовки выемочного столба парными штреками.

Нами предлагается технологическая схема по выемке охранных целика, заключающаяся в проведении парных штреков опережающими забоями и заполнением пространства вынутаго целика закладочным материалом (рис. 1)

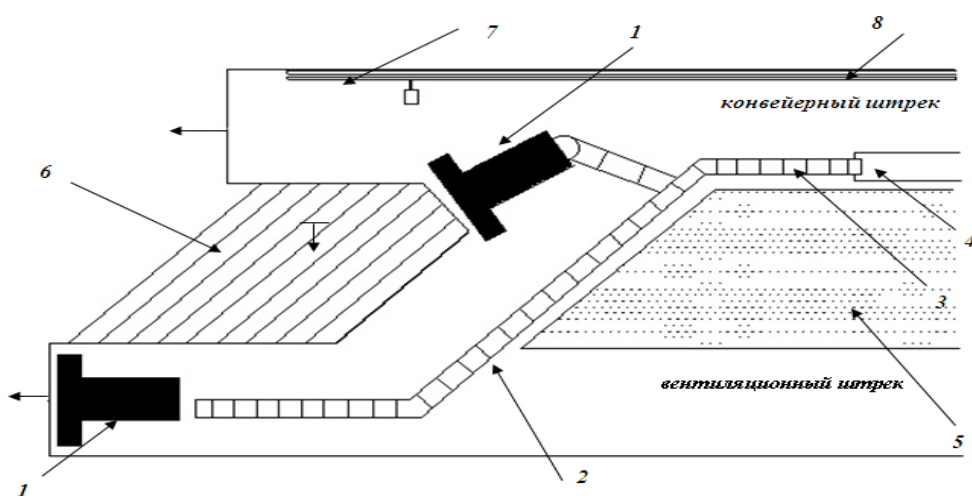


Рис. 1 Схема проведения парных штреков

Широкозахватный проходческий комбайн со стационарными анкероустановщиками	Закладочный массив
Скребковый конвейер	Массив угля
Перегружатель	Трубопровод гидротранспорта закладочного материала
Стационарный ленточный конвейер	Трубопровод с водой для промывки трубопровода 7

В качестве оборудования, используемого для проведения выработок и для извлечения целика, служит широкозахватный проходческий комбайн (ширина захвата исполнительного органа 4,8–5,6 м.). Крепление штреков осуществляется анкерным креплением. Бурение шпуров под анкера производится навесными бурильными установками, установленными на проходческом комбайне. Для транспортировки горной массы используется изгибающийся и прямолинейный скребковые конвейеры. В хвостовой части скребкового конвейера установлен перегружатель на стационарный ленточный конвейер. Производительность ленточного конвейера должна обеспечивать непрерывное функционирование двух проходческих забоев одновременно. Качественный монтаж ленточного конвейера на этапе проходки выработок позволит использовать его для транспортировки угля из очистного забоя без дополнительных затрат. При этом ширина парных

штреков составит 4,8–5,6 м., а ширина закладочной полосы будет зависеть от конкретных горно–геологических условий месторождения.

Одной из наиболее важных задач при описанной схеме является организация и временная ориентация всех выполняемых процессов. По мнению авторов, эффективная работа всех звеньев и минимальное время простоев может быть обеспечена по следующей схеме (рис. 2).



Рис. 2 Организация работ в подготовительных забоях

При доставке закладочной смеси на дальние расстояния целесообразно использовать гидротранспорт[1,2]. Схема комплекса по приготовлению и доставке закладочного материала представлена на рис. 3.

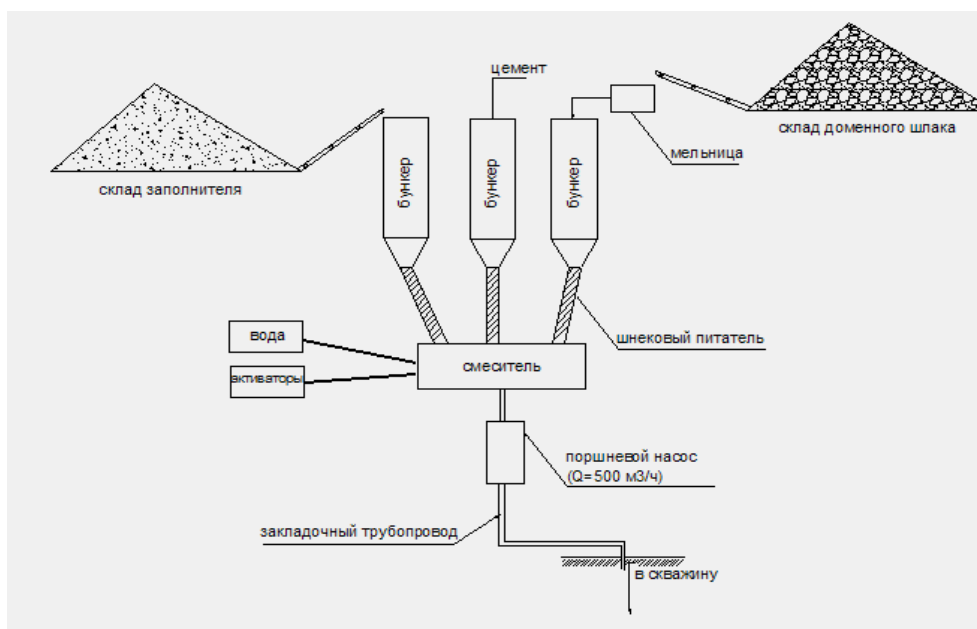


Рис. 3 Схема комплекса по приготовлению и доставке закладочной смеси.

Закладочный материал непрерывным способом приготавливают на земной поверхности и насосами транспортируют в шахту. Насос необходим,

преимущественно для преодоления смесью расстояния от смесительной установки до шахтного ствола и регулирования производительности. Для перекачки закладочной смеси используются поршневые насосы, способные перекачивать пастообразные и зернистые материалы. Производительность насоса составляет до 500 м³/ч при давлении 30 атм. и 16 м³/ч при 100 атм. Гидростатическое давление в системе обеспечивает дальнейший уверенный транспорт по шахтовому трубопроводу диаметром 203 мм. Через распределители материал направляется на различные участки. В забое с помощью пневматического сопла возможна подача жидкого стекла или другой добавки для быстрого схватывания материала. При гидротранспорте также необходимо обеспечить согласование процессов промывки трубопровода и удаление излишков материала. Обеспечение постоянного контроля над качеством закладочного материала позволяет повысить производительность транспорта, увеличить расстояние доставки и оперативно регулировать состав смеси.

Проектирование систем по изготовлению и транспорту смесей должно обеспечивать беспрепятственную и стабильную подачу материала к подготовительным забоям. Поэтому крайне важно определить структурный состав смеси и её характеристики. Для создания высокопрочного закладочного массива, способного за небольшой промежуток времени обеспечить достаточную прочность, рациональным будет применение литой твердеющей закладки и возведение высокопрочной опалубки. Выбор компонентов для приготовления смеси очень разнообразен и оказывает решающее значение в качестве и характеристиках закладочной полосы.

Основными компонентами литой твердеющей закладки являются: вяжущее, активизатор, заполнитель, пластификаторы и ускорители.

Применительно к предложенной технологической схеме парного проведения штреков, состав смеси включает следующие компоненты.

Вяжущее. В качестве вяжущего материала применяется цемент марки М300 или доменные гранулируемые шлаки мелкого помола (для увеличения их активности). Применение отходов доменного производства Кузнецкого металлургического комбината позволит снизить стоимостьготавливаемой смеси, при этом, сохранив достаточную прочность полосы.

Активизаторы. Это вещества, которые повышают гидравлическую активность вяжущего, усиливают процесс связывания компонентов. В качестве основного активизатора применяется портландцемент. Всего 1% портландцемента повышает активность 10% доменного шлака. В качестве дополнительного активизатора используется известь. Она обеспечивает улучшение свойств заполнителя, содержащего глину.

Заполнитель. Составляет около 90% закладочного материала и служит жесткой основой, уменьшает усадку и тепловыделение, повышает плотность смеси. В качестве заполнителя предлагается использовать природные пески (плотность 2,5–2,7 т/м³), обезвоженные отходы обогащения

или отвальные породы. При наличии обогатительных фабрик целесообразно использовать смесь отходов обогащения с природными песками.

Пластификаторы и ускорители. Улучшают транспортабельность, повышают заполнение выработанного пространства, позволяют использовать меньшее количество активизатора. В качестве самого доступного пластификатора является глина, содержащаяся в заполнителе. Для ускорения твердения закладочной смеси рекомендуется применение: сульфата натрия, нитрата натрия и хлорида кальция.

Исходя из перечисленных компонентов, плотность закладочной смеси составит около 3000 кг/м^3 (цемент – 20 кг; доменный шлак – 450 кг; заполнитель – 1230 кг; вода – 400 л.). Прочность закладочного массива составит 3,7–8,0 МПа через 28 дней и 8,7–14,3 МПа через 90 дней твердения.

Выдержав определенное время затвердевания закладочной смеси, снимают опалубку и на месте неё возводят прочную стенку, которая выполняет роль поддержания выработанного пространства, а также сохраняет закладочный массив. Материалами могут послужить: заполняющая пена Wilkit, жидкий цементный раствор СМТ, carbofoam – р, tekblend.

Применение предложенной технологии подготовки выемочных полей способствует значительному увеличению полноты извлечения полезного ископаемого из недр (до 130 – 170 тыс. т. коксового угля при длине выемочного столба не менее 2000 м.) и снижению потерь полезного ископаемого при разработке пластов столбовой системой. Рациональный выбор состава закладочной смеси и способа ее транспортирования позволяет использовать технологию заполнения выработанного пространства экономически эффективно. Тем самым, представляется возможным решение актуальных и проблемных задач горного производства, достигается повышение экономической эффективности и безопасности труда на горном предприятии.

Список литературы:

1. Бронников Д.М., Закладочные работы в шахтах/Д.М. Бронников, М.Н. Цыгалов – М.: Недра, 1989. – 398 с.
2. Рыжков Ю.А., Расчет процессов и систем подземной разработки рудных месторождений / Ю.А. Рыжков, И.А. Ермакова. Учеб. пособие, – Кемерово, 2008. – 152 с.

УДК 622

ОСУШЕНИЕ ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПЛАСТА СЫЧЁВСКИЙ–IV Ш.ГРАМОТЕИНСКАЯ

П.Г. Мукоян, А.И. Жаров, А.В. Ремезов

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

ГУ КузГТУ

Поле шахты «Грамотеинская» расположено в пределах Егозово–Красноярского месторождения юго–восточной части Ленинского района

Кузбасса. Площадь шахтного поля приурочена к правобережью реки Ини. В орографическом отношении шахтное поле «Грамотеинская» представляет собой полого–холмистую местность с общим падением рельефа в северо–западном направлении к ручью Сычевка, который является левым притоком реки Мерети, протекающей в 3,5 км юго–западнее шахтного поля и обладающей сезонным характером – в летний период практически пересыхающей или образующей участки заболачивания в местах разгрузки подземных вод. Абсолютные отметки поверхности колеблются от +280 м до +310 м.

В настоящее время статические запасы подземных вод на участке шахтного поля значительно снижены горными работами и водоносные горизонты стали обособленными. Уровень подземных вод под руслом р. Иня залегает на глубине 40—60 м от дневной поверхности, а инфильтрация из него в горные выработки незначительная и сопровождается усиленным капежом. Горные работы ведутся на глубине 80—200 м.

Притоки воды в шахту достигают 110–150 м³/час (среднегодовые значения), коэффициент водообильности изменяется от 1,56 до 1,08 при среднем значении 1,32.

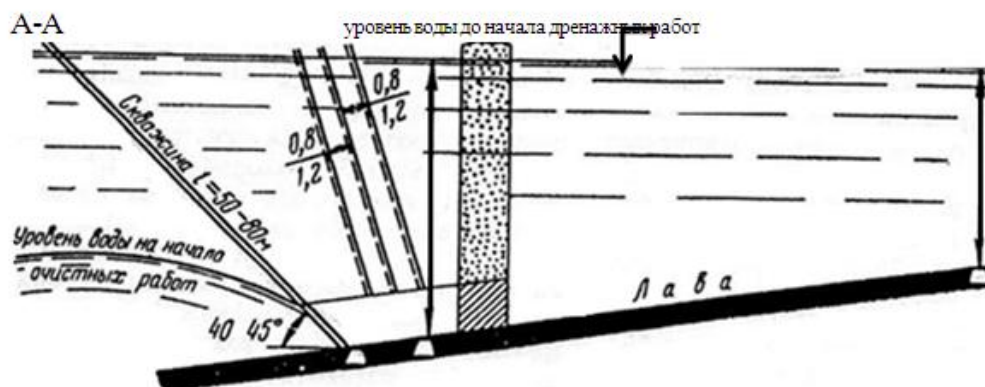
Для осушения пласта «Сычёвский IV» необходимо пробурить скважины типа сквозного фильтра. Гидрометрическими наблюдениями установлено, что уровень подземных вод при применении сквозных фильтров снижается на 1,5—2 м/год. При этом способе осушения выемочных полей требуется значительное время на снижение уровня подземных вод, что не всегда согласуется с развитием горных работ. Поэтому нами был разработан способ осушения выемочных полей бурением подземных наклонных скважин в условиях, где основной дренирующей системой является продольная трещиноватость.

Указанный способ предлагаем применить на пласте «Сычёвский IV».

Эта лава расположена на полого–холмистой местности с общим падением рельефа в северо–западном направлении к ручью Сычевка. Этот фактор влияет на резкое поднятие подземных вод в весенне–летнее время. Согласно наблюдениям за уровнем подземных вод по скважине, поднятие подземных вод начинается в марте, максимума достигает в июне и спад продолжается до октября.

Самый низкий уровень вод наблюдается с октября по март. В период поднятия подземных вод депрессионная воронка сжимается и соответственно приток воды в горные выработки увеличивается в два раза. Величина поднятия уровня воды достигает 20 м. Водоносный горизонт пласта «Сычёвский IV» приурочен к песчаникам мощность которых достигает 40 м. Песчаник крупнозернистый, трещиноватый. Под песчаником залегает водоупорная толща глинистых пород (аргиллиты и алевролиты) мощностью 4—8 м. Основной дренирующей системой является продольная система трещин, причем последняя наиболее развита и характеризуется сла-

боловнистыми гладкими плоскостями. Она простирается почти меридиально на большое расстояние и падает несогласно под углом $75-80^\circ$. Расстояние между трещинами колеблется от 0,8 до 1,2 м. Трещины характеризуются хорошим раскрытием и водопроницаемостью. В аргиллитах и алевролитах не посредственной кровли элементы залегания продольной трещиноватости совпадают.



Способ осушения выемочных полей с помощью наклонных скважин

Для создания депрессионной воронки ниже конвейерного штрека лавы № 36 предусматривалось бурение скважин по дренажному штреку в нижний борт, при этом водоносный песчаник подсекался на 18—20 м ниже конвейерного штрека. По опыту работы ш. Кузнецкая.

Скважины проектировались с условием перекрытия друг другом и задавались перпендикулярно к продольной системе трещин. Угол наклона скважины к горизонту составлял 45° . Водоносная толща скважинами вскрывалась полностью. Дебит по скважинам колебался от 1 до 70 м³/ч, т. е. увеличивался в соответствии с увеличением мощности водоносного горизонта.

Скважины, расположенные параллельно продольной системе трещин, давали незначительные притоки воды по сравнению со скважинами, расположенными перпендикулярно к основной трещиноватости. Расстояние между скважинами составляло 18—20 м (между точками заложения по длине выработки).

Данный способ осушения выемочных полей с помощью наклонных скважин исключал проникновение подземных вод в очистной забой только в зимний период— период самого низкого уровня вод, а в весенне-летний период, когда происходит значительное повышение уровня вод, он полностью не защищал очистной забой от проникновения воды.

Для осушения выемочных полей на шахте был разработан и применен способ бурения скважин, аналогичный вышеописанному, но с последующей обработкой скважин взрывными работами (см. рисунок). При этом ставилась задача — создать зону трещинообразования в водоносном

горизонте по границам выемочного столба. Бурение скважин производилось со специальной выработки, предназначенной для спуска и отвода воды. После торпедирования скважин приток воды по дренажному штраку увеличился на 20%.

Экспериментальными исследованиями были установлены оптимальные расстояния между скважинами по длине выработки, которые для рассматриваемых условий составили 18—20 м.

В результате проведенных взрывных работ параллельно дренажному штраку лавы, образовалась зона интенсивной трещиноватости пород водоносного гори зонта, которая препятствовала проникновению воды в лаву и исключала фактор времени на осушение выемочного поля. В районе мульд, встреченных дренажным штраком, бурились кусты дренажных скважин.

Для выбора способа или их совокупности следует учитывать глубину залегания и мощность водоносных горизонтов; гранулометрический состав пород, от которого зависит способность водоотдачи; основную трещиноватость, ее элементы залегания.

Применение данного способа осушения полей на шахте Грамотеинская позволит получить экономический эффект в размере 120 млн.р.в год.

УДК 62.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЗАТРАТ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ

О.С. Пичугин, А.Ю. Захаров
Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово
ГУ КузГТУ

В нынешних условиях дефицита топливно–энергетических ресурсов важную роль играет оценка энергозатрат промышленных машин. Расход энергии – универсальная характеристика, показывающая экономическую эффективность всего производства. Во время оценки энергетической оценке транспортных систем карьеров имеют место две главных проблемы.

Первая: перевод тепловой энергии горючего топлива используемого в автотранспорте, и электроэнергии потребляемой конвейерным и железнодорожным транспортом, в необходимый вид. В отечественной литературе имеется несколько вариантов. Но по мнению Ворошилова Г.А. и профессора Леля Ю.И. самый выгодный выход это перевод расхода электрической энергии и дизельного топлива к расходу первичных энергоносителей ресурсов, например к «условному топливу» (у.т.) который также учитывает расход энергии на добычу данных ресурсов, переработку и транспортирование. В РФ как у.т. используется угольный эквивалент – 7000ккал (29.3 мДж) – теплота, выделяемая при сжигании 1т высококачественного угля. Подобный подход распространен и за рубежом. В США и Англии исполь-

зуют британскую тепловую единицу (БТЕ) энергия которую необходимо затратить для поднятия температуры 1 фунта воды на 1°F (1 БТЕ = 0,252 кал/кг).

Вторая: это выбор и обоснование параметра оценки энергоэффективности транспорта глубоких карьеров. Распространенные параметры (кВт·ч/т, г/т, кВт·ч/т·км, г/т·км) показывающие расход энергии на единицу объема перевезенной горной массы или на единицу грузооборота не эффективны для глубоких карьеров, т.к. не учитывают высоту подъема груза. Поэтому необходимо принять величину энергозатрат для подъема 1 т породы из карьера.

Воспользовавшись методом предложенным Тангаевым И.А. и Сисиним А.Г., после чего доработанным Ворошиловым Г.А. и Лелем Ю.И., получаем показатели энергоемкости конкретных видов транспорта при работе на подъем горной породы (рис.1). Энергоэффективность конвейерного транспорта в разы выше, чем у железнодорожного транспорта и автомобильного [3].

Исходя из этого видно, что при формировании комбинированных транспортных систем большее внимание нужно уделять вводу конвейерного и ж/д транспорта и уменьшению расстояния перевозок с использованием автомобильного транспорта.

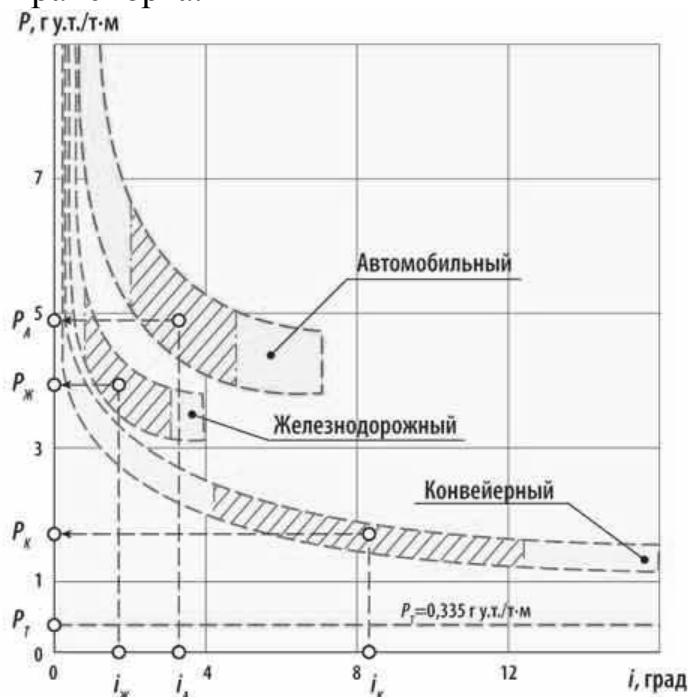


Рис.1

Т.к. конвейерный транспорт энергетически выгоден при работе на подъем проанализируем его подробнее. Рассчитаем составляющие силы сопротивления для более тщательного анализа.

Исходя из формул сопротивления движению ленты на груженом (1) и порожнем (2) участке. Выводим составляющие сил сопротивления движению [5]:

$$W_{zp} = ((q_{zp} + q_l) \cdot \cos \alpha + q^I_p) \cdot L \cdot \omega_0 + (q_{zp} + q_l) \cdot L \cdot \sin \alpha \quad (1)$$

$$W_{nop} = (q_l \cdot \cos \alpha + q^{II}_p) \cdot L \cdot \omega_0 - q_l \cdot L \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

Получаем соответствующие уравнения:

$$1) q_l \cdot 2 \cdot L \cdot \omega \cdot \cos \alpha - \text{сопротивление от сил трения} \quad (3)$$

$$2) q_{zp} \cdot \cos \alpha \cdot L \cdot \omega_0 - \text{сопротивление от сил тяжести} \quad (4)$$

$$3) q_{zp} \cdot L \cdot \sin \alpha - \text{сопротивление от сил скатывания} \quad (5)$$

$$4) q^I_p \cdot L \cdot \omega_0 - \text{сопротивление движению в роликоопорах на груженой ветви} \quad (6)$$

$$5) q^{II}_p \cdot L \cdot \omega_0 - \text{сопротивление движению в роликоопорах на порожней ветви} \quad (7)$$

$$6) (q^I_p + q^{II}_p) \cdot L \cdot \omega_0 - \text{суммарное сопротивление в роликоопорах} \quad (8)$$

Принимаем α в промежутке от 0 до 20, $L=1000$ м, линейную нагрузку от массы вращающихся роликоопор, и массы ленты берем из таблицы 1 при заданной ширине ленты $B=1200$ мм, ω_0 выбираем по **СНиП 2.05.07–85**: $\omega_0=0.04$, остается посчитать q_{zp} , для этого нам известна плотность горной массы $\gamma=1.7$ т/м. А затем и составляющие сил сопротивления.

Сначала считаем площадь сечения груза, на ленте исходя из рис.2 и данных к нему: $L^I = 400$ мм, $B^I = 350$ мм, $\alpha^I = 35^\circ$, $\beta^I = 45^\circ$.

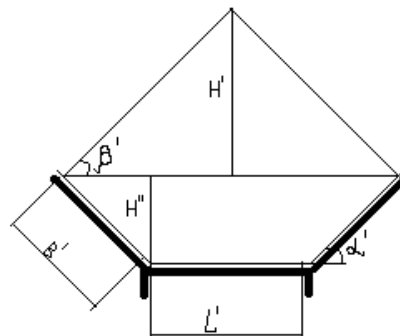


Рис.2

Считаем основание треугольника, для этого нужно высчитать высоту трапеции и верхний катет треугольника со сторонами НВС по формуле:

$$C = B^I \cdot \sin(90 - \alpha^I)$$

Отсюда высчитываем основание равнобедренного треугольника.

$$L'' = 2 \cdot C + L^I$$

И катет B'' с высотой H'' , $H'' = B'' = 344,15$. Далее высчитываем площадь, которая равняется сумме площадей треугольника и трапеции:

$$S = \frac{H'' \cdot L''}{4} + 686.7^2 = 0.1378 + 0.1675 = 0.3053 \text{ м}^2$$

Полученное значение подставляем в формулу:

$$q_{cp} = \gamma \cdot S$$

Теперь строим круговые диаграммы составляющих сопротивления:

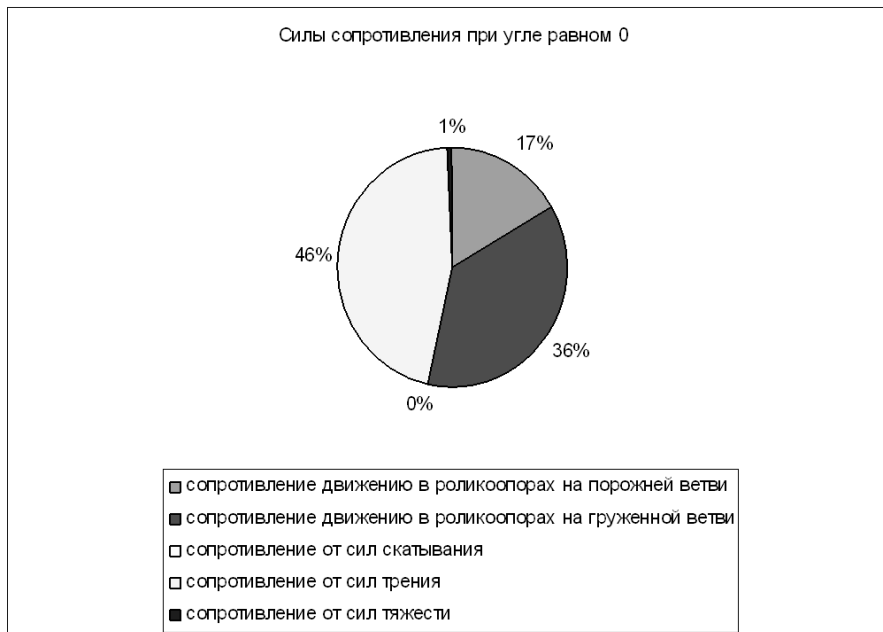


Рис.3

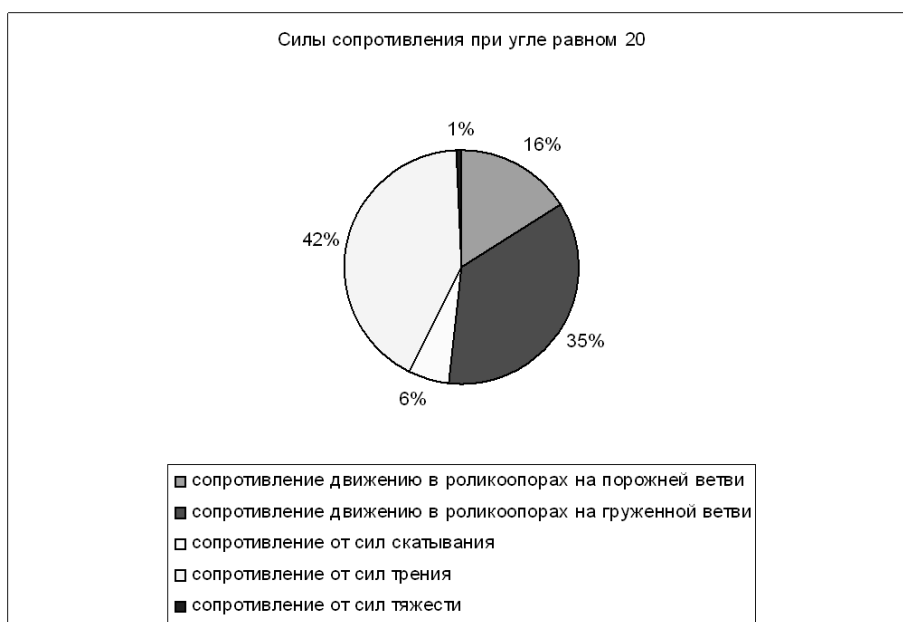


Рис.4

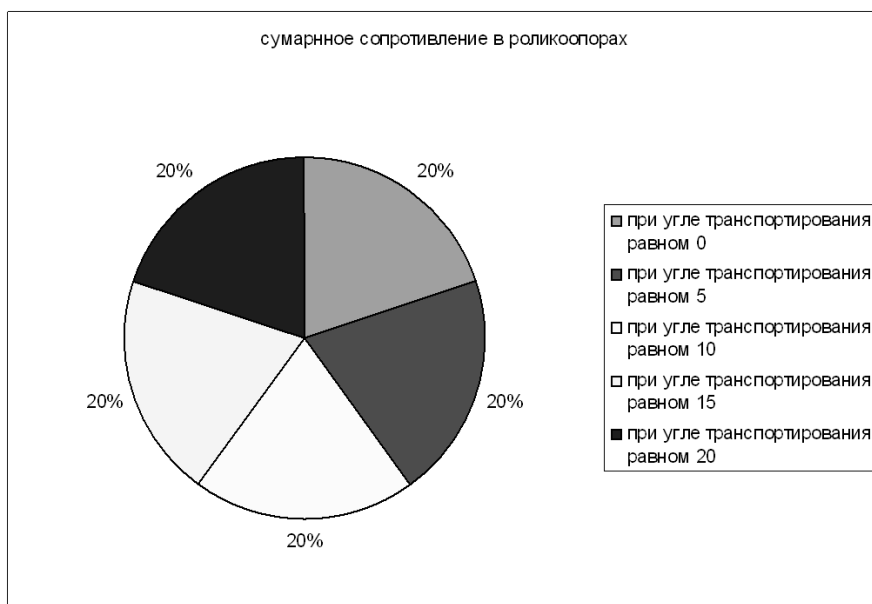


Рис.5

Из диаграмм (Рис.3 и Рис.4) видим, что с увеличением угла подъема увеличивается и сопротивление движению ленты в основном за счет, сопротивления от сил скатывания. На Рис.5 видим, что линейная нагрузка в роlikоопорах вне зависимости от угла транспортирования, остается не изменой.

Вывод: Из приведенных выше расчетов, видим, что из всех составляющих сопротивления движению ленты регулировать, возможно, только сопротивление роlikоопор. В данной области есть 2 решения:

1) Пластмассовая обечайка которые по сравнению со стандартным исполнением обладают меньшим весом, более износостойки, коррозионно-устойчивы, имеют свойства демпфузора, что и ведет к снижению сопротивления движения ленты. Но данные роliки имеют существенный недостаток, по отношению к роliкам из металла обладают высокой стоимостью.

2) Использования метода переменного шага в роlikоопорах. Который подразумевает изменять шаг роlikоопор в зависимости от силы натяжения ленты. Достоинства стоимость конвейера не увеличивается, уменьшение ударных нагрузок. Недостатки трудоемкость в расчете и изготовлении.

Список литературы:

1. Тангаев И. А. Энергоемкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986. – 231 с.
2. Сисин А. Г., Лукин Ю. Г. Основные резервы экономии дизельного топлива на карьерном транспорте/Разработка рациональных технологий добычи руд цветных металлов: Сб. научн. тр./Ин-т Унипромедь. – Свердловск, 1988. – С. 39–45.
3. Ворошилов Г.А., Лель Ю.И. Энергоемкость транспортных систем карьеров: оценка и перспективы [Электронный ресурс]: <http://library.stroit.ru/articles/trankar/>

4. Ставров О. А. Перспективы создания эффективного электромобиля. – М.: Наука, 1984. – 88 с.
5. Андреев А.В., Дьяков В.А., Шешко Е.Е. Транспортные машины и автоматизированные комплексы открытых разработок. – М.: Недра, 1975. – 464 с.

УДК 62.5

РАСЧЕТ ТОЧЕК ОСИ ДЛЯ УСТАНОВКИ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ В ПОДЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ

Н.В. Порошина

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

Одной из причин перебоя в работе ленточного конвейера является неточный вынос его оси, что приводит к неверной установке приводной и натяжной станций, а так же других составных частей ленточного конвейера. Это влечет за собой преждевременный износ ленты, сход ее от оси конвейерного става, потерю полезного ископаемого при транспортировке.

Ось ленты, как правило, выносится от маркшейдерских точек путем отложения размера скобы от створа направления горной выработки до оси ленточного конвейера. В результате проходки горной выработки створ направления теряет свою прямолинейность в плане. Откладывая один размер вышеописанной скобы, получаем ось ленты, которая так же будет не прямолинейной. Следовательно. В местах установки приводной и натяжной станций направления оси ленты будут расходиться в плане, а это значит, что приводной и натяжной барабаны будут установлены с разворотом друг к другу. Чтобы это исключить, ось ленты можно выносить инструментально, но в дальнейшем она будет потеряна, что создает проблемы при проверке установки ленточного конвейера или при наростке конвейера, если возникают такие необходимости.

Цель представленного расчета: предложить метод точной установки оси ленты в горной выработке, в результате которого скобы от маркшейдерских точек до соответствующих точек оси ленты могут быть вычислены, а полученная ось будет прямолинейной.

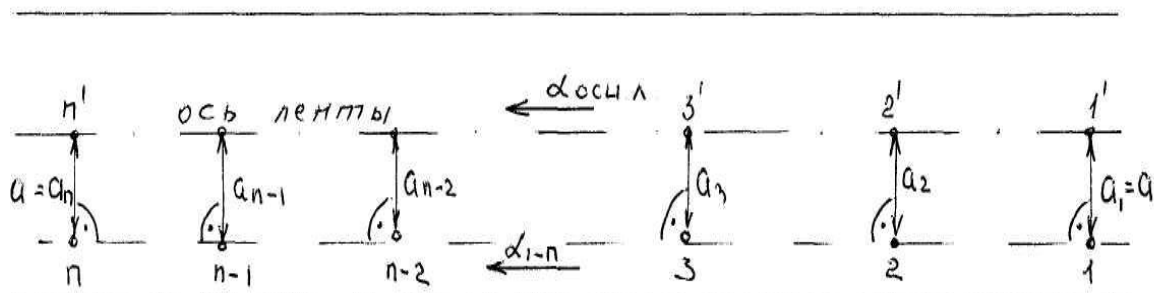


Схема к расчету

Точки 1 – n маркшейдерские точки в горной выработке. По первой и последней точкам 1 и n, при условии, что они находятся на одной скобе направления. Вычисляем дирекционный угол направления 1 – n, который принимаем за фактическое направление выработки. Решаем обратную геодезическую задачу, получаем значение α_{1-n}

$$\operatorname{tg} \alpha_{1-n} = \frac{Y_n - Y_1}{X_n - X_1},$$

где Y_n , X_n и Y_1 , X_1 – координаты точек n и 1, взятые по результатам вычисления контрольных ходов в данной горной выработке.

Полученное значение α_{1-n} принимаем за направление оси ленты

$$\alpha_{\text{о.л.}} = \alpha_{1-n}$$

От точек 1 и n перпендикулярно направлению выработки откладываем скобу a, принятую исходя из проекта на установку ленточного конвейера, получаем точки оси ленты 1' и n'.

Скобы a_i от остальных маркшейдерских точек вычисляем из решения прямоугольных треугольников, одной из вершин которых является точка 1'.

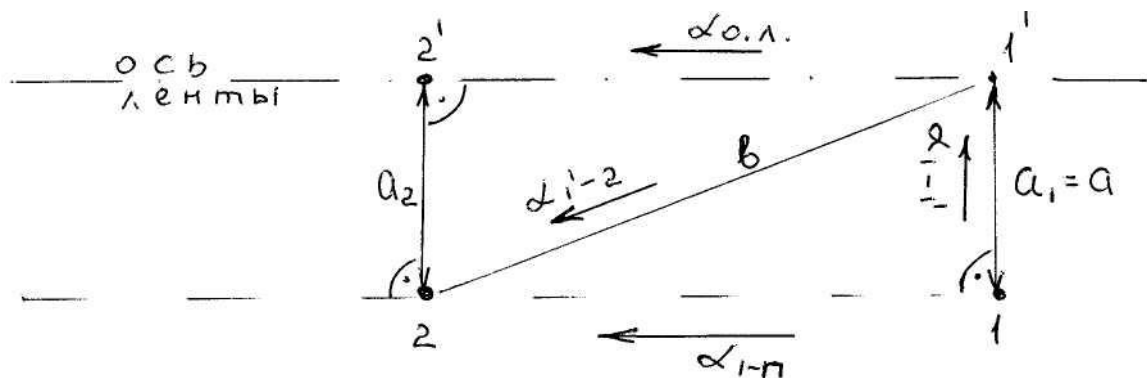


Схема к расчету треугольника

Решая прямую геодезическую задачу определяем координаты точки 1'.

$$\begin{aligned} x_{1'} &= x_1 + \Delta x \\ y_{1'} &= y_1 + \Delta y, \end{aligned}$$

где Δx , Δy – приращения координат точки 1'.

$$\begin{aligned} \Delta x &= a \cdot \cos \alpha_{1-1'} \\ \Delta y &= a \cdot \sin \alpha_{1-1'}, \end{aligned}$$

где $\alpha_{1-1'} = \alpha_{1-n} + 90^\circ$ – дирекционный угол направления 1–1'.

Решаем первый треугольник 1–2–2':

$$a_2 = b \cdot \sin \angle 1',$$

где b – горизонтальное положение стороны 1'–2, которое определяем по формуле:

$$b = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2},$$

где $\Delta x = x_2 - x_{1'}$,

$$\Delta y = y_2 - y_{1'},$$

где x_2, y_2 и $x_{1'}, y_{1'}$, – координаты точек 2 и 1' соответственно.

Значение $\angle 1'$ определяем по формуле

$$\angle 1' = \alpha_{o.l.} - \alpha_{i-2},$$

где α_{i-2} – дирекционный угол направления 1'–2, которое определяем из решения обратной геодезической задачи по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha_{1'-2} = \frac{y_2 - y_{1'}}{x_2 - x_{1'}}$$

Полученный размер a_2 откладываем перпендикулярно направлению выработки от маркшейдерской точки 2, получаем точку оси ленты 2'.

Аналогично решаем последующие треугольники: 1'–3–3' и т.д., получаем значения скоб a_3 и т.д.

Отложив от маркшейдерских точек расчетные скобы, получаем точки оси ленты. Контролем прямолинейности оси служит горизонтальный угол между двумя соседними направлениями оси в любом месте горной выработки, он должен быть равен 180° .

Данный расчет позволит:

1. Установить прямолинейность оси ленты.
2. Точно установить в плане основные части ленточного конвейера: приводную, натяжную, выносную и др.
3. Дает возможность проверить уже установленный ленточный конвейер.
4. Позволяет провести наростку конвейера в дальнейшем, установить дополнительный приводной барабан, если в этом возникает необходимость.
5. Скобу до точки оси ленты можно вычислить от каждой маркшейдерской точки, находящейся в любом месте горной выработки.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО–ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПЛАСТОВ ШАХТ КУЗБАССА НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ

Д.А. Потапов, А.М. Цехин
ГУ КузГТУ

Кузнецкий угольный бассейн имеет в угленосных отложениях около 100 рабочих пластов суммарной мощностью более 200 м. Из общих промышленных запасов угля 70% приходится на пласты с углом падения до 35°, на которых можно применять современные высокопроизводительные комплексы. Опыт эксплуатации очистных комбайнов на шахтах Кузбасса показывает, что большое влияние на работу комбайнов оказывает строение пласта, физико–механические свойства угля, прослоек и включений породы. В основу оценки угля как разрушаемой среды по рекомендации ИГД им. А.А. Скочинского [1] приняты сопротивляемость резанию (А, кН/м), степень хрупкости (В), категория разрушаемости (R, кВт ч см /м). В табл. 1, 2, 3 представлено распределение пластов бассейна по этим показателям [2]. Из табл. 1, 2 видно, что 86% пластов относятся к III и IV классам с невысокой сопротивляемостью резанию (А=121–240 кН/м).

Таблица 1

Классы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Сопротивляемость резанию, А, кН/м	До 60	60–120	121–180	181–240	241–300	301–360	361–420	421–480
Количество шахтопластов		2	138	151	43	2		
В процентах		0,6	41,0	44,9	12,9	0,6		

Таблица 2

Группа степени хрупкости	Вязкие В < 2,1	Хрупкие 2,1 < В < 3,5	Весьма хрупкие В > 3,5
Количество шахтопластов	231	71	34
В процентах	68,75	21,13	10,02

Таблица 3

Категория разрушаемости, R, кВт ч см/м ²	4–9 С	9,1–16 СК	16,1–25 ВСК	25,1–36 К	36,1–49 ВК	более 49 ОК
Количество пластов		24	143	138	31	
В процентах		7,14	42,55	41,07	9,24	

Однако почти 70% углей – вязкие с достаточно большой энергоемкостью их разрушения. Основная причина большого расхода инструмента в высокой насыщенности пластов породными прослойками и твердыми включе-

ниями. Прослойки представлены аргиллитами (AP1, AP2, APY), алевролитами (A1, A2, A3, A4) и переходными прослойками песчаник–алевролит (П4–A1 или A1–П4).

Категория разрушаемости (табл. 3) учитывает оба этих показателя и свидетельствует о том, что 90% пластов относятся к категории выше средней крепости (СК, ВСК, К, ВК). Более наглядное представление об условиях эксплуатации очистных комбайнов в Кузбассе дает их распределение по группам типовых условий I, II, III_а, III_б (табл. 4). Из таблицы видно, что только около 2% пластов не ограничивают производительность комбайнов (I группа), а на 56% пластов работа комбайнов сопряжена с высокой динамической нагруженностью и большим удельным расходом режущего инструмента. Подавляющее большинство шахтопластов относятся к 3–5 классам по расходу резцов.

Таблица 4

Группа типовых условий	I	II	III _а	III _б
Класс по расходу резцов	1–2	2–4	3–5	4–5
Количество шахтопластов	6	139	110	81
В процентах	1,68	41,36	32,73	24,13

В табл. 5 приведено распределение угольных пластов по методике ИГД им. А.А. Скочинского.

Таблица 5

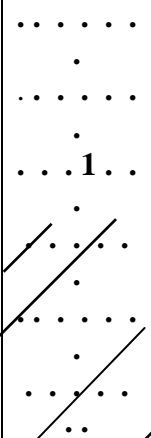
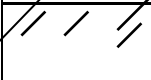
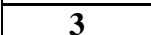
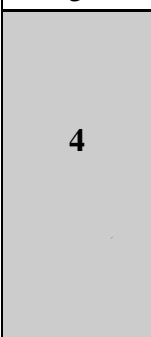

Районы	Распределение угольных пластов по группам, %				
	I	II	III	V	VI
Анжерский	33,4	22,1	44,5		
Кемеровский	48,0	18,5	26,0		7,5
Прокопьевский	29,2	14,7	47,3		8,8
Кондомский	6,5	13,0	67,4		13,1
Томусинский		6,7	93,3		
Ленинский	14,3	32,1	32,2		21,4
Беловский	7,4	44,4	37,0		11,1
Осинниковский	4,0	16,0	28,0	4,0	48,0
В целом по Кузбассу	17,9	20,5	42,3	1,5	17,8

I группа – пласты однородного строения с «чистыми углями»; II группа – пласты с породными прослойками, соизмеримые по сопротивляемости резанию с углем; III группа – пласты с крепкими породными прослойками; IV группа – пласты с мелкими твердыми включениями; V группа – пласты с крупными линзообразными включениями; VI группа – пласты с породными прослойками и включениями.

Как видно из табл. 5 только 38,4% пластов (I и II групп) не осложняют работу очистных комбайнов, а остальные 61,6% пластов насыщены крепкими породными прослойками и твердыми включениями. Мощность прослоев более 0,05 м существенно сказывается на работе комбайна. В Кузбассе около 65% прослоев имеют мощность 5–25 см, 6% – мощностью до 0,05 м, а остальные соизмеримы с диаметрами исполнительных органов комбайнов.

Из табл. 5 следует, что в Ленинском районе Кузбасса 53,6% угольных пластов трудноразрушаемые. Авторами данного доклада в 2011 году проведен анализ стратиграфических колонок угольных пластов на шахтах этого района (табл. 6, 7). Структурно–литологическая колонка пласта Байкаимского (М 1: 50) представлена в табл. 6.

Таблица 6

Мощн. слоев породы, м	Колонка	Мощн. угольн. пачек, м	Описание слоев пород и угольного пласта
46 – 60			<p>1. Основная кровля</p> <p>Песчаник мелкозернистый, мощностью 46–60 м, $f=8-9$, $G_{СЖ} = 80-90$ МПа, труднообрушаемый, первичный шаг обрушения 50–60–м, вторичный и последующие 25–40 м.</p>
2 – 10			<p>2. Непосредственная кровля</p> <p>Алевролит мелкозернистый–среднезернистый, мощностью 2–10 м, $f=4-6$, $G_{СЖ} = 40-60$ МПа, средней устойчивости, допустимая площадь обнажения до 10 м² в течение 1 часа</p>
0,3 – 0,6			<p>3. Ложная кровля</p> <p>Алевролит мелкозернистый, трещиноватый, мощностью 0,3–0,6 м, $f=3$, $G_{СЖ} = 30$ МПа, весьма неустойчивый, с многочисленными поверхностями ослабления в виде прожилков угля, растительных остатков, зеркал скольжения.</p>
		2,50	<p>4. Пласт Байкаимский</p> <p>Мощность 4,3 – 4,8 м, $f=1,9$, марка угля 1ГВ, сложного строения. Состоит из трех угольных пачек, разделенных прослоями мелкозернистого алевролита мощностью 0,15 и 0,05 м, $f=3-5$. Включения колчеданов размером 0,2*0,3*0,8 м, $f=7-9$.</p>
0,15			

	1,10	<p>Качественная характеристика: пластовая зольность $A^d = 9,7-12,5\%$, $A_{\text{чуп}} = 4,6-6,5\%$, влажность $W = 3,9-5,2\%$, выход летучих $V^{\text{daf}} = 43,5\%$, $y = 11$, $Q^r = 6030$, содержание серы $S_t^d = 0,14-0,31\%$.</p>
	0,80	<p>5. Непосредственная почва Алевролит мелкозернистый, мощностью 3–5 м, $f = 3-4$, $G_{\text{сж}} = 30-40$ МПа, средней устойчивости. К пучению несклонен.</p>
	3–5	<p>6. Основная почва Мелкозернистый песчаник, мощностью 2–8 м, $f = 5-7$, $G_{\text{сж}} = 50-70$ МПа, устойчивый.</p>

Анализ стратиграфических колонок показал, что в качестве прослоек преобладают мелкозернистый алевролит $f = 2-3$, реже встречаются аргиллит $f = 1,0$ и переходные прослойки алевролит–песчаник $f = 3-8$. Мощность прослоек составляет 0,01–0,45 м и в основном большая их часть расположена у почвы пласта. В угольных пластах встречаются включения колчеданов размером 0,2*0,3*0,8 м, $f = 7-9$.

Таблица 7

Шахта	Пласт	Мощность пласта, м	Мощность прослойки, м		
			у кровли	в середине пласта	у почвы
Костромская	17	0,4–1,32	А 0,03–0,15		А 0,02–0,25
	19	1,04–2,37			А 0,1–0,15
им. 7 Ноября	Байкаимский	4,3–4,8		А 0,15 АР 0,1	А 0,05
	Надбайкаимский	2,75–3,1			А 0,45
им. Кирова	Болдыревский	1,8–3,06	А 0,17	АР 0,02–0,05	А 0,5
	Поленовский	1,52–2,3			АР до 0,1
Полысаевская	Толмачевский	2,08–2,28		А–П 0,37	
Котинская	52	3,97–4,4			А 0,01–0,06
Талдинская–	66	3,8–4,7	А 0,13		А 0,13

Западная	68	5,5–6,5	A 0,01–	A 0,01–0,05	A 0,01–
	67	4,2–5,9	0,05		0,05
			A 0,1		

Полученные данные свидетельствуют о том, что при работе очистных комбайнов каждой группе пластов I–VI должен быть обоснованно выбран свой тип режущего инструмента. Результаты испытаний тангенциальных поворотных резцов (ТПР) на шахтах Кузбасса подтверждают этот вывод [3]. Опыт эксплуатации очистных комбайнов показывает, что особенно неблагоприятным является такое строение угольного пласта, когда прослойки расположены у его кровли или у почвы. Установлено, что производительность комбайна в этом случае на 24–30% меньше, чем при расположении прослойки в средней части пласта.

Сопротивляемость резанию составляет для аргиллитов $A = 195–253$ кН/м, для алевролитов $A = 270–565$ кН/м, для песчаников и твердых включений $A = 587–830$ кН/м. Таким образом, прослойки и включения в 3–7 раз превосходят прочностные характеристики углей. Это накладывает свой отпечаток на работу комбайнов: энергоемкость выемки угля возрастает в 2,5–3 раза, расход инструмента увеличивается в 3–4,5 раза, а скорость подачи комбайна, которая определяет его производительность, снижается в 2–2,5 раза.

Список литературы:

1. Методика оценки и классификация показателей разрушаемости угольных пластов основных бассейнов СССР / ИГД им. А.А.Скочинского. – М.: 1978.
2. Нестеров, В.И. Разрушение угольных и рудных пластов с твердыми включениями шнековыми рабочими органами / В.И.Нестеров, А.А. Хорешок, В.Н. Вернер [и др.]. – Кемерово, Кузбасс. гос. техн. ун–т, 2001. – 125 с.
3. Крестовоздвиженский, П.Д. Повышение прочности тангенциальных поворотных резцов горных очистных комбайнов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2011. – 19 с.

УДК 622.15.34

ДЕФОРМИРОВАНИЕ НЕОДНОРОДНЫХ ПОРОДНЫХ ОБРАЗЦОВ

Л.В. Разумова

ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк

При определении предела прочности пород на сжатие в лабораторных условиях предел прочности определяется посредством деления предельной нагрузки на площадь образца. При этом не учитываются структурные неоднородности образца в виде включений, трещин и анизотропия породного образца.

В реальных условиях эти неоднородности являются типичными для углепородных массивов. В этой связи была поставлена и решена задача

разработки алгоритма и реализации его численным методом конечных элементов при поэтапном нагружении образца без и с включениями указанных неоднородностей.

Сущность реализованного варианта метода конечных элементов (МКЭ) состоит в том, что в цилиндрической системе координат, образец представлен в виде цилиндра разделенного по оси приложения нагрузки параллельными плоскостями. Ось цилиндра совпадает с геометрическим центром породного образца и осью приложения нагрузки. В пределах двух соседних плоскостей проводится разбивка на призматические элементы, а последние разбиваются на тетраэдры, т.е. решается пространственная задача распределения напряженно-деформированного состояния (НДС). При решении задачи общее количество элементов составило 5040, количество неизвестных 3201.

В процессе моделирования в качестве базового принят однородный образец. Для тестирования принимались породные образцы с включениями пустот, имитирующих трещиноватость.

В качестве примера, на рисунке приведены результаты моделирования изменения деформаций породного образца, включающего неоднородные включения с разными модулями упругости. По оси абсцисс отложено отношение модуля упругости неоднородного включения (E_i) к модулю упругости изотропного образца (E_0). По оси ординат отношение деформации на границе неоднородного включения к деформации в этой же точке изотропного образца.

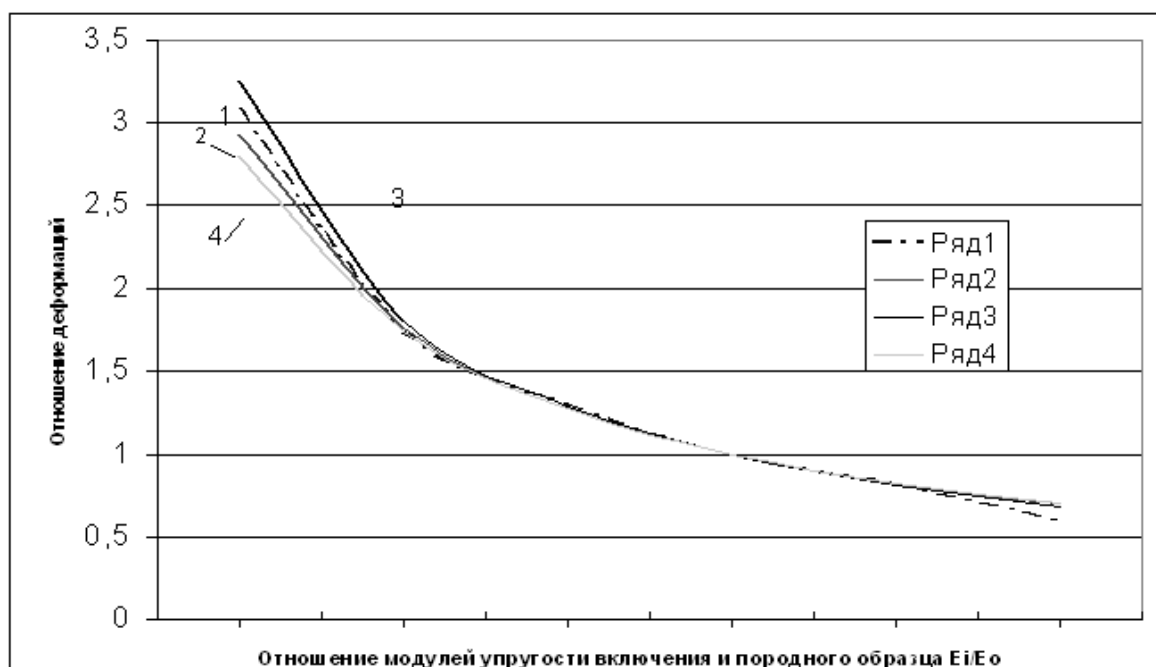


Рисунок 1 – График изменения вертикальных относительных деформаций на контуре неоднородного включения к деформациям однородного образца при разных отношениях модуля упругости включения к модулю упругости образца: 1 – в ближней к оси

образца точке включения; 2 – в дальней границе включения; 3– на боковой границе включения; 4 – в середине включения.

Как следует из графика, увеличение модуля упругости неоднородного включения приводит к уменьшению отношения деформации по гиперболической зависимости. При отношении модуля упругости близким к нулю, что соответствует наличию трещины в образце, на границах этой трещины деформация резко увеличивается.

Согласно программе дальнейших исследований проводится моделирование влияния неоднородных включений на НДС пород образца при различных отношениях его высоты к диаметру, схемах расположения неоднородностей для установления закономерностей деформаций углепородного массива в реальных условиях. Для оценки составления результатов моделирования НДС методом МКЭ и при испытании образцов проводится лабораторное исследование.

УДК 622

АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА

А.В. Ремезов, А.И. Жаров, А.В. Бедарев

ГУ КузГТУ

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

При разработке угольных пластов в определенных условиях существует риск внезапных выбросов газа и угля, которые представляют опасность для находящихся в забое людей и требуют дополнительных материальных затрат на ликвидацию их последствий.

В практике горного дела установился термин "внезапные выбросы угля и газа. Исследователи по-разному определяют это явление. А.Т. Айруни и др. определяют внезапный выброс как «газодинамическое проявление сил горного давления и заключённого в угольном пласте газа в неблагоприятных сочетаниях быстрого скачкообразного изменения напряжённо-деформируемого состояния насыщенного сорбирующимся газом (метан, двуокись углерода) угольного пласта под действием горных работ». И.Л. Черняк и С.А. Ярунин указывают, что это «внезапное, происходящее с большой скоростью движение угля, пород и газов вблизи горных выработок, сопровождающееся значительным силовым эффектом». Ю.Н. Малышев и др. характеризуют газодинамическое явление как «быстропротекающее разрушение призабойной части пласта, сопровождающееся отбросом угля в выработку, повышенным газовыделением, повреждением крепи и оборудования». Таким образом, внезапный выброс угля и газа – это сложное природное явление, которое происходит при техногенном воздей-

ствии на углепородный массив во время нахождения рабочих в забоях очистных и подготовительных выработок.

Основными показателями, характеризующими мощность внезапного выброса, принят объем выброшенного разрушенного угля (т) и относительный объем выделившегося газа на тонну выброшенного угля ($\text{м}^3/\text{т}$).

Первые газодинамические явления произошли в середине 19-го века во Франции, Канаде, Германии, Англии, Венгрии. Затем они произошли во многих бассейнах и месторождениях каменных углей. Подсчитано, что в 468 угольных шахтах 20 зарубежных стран при подземной добыче газоносных углей произошло около 30 тыс. выбросов, в том числе в КНР и Франции 20,8 тыс., или свыше 55 %, при которых погибло свыше 35 тыс. человек (табл. 1.1).

Первый внезапный выброс был зарегистрирован в 1834 г. во Франции на шахте "Исаак" бассейна Луары. К концу XIX столетия количество выбросов здесь значительно увеличилось, и в одном только бассейне Гар (Южная Франция) произошло более двух тысяч таких явлений. Общее число выбросов к 1990 г. в стране достигло 7919, а суммарный объем выброшенного угля составил 1,1 млн. т при средней силе одного выброса 163 т. Выбросоопасные угольные пласты разрабатываются также в бассейнах Севенском, Ла Мюр, Валансьенском, Лаурском и Овернь.

Во время выбросов кроме метана выделяется углекислый газ, а также смесь других газов. Удельный вес выбросов угля и углекислого газа составил 70% от всех газодинамических явлений, угля и метана – 23 %, угля и смеси этих газов – 7%. По виду горных работ выбросы распределялись следующим образом: во время проведения стволов – 8 %, штреков и сбоек – 82 %, очистных забоев – 9 %.

В Бельгии за 17 лет произошло 138 внезапных выбросов и погибло 87 шахтеров. При самом сильном внезапном выбросе в 1892 г. было выброшено 510 т угля и погибло 25 человек.

В Японии на шахте "Мицуи Яmano" в 1981 г. в результате внезапного выброса и взрыва метана погибло 93 человека.

Первый внезапный выброс угля и газа в Австралии произошёл в 1893 г. С тех пор по настоящее время их зафиксировано более 600. Во время выбросов происходили взрывы метановоздушных смесей. Так, 2 апреля 1887 г. на шахте "Буллай" от взрыва метана погиб 81 человек. В настоящее время из 34 пластов, отнесенных к опасным по внезапным выбросам, только на двух ("Буллай-1" и "Буллай-П") зарегистрированы опасные газодинамические явления. Горные работы на этих пластах ведутся на глубине 500–550 м (таблица 1.1).

Таблица 1.1.

Характеристика внезапных выбросов угля и газа на шахтах мира

Страна	Угольный бассейн	Год появления первых выбросов	Число опасных шахт	Количество выбросов	Глубина проявления газодинамических явлений, м
Австралия	Сиднейский, Боу-	1895	14	1642	180–200
Бельгия	Льежский (Монс, Шар-леруа)	1847	3	474	320–400
Болгария	Балканский	1933	5	269	130–390
Великобритания	Южный Уэльс, Йоркшир	1913	17	334	180–250
Венгрия	Мечекский	1894	4	814	190–210
Германия	Иббенбрюнен,	1903	10	485	600–650
Испания	Астурийский	1925	3	120	280–310
Канада	Британская Ко-	1900	4	507	180–240
КНР	Сычуань, Шанси,	Н.д.	206	13445	60–210
Мексика	Коагуила	1969	3	26	250
Нидерланды	Южно-	1937	2	12	550–600
Польша	Нижняя и Верхняя Силезия	1894	6	1915	80–580
Румыния	Решицкий	1893	3	36	450–480
Страны СНГ	Донецкий, Кузнецкий, Печорский, Карагандинский	1905	150	Более 10000	150–250
Турция	Зонгулдакский	1961	2	93	280–300
Франция	Северный, Луара, Овернь, Нор, Па-де-Кале	1879	7	8407	200–300
Чехия	Остравско-	1872	6	506	300–400
Сербия	Вельнье	1958	1	22	310–380
ЮАР		1970	8	31	350–360
Япония	Исикари, Кюсю	1928	4	1129	170–220

На шахтах Бельгии с 1847 г. произошло 474 выброса. При этом в Южном бассейне с 1957 по 1968 г. произошло 119 выбросов. Большая часть выбросов была инициирована сотрясательными взрывами. Угольные пласты мощностью 0,8–2 м залегают в этом бассейне свитами с углом падения от 5° до 15°. Крупнейшие внезапные выбросы угля (1600 и 1200 т) и метана происходили во время бурения скважин. В настоящее время шахты

Южного бассейна, разрабатывающие выбросоопасные пласты, закрыты при реорганизации угольной промышленности.

В Болгарии в Балканском угольном бассейне на 5 шахтах, разрабатывающих 27 опасных шахтопластов, до 1990 г. произошло 264 выброса. Первые внезапные выбросы угля и газа зарегистрированы на пологих пластах на глубине 120–130 м и на крутых пластах на глубине 150–160 м. Выбросы характеризуются небольшой силой (63% всех выбросов до 20 т угля, 24% – 29–50 т и 8% – 50–100 т). Наиболее мощные выбросы (до 350 т) произошли при вскрытии угольных пластов квершлагами. Около 75 % всех выбросов были зарегистрированы на шахте "Твердица". От общего количества газодинамических явлений внезапные выбросы угля и газа составляют 40 %. Выдавливания и высыпания угля с газовыделением составляют соответственно 30–35 % и 15–20 % . Мощность 8 угольных пластов изменяется от 0,1– 0,6 до 20– 30 м, угол падения – от 70°–90° до 5°–45°. Пласты бассейна характеризуются большой тектонической нарушенностью, наличием нормальных и перевернутых складок с многочисленными продольными и поперечными дизъюнктивами.

В Великобритании основное число выбросов угля и газа произошло на пластах Южного Уэльса. В Йоркшире и Ланкастере отмечены отдельные случаи выбросов. Всего на 17 шахтах с 1913 до 1990 г. на глубине 180–250 м произошло 334 выброса угля и метана. В отдельных случаях отмечены выбросы метана с примесью более тяжелых углеводородов. Геологическая структура западной части Южного Уэльса, где разрабатывались выбросоопасные угольные пласты, была представлена асимметричной синклиналию с пологим залеганием пластов на северном крыле и крутым – на южном. Породы местами смяты в мелкие складки. Угол залегания пластов изменяется от 19° до 90°. Мощность пластов 1–2 м, а в местах утолщения достигает 9 м. Уголь из пластов Южного Уэльса отличался большим разнообразием марок (от антрацитов с выходом летучих веществ 4,6– 9% до коксующихся и жирных углей с выходом летучих 32–36%). Сила выбросов достигала 1,1 тыс. т угля и 85 тыс. м³ метана. На шахтах бассейна 16% выбросов были внезапными, а 84% – были спровоцированы сотрясательным взрыванием. Самой опасной по внезапным выбросам (а после реконструкции угольной промышленности единственной опасной) в бассейне является шахта "Кенхайдр", где за последние 20 лет произошло 102 выброса, в том числе 62 в подготовительных выработках и 40 в очистных забоях.

В Венгрии первый внезапный выброс угля и газа произошел в 1894 г. на шахте "Печ–6" Мечекского бассейна. До настоящего времени на этой шахте произошло 814 выбросов. Преобладают выбросы небольшой интенсивности, в среднем около 40 т угля. При наиболее крупных выбросах в выработки выносилось до 1500 т угля и выделялось до 270 тыс. м³ метана. Тектонически бассейн чрезвычайно нарушен, отмечено интенсивное складкообразование и надвиги. Угол падения пластов 30–60°, угленосность

свит 5–7 %. Из 175 угольных пластов 19–26 имеют рабочую мощность 1,5–2 м, а мощность отдельных пластов достигает 6–7 м. Выход летучих веществ от 15–18% на западе и до 30–31 % на северо–востоке.

На угольных шахтах Германии имеют место практически все виды геодинамических явлений (ГДЯ), интенсивность и частота которых с глубиной увеличиваются. Из общего числа геодинамических явлений выбросы угля и газа (спровоцированные и внезапные) составляют 63–65 %, внезапные выбросы породы и газа – 13–15 %, внезапные прорывы метана из почвы – около 5 %, суфляры и горные удары – 16–19 %.

На шахтах Рурского бассейна за период 1903–1990 гг. произошло 417 внезапных выбросов угля и газа, в том числе 289 (около 70 %) на глубокой антрацитовой шахте "Иббенбрюнен" на глубине 1150 м. Максимальное природное давление метана в пластах антрацита достигает 8,0 МПа, а в газоносных песчаниках 6 МПа. Природная метаносность антрацитовых пластов 14–16 м³/т, песчаников при высокой их пористости (10–14 %) – 2,7–3,6 м³/т. В Рурском бассейне представлены угли различной степени метаморфизма – от антрацитов до длиннопламенных. В бассейне отмечена сильная тектоническая нарушенность, проявляющаяся в большом количестве мелкоамплитудных нарушений и наличии зон с нарушенной структурой угля. Средняя мощность пластов 1,1–1,2 м, средняя глубина горных работ около 1000 м. За период 1965–1987 гг. максимальная сила внезапного выброса по метану достигла (на один случай) в очистных выработках 100 тыс. м³, в подготовительных – 21 тыс. м³, а по углю – 700–750 т.

В Испании на двух шахтах Астурийского угольного месторождения зарегистрировано 248 газодинамических явления типа внезапных обрушений угля с повышенным газовыделением. Угольные пласты крутого падения характеризуются изменчивостью мощности и высокой тектонической перемятостью угля. Глубина проявления выбросоопасности составляет 350–600 м.

На шахтах Канады за период 1900–1989 гг. произошло 507 выбросов угля и газа. Выбросы происходили на шахтах юго–восточной части провинции Британская Колумбия и на западе провинции Альберта. Глубина проявления первых выбросов угля и смеси метана с углекислым газом на шахтах бассейнов Накаймо и Кроснест – 180 м, в бассейне Кенбор – 210–240 м.

В Китае выбросоопасные пласты разрабатываются 206 шахтами, в которых произошло около 1/3 всех внезапных выбросов мира. Всего в шахтах КНР на 1 января 2000 г. зарегистрировано 15 956 выбросов. Причем только за период 1958–1989 гг. произошел 10781 выброс, при этом в 69 случаях сила выброса превышала 1000 т. Выбросы на шахтах Китая начинаются с глубины 100–200 м, в том числе на месторождениях севера страны – с 200–300 м, на месторождениях юга – со 100 м, а в отдельных случаях – всего с глубины 50–60 м ("Ласхутай", Ляопин). В пластовых выработ-

ках происходит 85,9 % (в том числе в разрезных печах – 44,5 %, штреках – 41,4 %), в кваршлагах – 11,8 % и в очистных забоях – 2,3 %. Около 66,4 % выбросов угля и газа было инициировано взрывными работами. Один из крупных выбросов (1500 т угля, 95 000 м³ метана) произошел через 18 мин после сотрясательного взрывания. При внезапных выбросах угля и газа на шахтах Китая основным выбрасываемым газом является метан. В 1 % случаев газ состоял из смеси метана с углекислым газом.

В Мексике первые выбросы угля и газа проявились в 1969 г. на шахтах бассейна Коагуила на глубине 250 м. Угли бассейна, имеющие среднюю степень метаморфизма (выход летучих веществ 20–22 %) и природную метаноносность 11–12 м³/т, характеризуются весьма высокой газопроницаемостью.

В Нидерландах до закрытия всех шахт внезапные выбросы угля и метана небольшой силы происходили на шахтах Лимбургского бассейна при проведении подготовительных выработок в зонах геологических нарушений на глубине 550 м. Лимбургский бассейн входит в единый геологический комплекс, объединяющий Льежский и Кампинский угольные бассейны в Бельгии и Ахенский в Германии, являясь частью вестфальской угленосной полосы Западной Европы.

В Польше с 1894 по 2000 гг. на шахтах Нижней Силезии произошло 2415 выбросов угля и газа (в основном СО₂, иногда смеси СО₂ и СН₄). В последние годы выбросы угля и метана отмечаются также на шахтах Верхне-силезского бассейна. Распределение выбросов следующее: при вскрытии пластов – 10%, в забоях пластовых выработок – 80% и в очистных забоях при столбовых системах разработки – 10%.

В Румынии выбросы угля и газа зарегистрированы на шахтах месторождения Шешица и бассейне Валя Жиулуй, где в общей сложности произошло 36 газодинамических явлений небольшой силы на глубине 450–480 м. Угли выбросоопасных пластов относятся к переходным от бурых к каменным с природной метаноносностью до 12 м³/т.

В Турции внезапные выбросы угля и газа начали происходить с 1961 г. на шахте "Козлу" (бассейн Зонгулдак) на глубине 280 м. До 2000 г. зарегистрировано 123 выброса. Преобладают выбросы большой силы: свыше 50% выбросов имеют силу свыше 700 т угля, во время самого крупного выброшено 1100 т угля и 110 тыс. м³ метана. Основная структура бассейна – Гелинская антиклиналь, нарушенная крупными и мелкими сбросами, разделяющими толщу на отдельные блоки. Угли выбросоопасных пластов коксовые и антрациты. Вмещающие породы – крепкие песчаники и конгломераты.

В Чехии внезапные выбросы угля и газа происходят в Остравско-Карвинском бассейне (шахты "Игнат", "Витезна Унор"), где они приурочены в основном к зонам тектонических нарушений на пластах с мягким углем и крепкими боковыми породами. Наибольшее число выбросов (82 %)

произошло в подготовительных выработках (штреки, сбойки). За период 1984–2000 гг. зарегистрировано 583 выброса. Наиболее крупный из них произошел в 1981 г. на шахте "Ян Шверма", при котором было выброшено 1200 т угля и 100 тыс. м³ метана. В остравской части бассейна свыше 50 % пластов имеют мощность 0,5–0,7 м и 22 % – 0,7–0,9 м. Угол залегания пластов до 90°. В Карвинской части бассейна разрабатывается 46 пластов средней мощностью 2,28 м с углом залегания до 35°. По степени метаморфизма угли изменяются от длиннопламенных до антрацитов. Глубина разработки составляет 600–1300 м.

В Югославии выбросы угля и метана происходят с 1958 г. при проходке выработок в зонах геологических нарушений на месторождении Веленье, расположенном в Боснии. Всего произошло 22 выброса. При наибольшем выбросе было выброшено 110 т угля и 2 тыс. м³ метана. В бассейне залегает 9 пластов мощностью 2–26 м. Газоносность угольных пластов на глубине 650 м – от 0,5 м³/т (лигнит) до 4,7 м³/т (бурый уголь), а на глубине 800 м – 8,1 м³/т (бурый уголь).

На шахтах Японии с 1925 по 1989 гг. произошло 1334 выброса угля и газа. В настоящее время в Японии ежегодно происходят 5 – 11 выбросов. Угольные месторождения характеризуются большой тектонической нарушенностью. Во всех бассейнах к выбросоопасным относятся зоны тектонических нарушений и участки пластов, имеющих прослойки перемятого сажистого высокозольного угля. Внезапные выбросы происходят при природном давлении метана свыше 1,5 МПа и метаноносности угля более 15–20 м³/т. В Японии существует мнение о связи выбросоопасности с вулканической деятельностью. Так, причиной внезапного выброса 386 м³ (960 т) породы и 12 тыс. м³ метана на шахте "Нейе" считают действие высоких температур на пласт от вулканической деятельности и вулканических газов, проходивших через трещины по угольному пласту.

На шахте "Акибира" число внезапных выбросов растет до глубины 400–500 м, затем снижается, по мнению японских специалистов, за счет более эффективных противовыбросных мероприятий: на глубине 200 м – 3 выброса; 300 м – 46; 400 м – 74; 500 м – 112; 600 м – 14 выбросов. Сила выбросов составляла от 3–5 до 900 т угля и 34000 м³ метана.

В странах СНГ внезапные выбросы угля и газа зарегистрированы практически во всех угольных бассейнах и месторождениях. В Донецком бассейне выбросы произошли в Центральном, Донецко–Макеевском, Шахтерско–Торезском, Селезневском, Белокалитвенском и Алмазо–Марьевском районах. В Кузнецком бассейне выбросы были в Прокопьевско–Киселевском, Кемеровском, Томь–Усинском, Ленинском и Анжерском районах. Крупные выбросы произошли в Промышленном, Долинском и Саранском районах Карагандинского бассейна. Большое количество внезапных выбросов произошло на пластах Воркутского, Егоршинского и Партизанского (Сучанского) месторождений, на шахтах о. Сахалин.

Наибольшей выбросоопасностью обладают угольные пласты Донецкого бассейна, где произошло более 85% внезапных выбросов от общего их числа в странах СНГ. По состоянию на 01.01.95 г. в Донбассе на 107 шахтах разрабатывалось 447 шахтопластов, из которых 226 пластов отнесены к выбросоопасным. Несмотря на принимаемые усилия ученых и производственников, внезапные выбросы с травмированием людей еще происходят. За период с 1983 по 1993 гг. в Донбассе ежегодно происходило в среднем 227 внезапных выбросов и около 40 сходных с ними газодинамических явлений.

В шахтах восточных и северных угольных месторождений России внезапные выбросы угля и газа известны с 1927 г. (Приморье). В 1943 г. они были зафиксированы в Кузбассе, в 1944 г. – на Егоршинском месторождении, в 1950 г. – на Воркутском, а в 1969–1970 гг. появились на Норильском и месторождении о. Сахалин. Статистические данные по внезапным выбросам в РФ приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Сведения о внезапных выбросах на шахтах России

Показатели	Все-го в РФ	Куз-басс	Воркутское месторожде-ние	Партизанское месторожде-ние	Месторожде-ние о. Сахалин	Восточ-ный Дон-басс
Число шахт и Шахтоуправле-ний: всего:	147	72	13	8	11	43
с выбросоопас-ными пластами:	40	25	6	2	1	6
с угрожаемыми пластами:	36	20	4	5	3	4
Число шахто-пластов всего:	574	304	29	57	29	155
выбросоопас-ных:	107	72	11	9	1	14
угрожаемых:	154	108	12	13	13	8
Количество вне-запных выбросов газа и угля:	478	175	267	25	1	12

Практика разработки выбросоопасных пластов на шахтах северных и восточных месторождений РФ показала, что наибольшую опасность представляют выбросы при вскрытии пластов стволами и квершлагами. Возникают также осложнения при комбайновой проходке выработок с применением профилактических мер по предупреждению выбросов. В Карагандинском бассейне первый внезапный выброс угля и газа произошел в 1959 г. на шахте 3–бис при проведении откаточного штрека по пласту k–12 на

глубине 380 м от поверхности. Всего за период с 1959 по 1995 г. на шахтах Карагандинского бассейна произошло 58 внезапных выбросов угля и газа и все в подготовительных забоях, которые проводились на глубине 200–480 м от дневной поверхности, причем 80 % из них приурочены к местам геологических нарушений. В настоящее время к выбросоопасным относятся пласты к–7, к–10, к–12 на Промышленном и Саранском участке, пласт к–18 (только на поле шахты "Топарская") на Чурубай–Нуринском участке и пласты d–1 – d–2, d–6, d–10, d–11 на Тентекском участке. Минимальная глубина, на которой зарегистрированы внезапные выбросы, составляет 200 м на Саранском, 350 м на Промышленном, 335 м на Чурубай–Нуринском и 320 м на Тентекском участках. Сила внезапных выбросов угля и газа, измеренная количеством выбрасываемого угля, колеблется от нескольких тонн до 550 т. Дальность отброса угля при выбросе – до 50 м. Угол откоса выброшенного угля, как правило, меньше угла естественного откоса и колеблется в пределах от 10° до 37°.

На шахтах Воркутского месторождения за последние годы зарегистрировано 267 внезапных выбросов. При этом на пяти шахтах при проведении подготовительных выработок произошло 220, а в очистных забоях – 47 выбросов. Средняя сила выбросов на пласте «Тройном» составила 86 т угля и 6600 м³ метана, на пласте «Мощный» – 22 т угля и 1800 м³ метана.

С 1963 г. по 1999 г. погибло 9 человек (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Количество погибших рабочих в результате внезапных выбросов на шахтах Воркутского месторождения (данных до 1960 г. нет)

Шахта	Год	Количество чел.
1. №5	1963	1
2. №18	1965	1
3. «Комсомольская»	1980	2
4. «Воркутинская»	1982	1
5. «Северная»	1991	4
ВСЕГО:		9

В странах бывшего СССР, Китае и в Польше крупные внезапные выбросы сопровождались воздушной ударной волной, особенно сильной при выбросах, вызванных взрывными работами. Воздушная волна усиливалась, останавливала или опрокидывала вентиляционную струю, а также нарушала крепь в призабойной части выработки, повреждала рельсовые пути и оборудование. Выброшенным углем заполнялась часть выработки на полное сечение (до 300–450 м длины выработки), а также соседние и соединительные выработки.

Опыт разработки метаноносных угольных пластов во многих странах мира показывает, что внезапные выбросы угля и газа имеют глобальный

характер и происходят в различных горно–геологических условиях, но проявление их везде одинаково.

Необходимо отметить, что основная доля внезапных выбросов относится к начальному периоду развития подземной разработки угольных месторождений во всех угледобывающих странах. Первые шахты отрабатывали верхние горизонты, и горные работы начинались на небольшой глубине. На новых шахтах месторождения внезапные выбросы начинались примерно на том же уровне изогипсы пласта, что и на соседних. Однако ни кто не связывал происхождение этих выбросов с таким геологическим фактором, как идентичность условий формирования участков пласта или пластов.

УДК 622

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕХАНИЗМА РЕАЛИЗАЦИИ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА

А.В.Ремезов, А.И. Жаров, А.В. Бедарев

ГУ КузГТУ

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

К выбросоопасным относят пласты в пределах шахтного поля, на которых произошли внезапные выбросы угля и газа, или крылья шахтопластов, выбросоопасность которых установлена прогнозом.

По определению В. В. Ходота "динамическим явлением в каменноугольной шахте называется внезапное сдвижение или выброс угля или породы и заключенных в них жидкостей и газов, протекающие со значительным динамическим (силовым) эффектом".

Первые гипотезы о происхождении внезапных выбросов были предложены еще в начале века. Затем они по мере накопления наблюдений за выбросами уточнялись.

Рассмотрим для сравнения наиболее известные гипотезы и теории внезапных выбросов угля и газа при разработке угольных пластов.

В 1910 г. Stassart и Lemair опубликовали книгу «Внезапные выбросы метана в угольных шахтах Бельгии», в которой предположили, что внезапные выбросы происходят в местах повышенных остаточных напряжений тектонического происхождения или препарации угольных пластов в местах геологических нарушений.

В 1917 г. русский ученый Н.Н. Черницын обосновывает выбросы скоплением газа с повышенным давлением. Через десять лет в своих работах Jicinsky J. Morin M., Cornet F.C., Jarlier M. обосновали внезапные выбросы концентрацией напряжений вокруг горных выработок. В результате этих предположений получили распространение две основные гипотезы, в которых основными источниками энергии разрушения угля и выброса были газ, находящийся в угле и горное давление.

В подтверждение первой гипотезы Л.Н. Быков (МакНИИ) на основании исследований пришел к выводу, что в пластах имеются специфические очаги, состоящие из системы ячеистых трещин, заполненных газом. Эти очаги образуются под влиянием тектонических сил. При ориентации трещин параллельно забою выработки газопроницаемость пласта будет небольшой. При приближении забоя к такому очагу возможен прорыв газа в выработку. По Н.К. Цольвегу в таких очагах находится перетертый при тектонических процессах уголь с повышенной адсорбционной емкостью. Cornet F. предположил, что метан в угле в некоторых очагах на большой глубине находится в твердом состоянии, т.е. в виде кристаллогидратов. При вскрытии выработкой кристаллогидраты бурно разлагаются, образуя газ под большим давлением.

Были сделаны попытки Я.Э. Некрасовским, В.В. Ходотом, П.М. Цимбаревичем и Coeuillet R. дать объяснения причинам и механизму внезапных выбросов с общих позиций взаимодействия давления газа и горных пород, а также привлечением основ механики деформируемых сред и газовой динамики. Но в этих работах не указывалось, в каких условиях газ и горное давление становятся способными произвести внезапный выброс, не решалась проблема прогнозирования выбросоопасных зон.

В 1952 г. В.В. Ходотом предложена энергетическая теория внезапных выбросов угля и газа. Эта гипотеза учитывала три главных фактора – давление газа, горное давление и физико–механические свойства угля.

В качестве показателей физико–механических свойств изучалась прочность угля при дроблении и сопротивление его одноосному сжатию. Одним из условий возникновения внезапного выброса является уменьшение его прочности в зоне тектонических нарушений, в особенности пликативных. При этом изменяется структура пласта «с образованием пачек и включений перемятого, аморфного угля, наряду с сохранением участков пласта с ненарушенной структурой». Другие авторы также подчёркивают особую опасность по выбросам «перемятых» углей с линзовидной макроструктурой. Однако не ясно, за счёт чего происходит гнездообразное образование пачек перемятого угля, да ещё на значительном расстоянии от нарушений. Кроме того, авторы, изучая микротектонику пластов, отмечают, что залегание участков пласта с перемятым, нарушенным и раздробленным углём не зависит от региональных тектонических нарушений. Вместе с тем, при геологическом анализе не удалось определить условия образования участков с перемятым углём.

В.В. Ходотом была исследована сорбционная и фильтрационная способность угля. Рассматривалась зона предельного состояния в непосредственной близости от забоя, которая может отличаться большим градиентом давления горных пород и газа. Автор приходит к выводу, что под влиянием подвигания забоя и подработки прочных включений в пласте возможны резкие изменения градиентов давления. Градиенты газового

давления зависят от метаморфизма угля. В углях марок ГЖ, К и Г эти градиенты значительно меньше, чем в антраците. Горное давление в массиве увеличивается от линии забоя и на некотором расстоянии достигает величины веса пород. Затем давление значительно превышает эту величину. Внедрение в зону повышенных напряжений может привести к выбросу за счет упругой энергии, накопленной в угольном пласте. Угольный пласт и вмещающие породы в окрестностях проводимой выработки непрерывно деформируются, частично или полностью разрушаются. При этом возможно плавное или мгновенное превращение потенциальной энергии угля в кинетическую. В первом случае газ будет спокойно дренировать в выработку, а во втором – под влиянием динамической пригрузки или под действием взрывчатых веществ газ не успевает дренироваться, и передает разрушенному углю часть кинетической энергии. Уголь же разрушается до этого за счет потенциальной энергии деформации пород. Прочностные характеристики угля являются наиболее существенными для оценки опасности пласта или участка по внезапным выбросам. Наиболее опасными могут быть участки с перемятым углем (зоны препарации), при увеличении мощности пласта, при резком уменьшении коэффициента трения между частицами угля и увеличении градиента давления газа. Согласно этой теории скорость самопроизвольного разрушения угля в массиве в направлении от забоя должна превышать скорость падения давления газа в трещинах.

Разрушение угля рассматривается как механическое дробление и измельчение однородного и изотропного твёрдого тела и не связано с процессами, происходящими в угольном веществе. Не учтены особенности структуры угольного вещества. Модель механической дезинтеграции больше подходит для объяснения разрушения целиков угля. Кроме того, результаты исследований невозможно применить для прогнозирования выбросоопасных зон на пластах.

Однако выполненные фундаментальные исследования процессов в горном массиве позволили расширить круг теоретических исследований механизмов формирования выбросоопасных ситуаций в угольных пластах и вмещающих породах. Были определены направления разработки региональных и локальных способов предотвращения внезапных выбросов угля и газа.

На основании исследований Забигаило В. Е., Иванов Б. М., Фейт Г. Н. и Яновская М. Ф. указывают, что свойства угольных пластов или отдельных пачек существенно отличаются для опасных и неопасных пластов. Практика разработки угольных пластов показала, что процессы, протекающие в массиве во время выбросов, не всегда описываются энергетической теорией В. В. Ходота. А. Э. Петросян, Б. М. Иванов и В. Г. Крупеня энергетическую концепцию дополнили волной дробления С. А. Христиановича и предложили теорию, в соответствии с которой "для возбуждения и развития внезапного выброса угля и газа необходимы сле-

дующие условия: наличие в газоносном пласте зон, предрасположенных к образованию новых и развитию природных трещин под воздействием горного давления в призабойной части пласта, достаточно большая газоотдающая (десорбирующая) способность угля". Модель возникновения выброса для однородного по свойствам газоносного пласта следующая. При равномерной скорости подвигания выработки эпюры напряжений, давления газа и газопроницаемости в призабойной части пласта остаются неизменными. Происходит равномерный отжим пласта. В этом случае газодинамического явления не будет. Опасным этот пласт становится при неравномерной скорости подвигания выработки. При этом происходит скачкообразное перераспределение напряжений вблизи забоя. Массив угля не выдерживает нагрузки и деформируется в сторону выработки. В разрушающейся зоне увеличивается десорбция, фильтрация и выделение газа. Резко увеличивается скорость сближения вмещающих пород.

Таким образом, подготовка выбросоопасных ситуаций идет в несколько стадий. Первая стадия – накопление потенциальной энергии упругих деформаций и газа – характерна для всех газоносных пластов. В этой зоне повышается пустотность и трещиноватость без нарушения связи угля с массивом. В призабойной зоне напряжения изменяются от линейных до объемных. Растет количество трещин, ориентированных параллельно забою. Оценка напряженного состояния и запасов энергии осуществляется методами механики сплошных сред. На второй стадии в результате быстрого обнажения поверхности (во время взрывной отбойки, вскрытии пластов, выемке, бурении и др.) уменьшается нормальная составляющая тензора напряжений, действующих на площадках, параллельных поверхности забоя. Трещины вначале растут, а затем сжимаются под действием горного давления. На третьей стадии происходит лавинное разрушение массива под действием горного и газового давления.

И. М. Петухов и А. М. Линьков для решения проблемы выбросов предложили единую энергетически–силовую теорию, в которой объединили теоретические положения В. В. Ходота, С. А. Христиановича и Л. Н. Быкова. Они считают, что внезапные выбросы угля и газа и горные удары являются частными видами динамических явлений. Общими признаками разрушений является наличие в углях и породах больших запасов потенциальной энергии (упругих деформаций и сжатого газа) и ограниченная способность материала к необратимому поглощению энергии. При динамическом явлении энергия расширяющегося газа, упругих деформаций разрушающегося материала (угля) и окружающих пород складываются и действуют вместе. При этом энергия из окружающих пород притекает к очагу внезапного выброса. На первой подготовительной стадии материал разрыхляется в результате повышенного опорного давления, газопроницаемость его резко возрастает. При прочих равных условиях выбросоопасность зависит от горного давления. Иницирует внезапный выброс резкое

обнажение поверхности в выбросоопасной зоне, которое происходит вследствие спонтанного местного разрушения или внедрения инструмента. Это вызывает перепад давления, достаточный для отделения частиц от поверхности. Расширяющийся газ увлекает оторвавшиеся частицы. Во второй стадии происходит окончательное разрушение материала, и процесс отделения кусков распространяется вглубь массива. В третьей стадии происходит движение смеси газа и частиц вглубь массива.

Прекращение волны разрушения происходит в четвертой стадии. Считается, что для прекращения выброса необходимо поставить специальные заградительные устройства.

По общей теории И. М. Петухова и А. М. Линькова основным фактором формирования выбросоопасной ситуации является опорное давление вышележащих пород. Оно влияет на газопроницаемость призабойной части пласта и на газовое давление в ней. При высоком опорном давлении система выходит из состояния равновесия и происходит инициирование (развязывание) выбросов. При непрочном материале и большой скорости обнажения поверхности возникает высокий градиент давления метана. Происходит разрушение и вынос угля и газа в выработку. Окончательное разрушение материала происходит в процессе отделения кусков и распространяется от поверхности обнажения вглубь массива.

Энергетические условия возбуждения внезапного выброса следующие:

- а) по теории В. В. Ходота:
- для очистной выработки $W + \mathcal{E} > F + U$
 - для подготовительной выработки $W > F + U$
 - при вскрытии угольного пласта $W + Q > F + U$

где: W – потенциальная энергия угля; \mathcal{E} – кинетическая энергия горных пород; Q – внутренняя энергия газа в угле; F – работа на смещение угля в сторону выработки; U – работа на разрушение угля;

б) по теории А. Э. Петросяна, Б. М. Иванова и В. Г. Крупени:

$$W_u + w_k + W_r + w_b = F + U + L + n + D$$

где: W_u – энергия упругого восстановления массива угля; w_k – приток энергии из вмещающих горных пород; W_r – энергия расширения свободного и десорбирующегося метана; w_b – энергия изменения положения разрушаемого угля; F – работа перехода призабойной части угольного массива в предельно напряжённое состояние; U – работа разрушения угля; L – работа перемещения газо–угольной смеси по выработке; n – работа противодействия вентиляционной струи; D – энергия рассеяния;

в) по теории И. М. Петухова и А. М. Линькова:

$$W_r + W_n + W_n = W_p + W_e + W_6 + W_e,$$

где W_r – энергия расширения газа; w_m – энергия упругих деформаций разрушаемого материала; W_n – энергия окружающих пород; W_p – энергия на разрушение угля; w_k – энергия для придания кинетической энергии кускам разрушенного материала; w_g – поглощаемая часть энергии вблизи места разрушения; W_e – энергия на сейсмические колебания.

Все рассмотренные теории основаны на первом начале термодинамики (законе сохранения энергии). Угольный пласт рассматривается как однородный материал, имеющий постоянные структурно–механические свойства: прочность, упругость, пластичность, трещиноватость. Эти свойства характеризуют материал для практического использования. Предпосылки разрушения пласта при внезапном выбросе рассматриваются с позиций механики сплошных сред. Разрушение пласта происходит на крупные фракции. Модель больше пригодна для разрушения блоков под прессом или падающим телом. В расчёте используется модуль упругости E , область применения которого ограничивается упругими телами, а непрочный выбросоопасный уголь рассыпается, т. е. является неупругим.

Инициирование выброса может происходить при определенном соотношении прочности материала и притока энергии из окружающего массива, т.е. в любом месте пласта можно создать благоприятные условия для внезапного выброса. В то же время прогнозирование выбросоопасных условий основано на визуальных признаках. Практика применения способов предотвращения внезапных выбросов показала, что эти теории являются неполными и должны совершенствоваться с учётом научных достижений геологии, углехимии, петрографии, а также химии и физики твёрдых веществ.

По представлениям Ф. А. Абрамова и др. газодинамические явления носят случайный (стохастический) характер. Это создает значительные трудности при прогнозировании этих явлений, т.к. детерминированные методы решения не всегда позволяют предсказать появление выбросов. Согласно теории предсказания любой реальный процесс можно представить состоящим из детерминированной части, которую можно точно рассчитать, и случайной (стохастической), характеризуемой вероятностными закономерностями. Наиболее общим аппаратом для описания последней является теория случайных функций. Устойчивость горного массива можно характеризовать некоторой случайной функцией $p(X_1, X_2, X_3, t)$ на выходе системы, зависящей в общем случае от множества факторов, являющихся случайными функциями на ее входе. Так как напряженное состояние и несущая способность массива являются случайными функциями координат сечения выработки и времени, коэффициент устойчивости представляется также случайной функцией этих параметров. Несущая способность породного массива согласно статистической теории хрупкого разрушения, разработанной В. Вейбуллом и усовершенствованной В. В. Болотиным, может быть представлена как функция объема разрушаемого материала.

Таким образом, для определения условия появления выброса с учетом основных влияющих факторов необходимо найти детерминированное решение и вычислить приведенное напряжение, а также определить величину предельного разрушающего напряжения и вероятностные характеристики сложных уравнений.

Николин В. И. и др. зональную выбросоопасность объясняют неравномерностью газоносности пластов. Выбросы происходят при концентрации напряжений и повышенной газоносности. Николин В. И. пишет «В последние годы число таких исследований резко уменьшилось, что отражает неудачи многолетних попыток найти решение проблемы в этом направлении». Изучение свойств угля свелось к изучению свойств образцов угля. Основной недостаток этих исследований заключался в их слабой связи с реальным угольным пластом. Одним из примеров является громадное число работ, направленных на изучение процессов сорбции газа углем, представленном брикетами.

В последние годы продолжались исследования структуры угля и угольного пласта, которые опирались на фундаментальные работы Ю. А. Жемчужникова. Были изучены основные составляющие части и структура угля. Существенный вклад в изучение микроструктурных свойств угольных пластов внесли исследования, выполненные в лаборатории теории внезапных выбросов угля и газа ИПКОН РАН А. Т. Айруни и др., а также И. Л. Эттингером и др. Результаты их лабораторных исследований объясняют многие физико–химические процессы в угольном веществе. Однако результаты этих исследований, помогая изучить структуру вещества, не позволяют описать механизм инициирования внезапных выбросов и прогнозировать аномальные зоны в пластах.

В последнее время появились объяснения саморазрушения газонасыщенного угля с позиций физических процессов. Авторы указывают на возможность скачкообразного изменения характеристик вещества, которое испытывает фазовый переход. Такие условия возникают в газонасыщенном угле. В. В. Колесников и Н. Ф. Лосев отмечают, что газонасыщенный уголь имеет физические свойства, резко отличающиеся от исходной матрицы. В этом случае зависимость деформации от напряжения нелинейная и не подчиняется закону Гука. Нелинейность обусловлена растворенным в угле газом. Система метано–угольной смеси имеет два или более устойчивых состояния. При изменении термодинамических параметров (механической нагрузки, метаноносности) в системе может инициироваться переход в новое состояние равновесия. Процесс разрушения угля происходит в результате больших градиентов деформации, возникающих в твердом теле. Процесс можно описать при помощи зависимостей потенциала Гиббса от деформации. При разгрузке пласта в призабойной зоне состояние системы становится метастабильным. Система переходит в новое состояние, деформация резко увеличивается и возникает расслоение системы. Однако

физические модели разработаны для абстрактных молекул твердого вещества. На основании теоретических расчетов сделан вывод, что причиной саморазрушения выбросоопасного угля при механической нагрузке является его переход в метастабильное состояние. Переход системы в более низкие по энергии состояния сопровождается скачкообразным нарастанием давления в макропорах. Процесс разрушения в результате больших градиентов деформаций, возникающих в твёрдом теле. Саморазрушение есть следствие пространственно–неоднородной деформации, возникающей при распаде метастабильных систем. Происходит расслоение и разрушение угля, что приводит к образованию метано–угольной смеси. Выбросы происходят в зонах, где метан скапливается в твердых растворах.

На основании анализа предшествующих гипотез газодинамических явлений, ряд авторов приходят к выводу, что физико–механическое состояние массива горных пород характеризуется не только глубиной залегания, напряженным состоянием и давлением газа, но и определенным электрическим режимом. Последний обуславливается как региональными геоэлектрическими полями, так и локальными, возникающими при проведении горных выработок. При разрушении твердых хрупких тел в трещинах возникает трибоплазма, одним из компонентов которой являются электроны значительных энергий. Положительно заряженные ионы располагаются вблизи вновь образованных поверхностей. Система останется электрически нейтральной до появления внешнего источника энергии. Угольный пласт неоднороден. В нем пространственно распределены участки изоляторов и проводников. При разрушении хрупких тел вполне вероятно разделение зарядов внутри разрушающегося пласта на временных ("трибоплазменных") проводниках и возникновение существенного перевеса зарядов одного знака в центре будущего очага газодинамического явления. При этом возникнет силовое поле с большим запасом энергии. При подводе внешнего силового поля происходит электрический разряд, сопровождаемый электромеханическим эффектом. В результате возникают деформации в среде, измельчение и химический распад угля.

Анализ рассмотренных условий формирования выбросоопасных зон, природы и механизма инициирования внезапных выбросов метана и угля показал, что авторы рассматривают эту проблему с различных позиций. Это объясняется трудностью изучения объекта исследования.

По нашему мнению теория внезапного выброса должна решить основную проблему – прогнозировать местонахождение опасных зон и обосновать способы предотвращения внезапных выбросов. Методами только энергетической теории проблему прогнозирования и обеспечения безопасности в забое решить невозможно. Всеми авторами признаётся сложная макро– и микроструктура угольного вещества, состоящего из различных ингредиентов, имеющих свою природу, физико–химические условия образования и физические свойства. Имеется большое количество исследова-

ний, объясняющих их различия. То, что нельзя объяснить «перемежностью» угля в выбросоопасных зонах только близостью к нарушениям, понимают многие исследователи. Кроме силового разрушения угля необходимо учитывать рыхлость его надмолекулярной структуры в нормальных условиях.

По мнению ряда авторов, нужно изучить возможные структуры угля в момент его образования и последующих изменений на стадии метаморфизма. Естественно, необходимо учитывать повышение метаноносности угля именно в выбросоопасной зоне.

Для прогнозирования выбросоопасных зон основным является вопрос о природе выбросоопасной зоны. Если выбросоопасная зона (внезапный выброс) образуется в результате случайного сочетания ряда факторов и условий, то предварительное прогнозирование ситуации вообще невозможно. Если выбросоопасная зона представляет собой локальный участок пласта или его слоя с аномальной структурой (зависящей от его генезиса) угольного вещества, предрасположенного в определённых условиях к внезапному разрушению и выбросу, то тогда представляется возможным прогнозировать условия его образования во время торфонакопления.

Очевидно, последнее предположение более реально. Доказательством является применение на всех опасных пластах локальных способов прогноза и предотвращения внезапных выбросов. Эти способы разрабатывались в предположении, что по ходу движения выработки возможна встреча с такой выбросоопасной зоной. Практика показала также, что имеются определённые признаки, свидетельствующие о приближении к такой зоне.

Нерешённость проблемы природы формирования выбросоопасных зон предопределила современный уровень их прогнозирования. Прогноз выбросоопасных угольных пластов должен производиться в соответствии с «Временным руководством по прогнозу выбросоопасности угольных пластов Донецкого бассейна при геологических работах». Это руководство рекомендовано для применения в Печорском, Кузнецком, Карагандинском бассейнах и месторождениях Дальнего Востока и о. Сахалин. Прогноз базируется на следующих основных показателях: глубине залегания угольного пласта H ; природной газоносности угольного пласта X ; мощности угольного пласта m ; разрушаемости угля R ; количестве угольных пачек C . Для прогноза используется эмпирическая формула

$$B = X_{отн} (R + 2,2m + 1,2C + 0,002H + 2,8),$$
$$X_{отн} = (X - X_{ост}) / X_{cp};$$

Где – $X_{ост}$ и X_{cp} – соответственно остаточная и средняя газоносность угля.

При значении $B > 15$ угольные пласты относятся к склонным к внезапным выбросам.

На этапе геологоразведочных работ, да и в горных выработках невозможно получить эти показатели, так как невозможно распространить характеристику угля в точке отбора пробы на окружающий массив пласта.

Таким образом, анализ показал, что проблема прогнозирования выбросоопасных зон и обеспечения безопасности нуждается в продолжение исследований. Из-за отсутствия достоверных сведений о местонахождении выбросоопасных зон в пределах пласта на большом участке шахтного поля вынуждены осуществлять дорогостоящие и небезопасные мероприятия для предотвращения внезапных выбросов угля и газа, которые значительно снижают темпы проходческих работ. При выполнении локальных мероприятий существует большая доля вероятности газодинамических проявлений. Прогнозирование выбросоопасных зон и установление природы формирования угольного вещества в этой локальной с геолого-генетических особенностей зоне, является предпосылкой обеспечения безопасных условия при проведении горных выработок.

УДК 622.333:541.1:543.812

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАМЕННЫХ УГЛЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВЛАЖНОСТЯХ ВОЗДУХА

М.С. Сазонов
ООО «ВостЭКО»

Как известно, наличие влаги и ее количество в угле неоднозначно влияет на физико-механические свойства угля [1,2]. Количество, объем и структура пор в значительной степени определяют свойства углей. Поры являются каналами для движения воды в угле. В порах активно развивается взаимодействие воды с парами газовойоздушной смеси различной влажности с помощью диффузии.

Нами была разработана теория Влияния ВлагИ на Уголь, из которой были получены уравнения, позволяющие рассчитывать давления в порах при изменении размеров микропористых адсорбентов во время адсорбции.

$$P_{\text{микропора}} = \left(\frac{V_m}{V_m^0} x_m \right) \left[\frac{RT}{V_m} x_m \ln \left[\frac{P_m}{P - x_m} \right] \right] \quad (1)$$

$$P_{\text{супермикропора}} = \left(\frac{V_m}{V_m^0} x_{cm} \right) \left[\frac{RT}{V_m} x_{cm} \ln \left[\frac{P_{cm}}{P - x_{cm}} \right] \right] \quad (2)$$

На слайде показано как изменяется внутрипоровое давление для различных типов пор в зависимости от их различной степени заполнения, т.е. влажности, в соответствии с теорией объемного заполнения пор, рассчитанное по уравнению (1) и (2).

Как видно из рисунка максимальная амплитуда между растягивающими и сжимающими адсорбционными силами в окрестности микропоры наблюдается от 20% до 50% влажности, назовем этот промежуток "критической влажностью".

Нами была разработана пространственная модель единичной ячейки иерархической структуры угля на микроуровне.

Данная модель предполагает, что микропористый углеродный адсорбент имеет однородную структуру, и предназначена для описания упругой адсорбционной деформации при взаимодействии с парами воды различной влажности.

Установив такие давления, рассчитанные по формулам (1) и (2) в различных типах пор, мы с помощью Ansys провели расчет различных прочностных и деформационных характеристик микропористого углеродного адсорбента при различных влажностях, результаты расчетов представлены ниже.

Следующий слайд показывает каким образом распределены внутренние напряжения в окрестности микропоры в изолиниях.

На рисунке четко видно, как в момент “критической влажности” действующие в микропоре растягивающие напряжения пытаются разорвать ее, но напряжения в супермикропоре имеют другое направление – сжимают ее поверхность в окрестности микропоры.

Именно при значениях критической влажности показания деформаций, напряжений принимают свои экстремальные значения.

После проведения проверки по четырем критериям прочности, мы получили схожие результаты.

Вашему вниманию предлагаем результаты по критерию прочности – максимальные растягивающие напряжения. Критерий сравнивает расчетный параметр σ_1 с предельным растягивающим напряжением σ_p .

$$K_{\text{безопасн.}} = \frac{\sigma_p}{\sigma_1} \quad (3)$$

На рисунке четко видна область потенциального разрушения, сосредоточенная вокруг микропоры.

Для оценки воздействия влаги на свойства каменных углей были выполнены экспериментальные исследования в лаборатории по определению физико–механических характеристик угля. Испытания проводились в эксикаторах с серной кислотой с увлажнением через атмосферу.

В данных образцах определялись прочностные и деформационные характеристики каменных углей стандартными способами [3,4,5] при различной влажности воздуха.

Влагосодержание – это такое количество равновесной влаги в единице массы угля, которое получается при заданной внешней влажности воздуха. Иными словами, меняя влажность воздуха, можно регулировать влагосодержание угля. Как было показано в работе [6], на стадии изменения влагосодержания угля при заданных внешних влажностях воздуха от 50 до 20% высвобождается влага супермикропор. Назовем эту область

«критической влажностью». На этом отрезке влажности начинают резко меняться физико–механические свойства угля.

Наши результаты исследований влияния влаги на прочностные свойства углей показывают, что предел прочности при сжатии в зависимости от влажности изменяется нелинейно. В области «критической влажности» [7] наблюдается локальный рост в среднем на 42%, в то время как предел прочности при растяжении снижается на 34%.

Объяснить это можно тем, что максимальным сопротивлением на сжатие и минимальным сопротивлением на разрыв обладают породы со значительными внутренними напряжениями, что подтверждается работами других авторов [8]. Значит, при значениях «критической влажности» воздуха внутри пористой структуры наблюдается сложное напряженно–деформированное состояние с максимальными внутренними напряжениями, вызванное выходом влаги из супермикропор, то есть изменением влагосодержания угля. Внутренняя напряженность каменных углей повышает вероятность возникновения эндогенных пожаров в шахтах.

Исследования углей показали, что их хрупко–пластические свойства зависят не только от минерального состава горных пород (жестких включений) и их степени метаморфизма (содержания С), но и от влагосодержания (внутренних напряжений).

На следующем слайде хорошо видно, что в области «критической влажности» значения критерия хрупкости и коэффициента дробимости [2] значительно увеличиваются – на 105 и 30% соответственно.

В работе [9] показано, что хрупко–пластические свойства зависят от степени углефикации, следовательно, для хрупких углей изменения будут еще более значительными.

Изменение хрупко–пластических свойств увеличивает вероятность возникновения горного удара и выбросов.

Компоненты паспорта прочности: коэффициент внутреннего трения и предельное сопротивление сдвигу также увеличивают свои значения именно в области «критической влажности» на 45 и 12% соответственно.

Модуль деформаций и модуль упругости снижают свои значения в области «критической влажности» в среднем на 25 и 30% соответственно.

Что же касается коэффициента поперечной деформации горной породы и коэффициента Пуассона, то изменение их значений пока не совсем ясны. На слайде представлены относительные изменения этих величин.

Есть предположение, что это происходит вследствие развития деструктивных процессов, что приводит к раскрытию и генерации микротрещин, дефектов, дислокаций в направлениях, перпендикулярных приложенной нагрузке, т.е. в стороны.

В работе [10] показан учет эффектов локального схлопывания и разрушения пор под действием внешней нагрузки, что ведет к быстрому упрочнению среды, которое предшествует разрушению. У нас же иная си-

туация: изменение влагосодержания угля приводит к внутренней напряженности. Но увеличение анизотропии пор, которое наблюдается при «критической влажности», связано в большей степени с генерацией микродефектов и в меньшей степени с изменением размеров микропор (выгибанием стенок). Также косвенно подтверждена генерация микрообъемов при «критической влажности», что хорошо согласуется с изменениями модуля сдвига образцов в области «критической влажности» – снижение на 70%.

Основной фактор, влияющий на все это – изменение влагосодержания угля.

Результаты исследования физико–механических характеристик каменных углей при различных влажностях воздуха помогли объяснить и предсказать процессы и перемены в свойствах каменных углей, вызванные перераспределением влаги в микропористой структуре во время изменения влажности воздуха.

Согласно результатам данной работы сделано предположение об аномальных изменениях свойств других горных пород, имеющих схожую микро – и супермикропористую структуру.

Таким образом, в результате проведенных исследований:

1. Впервые установлена нелинейная зависимость изменения физико–механических характеристик каменных углей от их влагосодержания.

2. Показано, что в момент «критической влажности» значения предела прочности на сжатие увеличиваются, прочности на разрыв – снижаются, хрупкость увеличивается, коэффициент дробимости увеличивается, угол внутреннего трения увеличивается, предельное сопротивление сдвигу увеличивается, модули деформаций, упругости, сдвига снижаются, коэффициент поперечной деформации и коэффициент Пуассона – увеличиваются.

3 Результаты данных исследований имеют большую практическую значимость, так как существующие методы определения физико–механических свойств горных пород не учитывают наличия внутренних напряжений, вызванных изменением влагосодержания каменных углей, в то время как от степени внутренней напряженности горных пород зависят многие физические свойства.

Список литературы:

1. Ильницкая, Е.И. Свойства горных пород и методы их определения / Е.И. Ильницкая, Р.И. Тедер. – М:Недра, 1969. – 209 с.
2. Ворошилов, А.С. Зависимость показателя дробимости каменных углей от влагосодержания / А.С. Ворошилов, М.С. Сазонов, К.С. Лебедев // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. –2010. – №1. –С. 99–102.
3. ГОСТ 21153.2–84. Методы определения предела прочности при сжатии.

4. ГОСТ 21153.3–85. Методы определения предела прочности при растяжении.
5. ГОСТ 28985–91. Метод определения деформационных характеристик при одноосном сжатии.
6. Ворошилов, А.С. Моделирование изменения объема каменных углей в зависимости от их влагосодержания /А.С. Ворошилов // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2010.–№1. –С. 88–91.
7. Математическое моделирование напряженно–деформированного состояния микропористого адсорбента при различных влажностях / М.С.Сазонов [и др.] // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. –2010. –№2. –С. 72–79.
8. Ковдерко, В.Э. О природе внутренних напряжений в горных породах / В.Э. Ковдерко // Літасфера/Lithosphere. –1995. –№ 3. –С. 134–139.
9. Ищук, И.Г., Чирков С.Е. Хрупкопластические свойства углей различной степени углефикации / И.Г. Ищук, С.Е. Чирков // Гидравлическая добыча угля. – 1966. – №3. – 98 С.
10. Авдеенко, А.М. Мезомеханика деформации пористых структур / А.М. Авдеенко, А.С. Мельниченко, В.Б. Филиппова // Физическая мезомеханика. –2003. –С.5–1

УДК 622.235(088.8): 519.21

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ, ПОРОЖДЕННОГО ОБЪЕМНЫМ ИСТОЧНИКОМ ТОКА В СЛОИСТОЙ СРЕДЕ

Д.Ю. Сирота
ГУ КузГТУ

Введение, основные формулы.

Рассмотрим трехслойное однородное изотропное в пределах каждого слоя пространство с плоскопараллельными границами. Мощности нижнего и верхнего слоев предполагаются бесконечными, мощность промежуточного слоя равна h м. Удельное электросопротивление (далее УЭС) слоев определяется следующими величинами: ρ_1, ρ_2, ρ_3 Ом·м, где индекс – номер слоя и при этом $\rho_3 \rightarrow \infty$. Рассмотрим расположенный в третьем слое на расстоянии y_1 м от границы между первым и вторым слоем эллипсоидальный источник стационарного тока с полуосями $A > B > C$. Тогда величина потенциала φ , V и напряженности E , В/м определяются по следующим формулам [1].

$$\varphi_3 = d_\varphi \times \sum_{n=1}^N p(n) \left[M_0 - (A_M)^2 M_1 - (B_M)^2 M_2 - \frac{-2}{z_M} M_3 \right] \quad (1)$$

$$E_3^{x_m} = d_E \times \sum_{n=1}^N p(n) \left[A_M \cos \alpha M_1 - B_M \sin \alpha M_2 \right],$$

где $d_\varphi = \rho_2(1 - K_{12})h^2 \overrightarrow{\text{div}} j$ и $d_E = 2\rho_2(1 - K_{12})h \overrightarrow{\text{div}} j$, ρ_2 – УЭС второго слоя, Ом·м; h – мощность второго слоя, м; $\overrightarrow{\text{div}} j$ – объемная плотность токов в объеме эллипсоида, А/м³; $K_{12} = (\rho_2 - \rho_1) \cdot (\rho_2 + \rho_1)^{-1}$ – коэффициент отражения границы между вторым и третьим слоями; $p(n)$ – коэффициенты аппроксимирующего многочлена, вычисленного по Е. Я. Ремезу [2]; $A_M = \bar{x}_M \cos \alpha + (\bar{y}_M + 2n) \sin \alpha$, $B_M = -\bar{x}_M \sin \alpha + (\bar{y}_M + 2n) \cos \alpha$, α – угол наклона эллипсоида; M_i – эллиптические интегралы [1].

В данной заметке приводятся расчетные формулы для определения таких параметров зоны концентраций механических напряжений как: глубина залегания H и продольный размер A .

1. Геометрические характеристики электрического поля и функциональные зависимости.

Введем в рассмотрение следующие две геометрические характеристики электрического поля (далее ЭП), порожденного объемным источником тока в слоистой среде: Δ_E м – расстояние между экстремумами напряженности ЭП; Δ_φ м – расстояние между точками экстремума напряженности и потенциала ЭП.

Введенные геометрические характеристики позволяют оценить глубину залегания источника и пространственные продольные размеры очаговой зоны по следующим общим формулам:

$$H = k \cdot \Delta_E + m, \tag{2}$$

$$A = b \cdot \sqrt{a - \Delta_\varphi}. \tag{3}$$

Для определения расстояния до эпицентральной области очаговой зоны от точки максимума напряженности можно использовать формулу:

$$l = q + w \cdot b \cdot \sqrt{a - \Delta_\varphi}, \tag{4}$$

где коэффициенты k , m , a , b , q и w зависят от K_{12} , h , y_1 .

2. Примеры применения.

При сравнении теоретических оценок с экспериментальными данными будем использовать результаты измерений потенциала на дневной поверхности, произведенные А. И. Шикановым и Г. В. Алексеевской на поле шахты «Распадская» [4] в 1990 году. Кроме того, будем использовать результаты измерений потенциала ЕЭП, произведенные В. В. Дырдиным, Г. В. Алексеевской и А. И. Шикановым по профилю, проложенному на земной поверхности над серединой лавы 124 шахты имени Кирова при отработки пласта Бреевского в 1988 году [5]. И первое, и второе исследование было произведено под научным руководством П. В. Егорова в ГУ КузГТУ (КузПИ).

Приведем выкопировку с плана горных работ лавы 124 в районе диагональной печи №1 и графики величины потенциала ЕЭП, измеренного на земной поверхности по профилю, проложенному над серединой лавы.

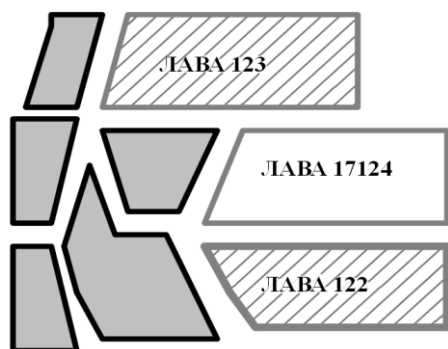


Рис. 1. Выкопировка плана горных работ на шахте им. Кирова

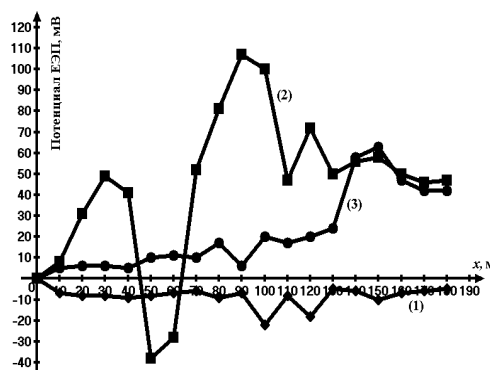


Рис. 2 График значений потенциала на земной поверхности

На рис. 2 приведены три графика значений потенциала, измеренных соответственно 14, 15, 16.09.1988 года. Положение очистного забоя в эти дни было соответственно в точках с координатой $x = 50, 55, 60$ м. Отрицательные значения потенциала на первой кривой можно, по-видимому, объяснить достаточно сильной увлажненностью почвы. После подвигания забоя 15.09 на 5 метров произошло увеличение потенциала вследствие возникновения перепадов механических напряжений; затем 16.09 после подвигания забоя еще на 5 метров произошло неравномерное обрушение консоли, что привело к снижению механических нагрузок прямо перед грудью забоя и, как следствие, к уменьшению величины потенциала и сдвигу его максимума вглубь разрабатываемого пласта.

Определим, используя метод наименьших квадратов, аппроксимирующие функции для второй и третьей кривой:

$$\varphi \approx 2434,0 / \sqrt{(x - 90,0)^2 + 656,0} \quad \text{с} \quad R^2 = 0,6 \quad \text{— для второй кривой; и}$$

$$\varphi \approx 765,0 / \sqrt{(x - 150,0)^2 + 143,0} \quad \text{с} \quad R^2 = 0,9 \quad \text{— для третьей. Определим для}$$

этих кривых значения введенных характеристик: $\Delta_E^I \approx 40,0$, $\Delta_E^{II} \approx 20,0$ метров; $\Delta_\varphi^I \approx 20,0$, $\Delta_\varphi^{II} \approx 10,0$ метров.

Произведем оценку глубины залегания очаговой зоны. Произведенные расчеты показали, что при $K_{12} \approx -0,8 \sim -0,75$, $h \approx 10$, $y_1 \approx 20,0$ величина $\Delta_E \approx 49,0$ м; если же $h \approx 5$ и $y_1 \approx 20,0$, то величина $\Delta_E \approx 42,0$ м, что вполне соответствует экспериментальной оценке величины Δ_E . Таким образом, теоретическая оценка глубины залегания потенциального очага составила порядка 25,0 м, что является слишком малой величиной для очистных работ.

На рисунке 3 приведены выкопировки с плана горных работ в районе пункта Грозовой. На момент проведения измерений начали отрабатывать лаву 3–6–11, а так же погасили целик в отработанном пространстве лав 3–6–13 – 3–6–17. Величины геометрических характеристик составили значения $\Delta_E \approx 300,0$ и $\Delta_\varphi \approx 130,0$ метров. Максимальное значение потенциала, обусловленного перепадами механических напряжений, определялось как разность между величиной потенциала после и до ведения проходческих работ и составило величину $\varphi \approx 20$ мВ.

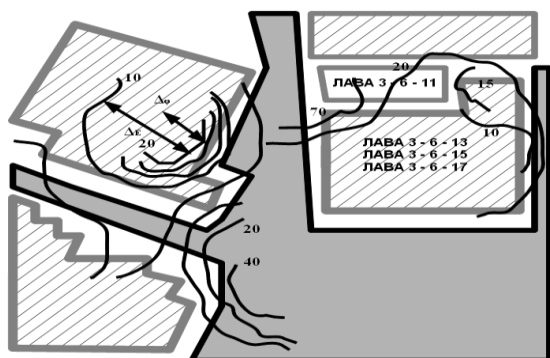


Рис. 3 Карта изолиний разности потенциалов на земной поверхности

Таблица 1. Оценки глубины залегания очага

h	10,0	15,0	25,0
K_{12}			
-0,6	197,0	194,0	190,0
-0,7	191,0	187,0	184,0
-0,8	182,0	178,0	175,0
-0,9	166,0	162,0	158,0

Найдем оценку глубины залегания очага для случая, изображенного на рисунке 3. Так как мощность экранирующего слоя и коэффициент отражения границы неизвестны, то рассмотрим наборы значений величин K_{12} и h (результаты в таблице 1).

Найдем оценки продольных размеров зоны концентраций механических напряжений для случая, изображенного на рисунке 3 при условии, что глубина залегания $H = 170,0$ метров, $\Delta_\varphi \approx 130,0$, а мощность экранирующего слоя и коэффициент отражения границы совпадают с указанными в таблице 1. Определим также расстояние до эпицентра при условии, что глубина залегания $H \approx 170,0$ м, а размер очага определяется из предыдущего примера (результаты приведены в таблице 2).

Значения величины A при $K_{12} = -0,9$ не соответствуют используемой модели очага и вмещающего пространства. Таким образом, продольный размер очаговой зоны варьируется от 200,0 до 250,0 метров.

Таблица 2. Оценки продольного полуразмера A очаговой зоны и расстояние l до эпицентра очага

h K_{12}	10,0	15,0	25,0	h K_{12}	10,0	15,0	20,0	25,0
-0,75	100,0	112,0	119,0	-0,6	65,0	58,0	57,0	58,0
-0,8	117,0	127,0	131,0	-0,7	69,0	63,0	62,0	63,0
-0,9	158,0	162,0	173,0					

Список литературы:

1. Иванов, В. В. Геодинамические процессы в земной коре и возмущения электромагнитного поля при образовании разломов [Текст] / В. В. Иванов, В. А. Хямяляйнен, Д. Ю. Сирота, Р. В. Бузук // ГИАБ. – 2008. – №2. – С. 122 – 132.
1. 2 Сирота, Д.Ю. Повышение скорости вычислений для одной задачи электроразведки [Текст] / Д. Ю. Сирота // Вестник КузГТУ. – 2008. № 1. – С. 81–85.
2. Семенов, А. С. Электроразведка методом естественного электрического поля [Текст] /А. С. Семенов. 2–е изд. Л., Недра, 1974. – 378 с.
3. Алексеевская, Г. В. Разработка метода обнаружения зон концентраций механических напряжений в массиве по электрометрическим измерениям с дневной поверхности [Текст]: дисс. канд. техн. наук/ Г.В. Алексеевская. – Кемерово 1995, – 135 с.
4. Отчет по НИР «Разработать и внедрить рекомендации...» Тема № 111–86, – 1988 г, – 64 с.

УДК622.33.12.2.001.63:622.004.50

ПОДХОД К АНАЛИТИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ И ИНТЕНСИВНОСТИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ШАХТЫ

А.Н. Супруненко, В.Ю. Фадеев

ГУ КузГТУ

Филиал ГУ КузГТУ в Г. Белово

К угольным шахтам в рыночных условиях предъявляются значительные требования для повышения эффективности производства, выполнение которых должно осуществляться за счет внедрения прогрессивных технологий. Обеспечение необходимого технико–экономического уровня работы шахты и его оценка связано с такими основными показателями как производственная мощность, концентрация и интенсивность очистных работ [1–6].

Указанные показатели являются важнейшими в добыче угля, системно взаимосвязаны, являются результатом проектных решений по формированию технологической схемы шахты из элементов вскрытия, подготовки и систем разработки, порядка отработки пластов и должны определяться в результате оптимизационных расчетов.

Концентрация очистных работ. Данный показатель характеризуют комплексное свойство технологической схемы шахты, у разных авторов выражается совокупностью или одним показателем, как правило, наполненных разным физическим смыслом. Например, в число показателей оценки уровня концентрации горных (очистных) работ принимаются: величина нагрузки очистного забоя, выемочного поля, пласта и шахты, коэффициент одновременности разработки пластов свиты [2]; соотношение суточной добычи угля на единицу площади отработки запасов [4]; общее число очистных забоев, приходящихся на 1000 т среднесуточной добычи шахты [6]; совокупностью количественных (например, количество очистных забоев, приходящихся на одну наклонную магистральную выработку и др.) и качественных (вариант технологической схемы) показателей [5]. При этом в работе [4] приведены аналитические соотношения между запасами, концентрацией и интенсивностью горных работ и производственной мощностью шахты.

С целью установления взаимосвязи между основными показателями шахты и ее наглядности нами предлагается уровень концентрации очистных работ в момент времени t срока ее службы представить в виде показателей

$$K_{\text{оч}}(t) = \frac{Z_{\text{ц}}(t)}{n_{\text{оч}}(t) \cdot N(t)} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{оч}}} Z_{\text{ци}}(t)}{n_{\text{оч}}(t) \cdot N(t)}, \text{ т/(забой}\cdot\text{пласт)} \quad (1)$$

$$k_{\text{оч}} = \frac{1}{n_{\text{оч}} \cdot N}, \text{ 1/(забой}\cdot\text{пласт)} \quad (2)$$

где $K_{\text{оч}}(t)$ – абсолютный уровень концентрации очистных работ в шахтном поле в момент времени t , т/(забой·пласт); $k_{\text{оч}}(t)$ – относительный уровень концентрации очистных работ в шахтном поле в момент времени t . За единицу принят суммарный объем оконтуренных запасов выемочных участков, погашаемых в момент времени t , 1/(забой·пласт); $Z_{\text{ци}}(t)$ – оконтуренные запасы выемочного участка (иначе готовые к выемке на момент ввода i -го очистного забоя в эксплуатацию), предназначенные для отработки i -м очистным забоем – назовем запасами активного цикла по i -му очистному забую, т; $Z_{\text{ц}}(t)$ – суммарные запасы цикла в шахтном поле, погашаемые $n_{\text{оч}}(t)$ очистными забоями в момент времени t – назовем запасами активного цикла в шахтном поле, т; $n_{\text{оч}}(t)$ – число очистных забоев одновременно работающих в шахтном поле в момент времени t , забой; $N(t)$ – число пла-

стов угля, которые разрабатываются действующими очистными забоями в момент времени t , пласт.

Интенсивность очистных работ. Обычно под интенсивностью (интенсификацией горных работ) очистных работ понимается площадь пластов погашаемая одновременно работающими очистными забоями в шахтном поле в единицу времени – $m^2/(\text{забой} \cdot \text{час})$ [3, 4, 6].

Предлагается представить интенсивность очистных работ в виде показателя, определяющим скорость (темп) погашения запасов активного цикла $Z_{\text{ц}}(t)$ одновременно работающими очистными забоями $n_{\text{оч}}(t)$ в момент времени t срока службы шахты

$$I_{\text{оч}} = \sum_{i=1}^{n_{\text{оч}}} I_{\text{оч}_i} = \sum_{i=1}^{n_{\text{оч}}} Z_{\text{пог}_i} = \sum_{i=1}^{n_{\text{оч}}} \left(\frac{A_{\text{оч}}}{C_{\text{изв}}} \right)_i, \text{ т/сут} \quad (3)$$

$$I_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^{n_{\text{оч}}} \left(\frac{A_{\text{оч}}}{C_{\text{изв}}} \right)_i \cdot \frac{1}{n_{\text{оч}}}, \text{ т/сут} \quad (4)$$

где $I_{\text{оч}}(t)$ – интенсивность очистных работ в шахтном поле в момент времени t , т/сут; $I_{\text{ср}}(t)$ – средняя интенсивность очистных работ в шахтном поле в момент времени t , т/сут; $I_{\text{оч}_i}(t)$ – интенсивность работы i -го очистного забоя в момент времени t , т/сут; $Z_{\text{пог}_i}(t)$ – интенсивность погашения запасов выемочного участка i -м очистным забоем, т/сут; $A_{\text{оч}_i}(t)$ – нагрузка на i -ый очистной забой, т/сут; $C_{\text{пог}_i}(t)$ – коэффициент извлечения угля из запасов выемочного участка i -м очистным забоем.

Связь показателей концентрации и интенсивности очистных работ с производственной мощностью шахты. Представленные показатели концентрации и интенсивности очистных работ позволяют рассчитывать интервал времени $T_{\text{ц}}(t)$ погашения запасов активного цикла $Z_{\text{ц}}(t)$ в любой момент времени t срока службы шахты. С учетом формул (1) и (3) имеем

$$\begin{aligned} T_{\text{ц}} &= \frac{Z_{\text{ц}}}{Z_{\text{пог}}} = \frac{K_{\text{оч}} \cdot n_{\text{оч}} \cdot N}{I_{\text{оч}}} = \frac{K_{\text{оч}} \cdot n_{\text{оч}} \cdot N}{\sum_{i=1}^{n_{\text{оч}}} \left(\frac{A_{\text{оч}}}{C_{\text{изв}}} \right)_i} \\ &= \frac{K_{\text{оч}} \cdot n_{\text{оч}} \cdot N \cdot C_{\text{изв}}^{\text{ср}}}{A_{\text{ш}}}, \text{ сут} \end{aligned} \quad (5)$$

где $T_{\text{ц}}(t)$ – интервал времени погашения запасов активного цикла $Z_{\text{ц}}(t)$ в рассматриваемый момент времени t срока службы шахты, сут; $A_{\text{ш}}(t)$ – производственная мощность шахты в момент времени t обеспечиваемая работой

$n_{оч}(t)$ очистных забоев, т/сут; $C_{изв}^{ср}$ – средний коэффициент извлечения угля очистными забоями из запасов активного цикла $Z_{ц}(t)$ в момент времени t . Соответственно (5) производственная мощность шахты $A_{ш}(t)$ равна

$$A_{ш} = K_{оч} \cdot I_{орг} \cdot C_{изв}^{ср} \cdot C_{заб}^{под}, \text{ т/сут}$$

где $I_{орг} = \frac{n_{оч} \cdot N}{T_{ц}}$ – показатель организации работы очистных

забоев в шахтном поле в момент времени t , (забой·пласт) /сут; $C_{заб}^{под}$ – коэффициент, учитывающий добычу угля из подготовительных забоев в момент времени t .

Развитие очистных работ по шахте связано с планированием технологий разработки пластов в течение определенного периода срока службы шахты $\Delta T_{ш}(t)$, который можно представить в виде суммы временных интервалов

$$\Delta T_{ш} = \sum_{j=1}^J m_{ц} \cdot T_{ц}^j, \text{ сут}$$

где $m_{ц}(t)$ – частота циклов погашения активных запасов с j -ой технологией разработки пластов угля; $T_{ц}(t)$ – интервал времени погашения запасов активного цикла с j -ой технологией разработки пластов угля, сут.

Представленный подход к описанию уровней концентрации и интенсивности очистных работ позволяет динамично в течение выбранных периодов срока службы шахты осуществлять их количественную оценку во взаимосвязи с производственной мощностью. Необходимость такой оценки возникает при моделировании и оптимизации параметров технологии разработки пластов в шахтном поле.

Список литературы:

1. Астахов А. С. Режимы работы шахт (экономические вопросы концентрации производства). – М.: Госгортехиздат, 1962. – 200 с.
2. Современные методы проектирования угольных шахт. П. З. Звягин, К. К. Кузнецов, В. Г. Шорин и др. – М.: Недра, 1968. – 344 с.
3. Создание шахт нового технико-экономического уровня. / А.С. Кузмич, К. П. Бетанели, М. Н. Бутыльков и др. – М.: Недра, 1976. – 423 с.
4. Вылегжанин В. Н. Важнейшие аналитические соотношения параметров шахты // Совершенствование технологии отработки угольных месторождений Кузбасса: Сб. науч. тр. / Ассоциация "Кузбассуглетехнология". – Кемерово, 1991. с. 20–26.
5. Стариков А. В. Планирование концентрации и развития горных работ на угольных шахтах. – М.: ИПКОН, 1982. – 124 с.

6. Козовой Г. И., Кузнецов Ю. Н., Рыжов А. М. Гибкие технологические системы высокопроизводительных угольных шахт. – М.: Издательство МАС, 2003. – 501 с.

УДК 622.235.5

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОЛЕЗНЫХ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ ВВ
С ПОВЫШЕНИЕМ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ
РАБОТЫ ВЗРЫВА КОМПЛЕКТА ЗАРЯДОВ ВВ**

Ю.А. Масаев, Е.В. Тяпкина

ГУ КузГТУ

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

При использовании энергии взрыва в горном деле, применяя любые ВВ, основной фактор, который определяет эффективность взрывных работ = степень полезного использования потенциальной энергии заряда ВВ.

Процесс разрушения горных пород определяет система, состоящая из заряда ВВ и окружающей твердой среды. Физико–механические свойства среды и параметры взрывного воздействия оказывают существенное влияние на конечный результат механической работы взрыва: качество дробления (гранулометрический состав), разброс взорванной породы, правильное оконтуривание, отбойка породы на полную глубину скважины.

Качество взрыва главным образом связано с количеством энергии, переданной среде. Если свойства среды, например однородность, трещиноватость определяются природными условиями, то параметры заряда можно изменять в широких пределах.

Основное направление развития теории и практики взрывных работ – создание способов управления энергией взрыва на основе качественного изменения механизма его действия.

Способов управления энергией взрыва при разрушении породных массивов разработано достаточно много. Их классифицируют по нескольким признакам:

- Регулирование воздействия взрыва отдельного заряда на массив горных пород, что обеспечивается за счет изменения: типа применяемого ВВ, конструкции заряда, диаметра заряда, расчетного удельного расхода ВВ, порядка инициирования частей рассредоточенного заряда.

- Регулирование воздействия взрыва на массив группы зарядов в зоне практически нерегулируемого дробления, что достигается за счет изменения: сетки расположения и числа рядов скважин, высоты уступа, интервалов замедления и последовательности взрывания зарядов во взрывае-мом блоке.

Впервые под сомнение существовавшее мнение о необходимости максимального заполнения зарядной камеры взрывчатим веществом поставили заряды с воздушными промежутками и полостями. Исследуя дей-

ствия этих зарядов, выявили, что основное значение при разрушении горных пород имеет не количество энергии, заключенной в заряде, а рациональные способы передачи и трансформирования ее в окружающей среде. Основная идея метода управления энергией взрыва – является не мгновенная передача горному массиву всей энергии взрыва, а постепенно, многократным воздействием продуктов, взрыва на стенки скважины в течение более длительного периода времени за счет изменения внутренней газодинамики расширения продуктов детонации в зарядной камере.

Учитывая, что скорость развития трещин значительно меньше скорости волны сжатия, за счет раздавливания среды квазистатическим давлением в скважине происходит разрушение горного массива при опытных зарядах. При осуществлении многократного воздействия весь последующий цуг волн участвует в интенсивном процессе развития системы трещин.

Важное преимущество многократного воздействия взрыва на среду – уменьшение либо закрытие ширины естественных трещин, которое обеспечивает преодоление их другими волнами с меньшими потерями.

На характер и интенсивность разрушения среды влияют размеры трещин и их удаление от заряда, а также их ориентировка относительно направления действия взрыва как показали экспериментальные исследования на бетонных моделях.

Разрушающее действие волн напряжений с увеличением степени трещиноватости твердой среды снижается, и дробление происходит за счет поршневого действия газов взрыва. В это же время на дробимость пород с уменьшением их крепости отрицательное влияние трещиноватости снижается, так как при этом увеличивается роль поршневого воздействия продуктов взрыва, разрушающему действию которого способствует трещиноватость.

Эффективным методом улучшения степени дробления горной массы является применение наклонных скважинных зарядов, как показывают результаты теоретических, лабораторных и промышленных исследований.

Возможны два подхода к выбору величины наклонного заряда, так как при постоянной высоте уступа наклонная скважина длиннее вертикальной: сохранение ее постоянства при соответствующем росте длины забойки, либо увеличение ее при постоянном значении вертикальной забойки. При увеличении забойки происходит рост зоны ослабленного действия взрыва. Причем объем этой зоны меньше при наклонных зарядах с неизменной величиной забойки. Известно, что с ростом длины заряда увеличиваются радиусы дробления. Это приводит к уменьшению кусковатости породы.

Известно, что себестоимость добываемого полезного ископаемого предопределяется, в первую очередь, качеством разрушения породного массива, снижением трудоемкости выполняемых работ и повышением

производительности труда. Все эти факторы зависят от технологии производства взрывных работ и степени использования приведенных выше методов управления качеством разрушения горной породы.

Список литературы:

1. Буровзрывные работы в народном хозяйстве/сб. Взрывное дело, 73/30, – М.: Недра, 1974, 256 с.

УДК 622.232.83:62–587.5

О ДИАГНОСТИКЕ РЕДУКТРА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА СМ–130К

А.А. Хорешок, А.В. Кудреватых, С.Г. Мухортиков
ГУ КузГТУ, ОАО «СУЭК–Кузбасс»

Продолжительная и надежная работа горных машин возможна только при условии систематического и качественного проведения мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Ремонт горного оборудования – одна из наиболее трудоемких операций на горных предприятиях, от которой зависит эффективность работы всего парка горной техники. Поэтому в практике горных работ серьезное внимание уделяется научной организации системы технического обслуживания и ремонта машин.

Значительная часть горнодобывающих предприятий, в том числе и ОАО «СУЭК–Кузбасс», используют планово–предупредительную систему обслуживания. Но в целях обеспечения стабильной работы горных машин и оборудования наиболее целесообразно перестраивать тактику технического обслуживания: от ремонта вышедшего из строя оборудования к недопущению выхода его из строя (отказа).

На этом и строится стратегия обслуживания горных машин и оборудования по фактическому техническому состоянию. Это обусловлено тем, что планово–предупредительные ремонты не учитывают индивидуальных особенностей работы горных машин и оборудования.

Стратегия обслуживания по фактическому техническому состоянию состоит в устранении отказов горных машин и оборудования, обнаруживаемых методами распознавания технического состояния с применением диагностических параметров. Техническая база профилактического обслуживания основана на том, что существует взаимосвязь между возможными техническими неисправностями агрегата и диагностическими параметрами, которые можно контролировать. Другими словами, большинство распознаваемых дефектов, которые могут возникать в агрегате, имеют определенные диагностические признаки и параметры, предупреждающие о том, что дефекты присутствуют, развиваются и могут привести к отказу.

Следовательно, проводя мониторинг различных параметров, характеризующих работу оборудования, можно вовремя обнаружить изменение его технического состояния и провести техническое обслуживание только тогда, когда возникает реальная возможность выхода его параметров за предельно допустимые пределы.

Для перехода с обслуживания и ремонта по регламенту на ремонт и обслуживание по фактическому состоянию необходима тщательная диагностика горных машин и оборудования, причем желательно обнаруживать все дефекты, влияющие на ресурс, задолго до отказа, чтобы подготовиться к ремонту. В данном случае с помощью средств технической диагностики проводят непрерывный контроль параметров состояния объекта. Прогнозирование выполняют при непрерывном контроле для определения времени, в течение которого сохранится работоспособное состояние объекта. Результаты диагностирования и контроля являются основой для принятия решения о необходимости ТО, времени его проведения и объеме, а также о времени проведения очередного контроля технического состояния.

Время безаварийной работы, время на которое произойдет отказ, время проведения ТО и время определения причины отказа зависят от конкретных условий эксплуатации горного оборудования (качество предыдущего ремонта, наличие запасных частей, квалификация работников, физико-механические свойства добываемого полезного ископаемого и др.).

В ОАО «СУЭК–Кузбасс» для проходки выработок используются проходческие комбайны СМ–130К. Они работают в условиях крайней нестабильности физико-механических свойств добываемого полезного ископаемого, что предъявляет повышенные требования к прочности его элементов. По результатам хронометражных наблюдений в условиях шахты «Полысаевская» ОАО «СУЭК–Кузбасс» было определено время простоев по причинам поломок узлов проходческого комбайна СМ–130К (Табл.1).

Таблица 1 – Распределение узлов комбайна СМ–130К по простоям [2]

Узел	Общее число отказов	Общее время простоев, ч	Среднее время простоя из-за одного отказа, ч
Магнитная станция	13	143	11,0
Гидроблок	2	74	37,0
Маслостанция	4	222	55,5
Перегружатель	4	443	110,8
Исполнительный орган	1	120	120,0
Конвейер	1	Н.д.	Н.д.
Система орошения	1	Н.д.	Н.д.

Из полученных данных видно, что наиболее длительное время простоя комбайна СМ–130К связано с устранением отказа исполнительного органа. Таким образом, интенсификацию его работы следует вести по пути повышения его надежности.

Исполнительный орган проходческого комбайна СМ–130К состоит из двух резцовых коронок 1, редуктора 2, фланца 3, электродвигателя 4, рамы 5 (Рис. 2).

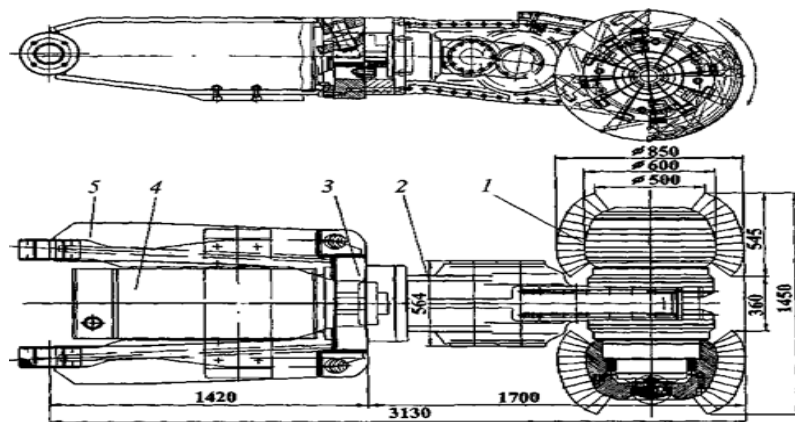


Рисунок 2 – Исполнительный орган проходческого комбайна СМ–130К

Значительная доля отказов рабочего органа проходческого комбайна СМ–130К происходит по причине износа редуктора. Редукторы исполнительных органов, как и сами органы, относятся к элементам комбайна, которые наиболее часто могут выходить из строя из-за возникновения экстремальных нагрузок (поломки) и вследствие передачи значительных длительно действующих усилий (износ).

Устранение данных непредвиденных отказов возможно при использовании обслуживания по фактическому техническому состоянию.

В качестве диагностических параметров целесообразно использовать температуру масла и вибрацию. Это обусловлено тем, что при эксплуатации проходческого комбайна СМ–130К происходит значительное повышение температуры редуктора, а, следовательно, и температуры масла в нем. Температура нагрева масла имеет огромное значение при эксплуатации редуктора, так как при повышенных температурах трансмиссионное масло теряет свои смазывающие свойства и быстро стареет. Вследствие этого происходит повышенный износ деталей редуктора, а в масло поступают продукты износа, вследствие чего увеличивается вязкость масла, что приводит к еще большему росту температуры. Следовательно, может возникнуть случайный отказ. Контролировать состояние редуктора, как трибологической системы в целом, становится возможным при установке датчика температуры масла. Благодаря его показаниям можно своевременно определить необходимость взятия проб масла для проведения его анализа. Наиболее распространенным методом анализа трансмиссионного масла, дающим хорошие результаты, в настоящее время является эмиссионный спектральный анализ.

В то же время, как показывают результаты исследований, при возникновении возможности повреждения повышается уровень вибрации. Для своевременного предупреждения отказа целесообразно установить первичные вибропреобразователи (датчики) абсолютной вибрации, данные которых позволят осуществлять периодический контроль за состоянием агрегата.

Таким образом, внедрение в ОАО «СУЭК–Кузбасс» обслуживания редукторов проходческих комбайнов СМ–130К по фактическому состоянию на основе мониторинга температуры и эмиссионного анализа масла, а также вибродиагностики позволит сократить незапланированные простои и, как следствие, повысится производительность труда.

Список литературы:

1. Квагинидзе, В С. Диагностика, техническое обслуживание и ремонт карьерного горно–транспортного оборудования в условиях низких температур // Дисс. на соиск. уч. степени докт. техн. наук. – Кемерово, 2003. – 313с.
2. Хорешок, А. А. Систематизация узлов проходческого комбайна СМ–130К по наработкам / А. А. Хорешок, В. В. Кузнецов, А. Ю. Борисов, Ю. В. Дрозденко, Е. В. Прейс, В. Е. Рябов // Горное оборудование и электромеханика. 2009. – № 3. – С. 11–14.

УДК 658.286

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ И КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ ДЛЯ МАШИН С РЕЛЬСОВОЙ ХОДОВОЙ ЧАСТЬЮ

А.О. Цацурин

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

Научный руководитель: С.В. Пешков, к.т.н., доцент

Расчет всех видов карьерного транспорта заключается в установлении сил, действующих на машину, и режимов ее движения, обосновании необходимой мощности, расхода энергии и производительности. Основное удельное сопротивление ω_0 , зависит от многих факторов и рассчитать его аналитически часто не представляется возможным, поэтому пользуются значениями, полученными экспериментально. С целью исследования коэффициента сопротивления движению и коэффициента сцепления для машин с рельсовой ходовой частью в Кузбасском государственном техническом университете был разработан и создан измерительный стенд. Внешний вид и схема стенда представлены на рис. 1.

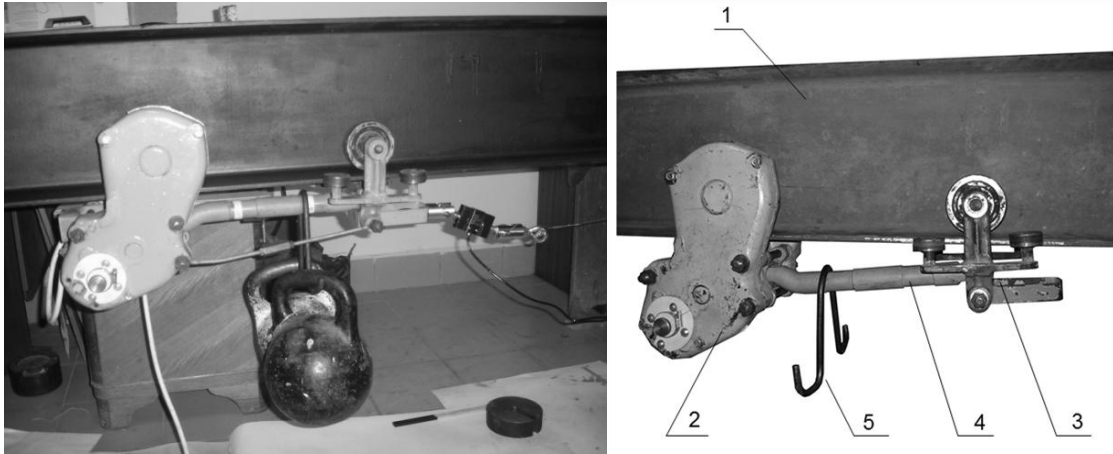


Рис.1. Экспериментальный стенд по исследованию коэффициента сопротивления движению и коэффициента сцепления приводных колес с рельсом: 1– участок профиля пути; 2– ходовая (приводная) тележка; 3– холостая тележка с центрирующей опорой; 4– грузонесущая траверса; 5– крюк нагрузки.

Исследование коэффициента сопротивления движению проводилось по следующей методике. В начале эксперимента ходовая тележка перемещалась в крайнее левое положение. С помощью подвижной шестерни привод и трансмиссия приводной тележки разобщались. Установив динамометр, к крюковой части холостой тележки, при помощи ручного механизма передвижения, тележка равномерно перемещалась. При этом по показанию динамометра определялась величина силы тяги, необходимая для ее перемещения (F). Опыт повторялся при подвешивании к тележке одного и двух добавочных грузов по 160 Н. В результате эксперимента была получена зависимость силы сопротивления перемещению от веса груза и тележки (рис. 2).

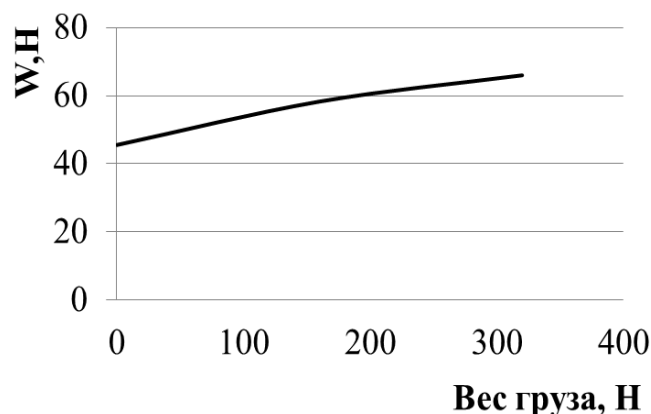


Рис. 2. Зависимость силы сопротивления движению от сцепного веса

Экспериментально измерив силу тяги F при равномерном движении тележки с грузом, коэффициент сопротивления движению определялся по

формуле $\omega = \frac{\sum W}{G_T + Q_0} = \frac{F}{G_T + Q_0}$. Полученный коэффициент сопротивления

движению учитывает все сопротивления при движении колес по рельсу.

Изменяя угол наклона измерительного стенда, были получены экспериментальные зависимости сил сопротивления движению тележки от угла наклона (рис.3).

При определении коэффициента сцепления к ходовой тележке подключался механизм передвижения. По фиксированному динамометру определялся момент срыва сцепления (буксования). Эксперимент был проведен при различном сцепном весе с разным значением коэффициента сцепной массы. Коэффициент сцепной массы изменялся путем перемещения грузового подвеса 5 по траверсе 4 (см. рис. 1). Результаты эксперимента представлены на рис. 4.

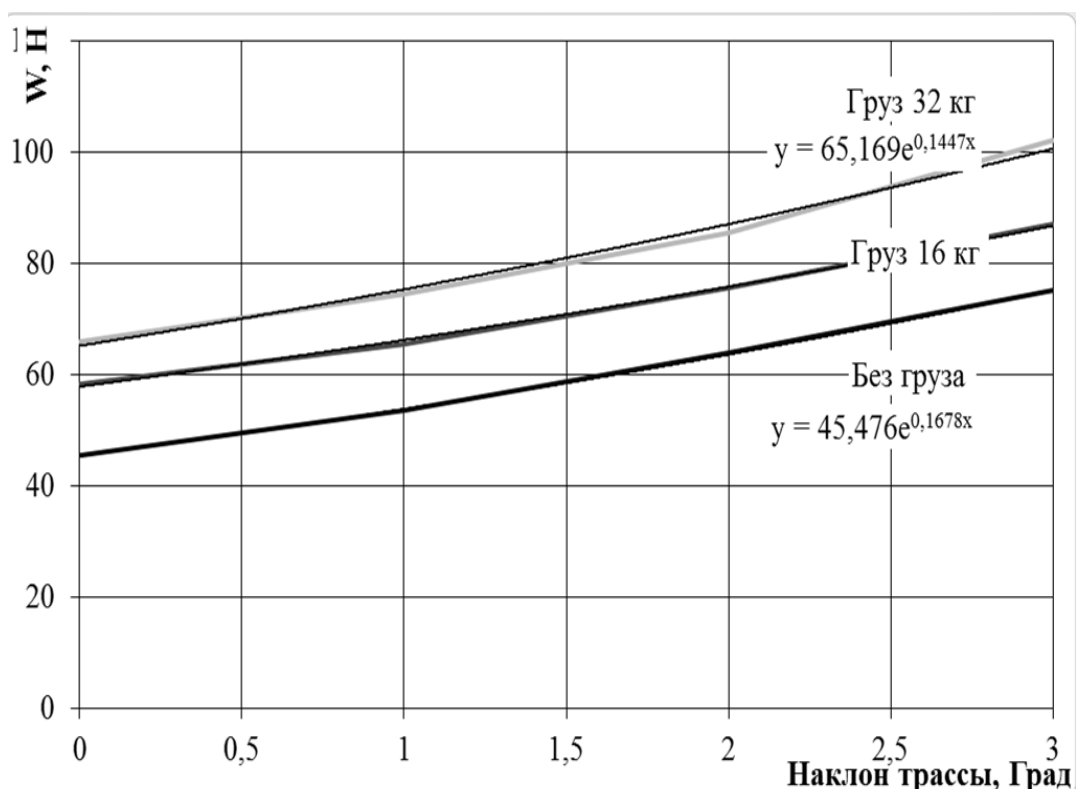


Рис. 3. Зависимость сил сопротивления движению тележки от угла наклона

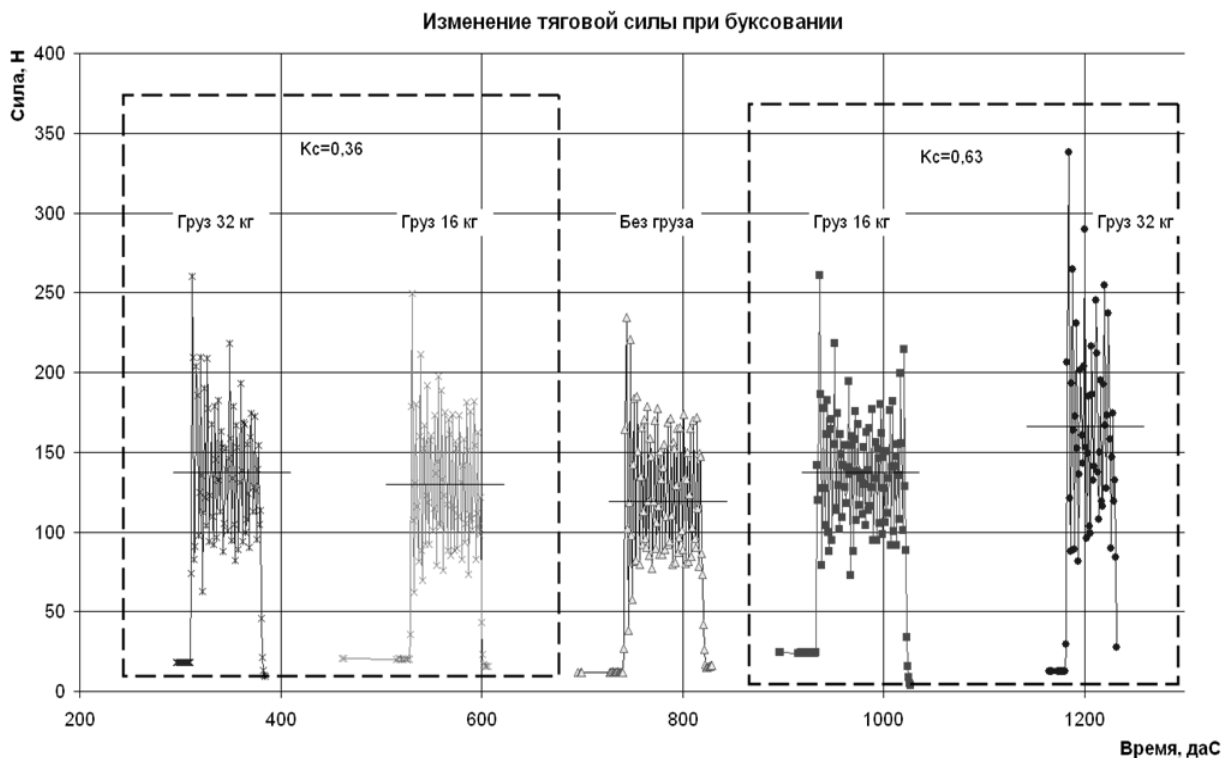


Рис. 4. Экспериментальные исследования коэффициента сцепления

Анализируя полученные результаты можно прийти к выводу о том, что значения коэффициента сцепления зависят от величины груза с учетом коэффициента сцепной массы, а их значения изменяются по экспоненциальной зависимости. Проведенные исследования позволяют экспериментально оценить коэффициент сопротивления движению и коэффициент сцепления для машин с рельсовой ходовой частью.

УДК 622

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПОРЯДКА РАЗРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

С.С. Чувиков, В.Л. Мартьянов

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

«Все месторождения Кузбасса, разрабатываемые открытым способом, представлены свитами пластов угля различного залегания и относятся к сложноструктурным. Геологическая сложность таких месторождений зависит от частоты чередования пластов угля и междупластий породы и интенсивности их нарушения тектоническими процессами.» [1].

Метод горно–геометрического анализа сложноструктурных угольных месторождений Кузбасса разработан на кафедре открытых горных работ КузГТУ. Анализ удобно и с достаточно вы-

сокой степенью достоверности проводится на основе средневзвешенных профилей характерных участков месторождений. Эти профили рассчитываются по средневзвешенным координатам характерных точек, описывающих особенности залегания и мощность пластов на характерных участках, а, если известны конечные контуры, то и границы открытой разработки по глубине и на дневной поверхности.

Месторождение разбивается, по простиранию угольных пластов и местоположению в плане, на ряд участков с близкими в геологическом разрезе особенностями залегания, например, синклиналь, антиклиналь, свита одноименных пластов с одноименными разрывами сплошности. По каждому такому участку, который в зависимости от сложности геологического строения месторождения и необходимой точности расчетов может включать от нескольких до нескольких десятков реальных геологических профилей, строится один средневзвешенный профиль. Средневзвешенный профиль отражает не только реальные объемы угля и вскрышных пород, но, что важно, все геологические особенности залегания свиты пластов. Каждый такой профиль включает одинаковое количество характерных точек на участке, для которого он строится.

Характерные точки описывают все особенности залегания свиты пластов участка (выхода под наносы, ондуляцию крыльев и замков складок, амплитуды разрывов сплошности, колебания мощности пластов по глубине и др.). При этом оси координат привязываются не к линейным размерам участка (глубине, горизонту, ширине). Они определяются особенностями геологии, например: выход почвы самого мощного пласта из свиты под наносы, мощность наносов в этой точке; глубина изменения падения оси синклинальной складки и др. Пересечение этих осей по горизонтали и вертикали в пространстве определяет нулевую точку декартовых координат на каждом реальном геологическом профиле. Следовательно, координатные оси различны для каждого выделенного характерного участка месторождения и являются плавающими внутри пространства каждого такого участка. Это делается с целью представления на средневзвешенном профиле реальной геометрии залегания свиты пластов. Координаты каждой характерной точки взвешиваются с помощью зон влияния каждого реального геологического профиля. Эти зоны определяются расстоянием до соседнего профиля или по сумме половины расстояний близлежащих:

$$X_{ii} = X_1 * L_1 + X_2 * L_2 + \dots + X_n * L_n / L_1 + L_2 + \dots + L_n \quad (1)$$

$$Y_{ii} = Y_1 * L_1 + Y_2 * L_2 + \dots + Y_n * L_n / L_1 + L_2 + \dots + L_n , \quad (2)$$

где X_{ii} и Y_{ii} – средневзвешенные координаты точки i , например; i – число профилей рассматриваемого участка; $L_{1,2,\dots,n}$ – зоны влияния (длина распространения характерной геометрии залегания пластов) профилей.

С помощью такого подхода достоверно передаются геологические особенности и объемы каждого характерного участка месторождения. Значительно уменьшается количество профилей для дальнейшего анализа.

Расчет направления или порядка развития горных работ ведется с помощью контурного или текущего коэффициентов вскрыши, находятся границы открытой разработки по глубине и на дневной поверхности для каждого характерного участка:

- при равенстве контурного или текущего и граничного коэффициентов вскрыши;
- при равенстве среднего контурного или текущего и граничного коэффициентов для перспективных этапов разработки.

Критериями обоснования порядка разработки или режима горных работ в установленных контурах карьера являются минимум контурного или текущего коэффициента вскрыши. Главными ограничениями при обосновании, как направления, так и порядка разработки, являются заданный объем добычи угля на определенный период времени (например, год) и возможный темп углубки горных работ по условию заезда транспорта на ограниченном участке карьерного поля или скорость подвигания рабочего борта карьера. Практика горно-геометрического анализа большинства сложноструктурных угольных месторождений Северного и Центрального Кузбасса показывает, что последовательность или порядок выемки объемов угля и вскрыши по обоим критериям не меняется, различны лишь объемы вскрыши по периодам. Следовательно, изменяя угол наклона борта карьера в пределах от рабочего до временно погашенного, можно производить календарное перераспределение объемов вскрыши в пространстве карьера и обосновать наиболее рациональное.

Основное направление развития горных работ должно следовать минимуму текущего коэффициента вскрыши, что гарантирует ритмичность добычи по годам отработки и требуемые переходящие запасы полезного ископаемого в процессе производства горных работ. Направление развития горных работ определяет порядок отработки карьера в пространстве. Особенно важно правильно рассчитать порядок производства вскрышных и добычных работ при разработке сложноструктурных угольных месторождений Кузбасса со свитовым залеганием пликативно и дизъюнктивно нарушенных пластов различной мощности. Такой порядок отработки карьерного поля в этих условиях определяет переменные затухание и интенсификацию горных работ, т.е. переменную концентрацию горных работ в пространстве карьера и отдельных его горных участков. В тоже время отработка карьеров производится в течение длительного времени с фиксацией выполняемых объемов в календарные периоды различной длительности.

Если календарные объемы вскрышных работ неравномерны, то их можно выровнять за счет, например, значительного планомерного увеличения (против необходимого) объемов вскрыши в начальный период экс-

плуатации (опережения вскрышных работ) или планомерного снижения за счет отнесения части вскрыши к последующим годам работы путем временной консервации горных работ на части верхних уступов (регулируемого отставания вскрышных работ). Для опережения вскрышных работ необходимо в начальный период эксплуатации вводить дополнительное оборудование, увеличить штаты рабочих и произвести связанные с этим капитальные затраты. В тоже время основное горное оборудование имеет длительный срок амортизации в 8–12 лет и, если карьер имеет короткий срок службы, соотносимый со сроком амортизации, то выравнивание календарных объемов вскрышных работ способствует устойчивой экономической деятельности предприятия, равномерному и лучшему использованию оборудования и штатов трудящихся, избавляет от необходимости резко их увеличивать или снижать в отдельные периоды эксплуатации. При длительном сроке окупаемости, включающем несколько циклов амортизации основного оборудования, более благоприятным является наращивание календарных объемов вскрыши от цикла к циклу. Это обуславливает значительную разновременность и наращивание капитальных вложений, благоприятное изменение во времени текущих затрат по следующим причинам:

1. Повышение вскрышных объемов в начальный период планирования горных работ затрудняет процесс развития предприятия, ведет к фактическому удорожанию работ, затрудняет выполнение запланированных объемов добычи.

2. Перенос части объемов вскрыши на более поздние периоды эксплуатации карьера ускоряет выполнение запланированной программы добычи полезного ископаемого, причем с меньшими затратами. В этот период карьер будет высококорентабельным, а получаемая им значительная прибыль может быть направлена на дальнейшее ускоренное развитие производства. Следовательно, нарастание календарных объемов вскрыши соответствует условиям расширенного воспроизводства, позволяет оперативно использовать и постепенно наращивать материальные ценности и живой труд без ущерба заданной производственной мощности карьера по добыче.

3. При ежегодном росте производительности труда и оборудования выполнение дополнительных календарных объемов вскрышных работ, не в ближайший к началу планирования, а в последующие периоды, позволит выполнить их с большей эффективностью.

Таким образом, при сроке существования карьера сопоставимым со сроком амортизации основного оборудования следует планировать примерно равномерное календарное распределение объемов вскрыши. При сроке эксплуатации, соответствующем нескольким циклам амортизации следует планировать нарастающее, ступенчатое календарное распределение объемов вскрыши. При этом продолжительность каждой ступени

должна быть равной сроку амортизации основного оборудования или несколько меньше, а объемы работ равны годовой производительности применяемого комплекса оборудования.

Порядок производства горных работ должен обеспечить выполнение задания по добыче и стабильность работы предприятия в течение рассматриваемого периода.

Основными задачами обоснования порядка разработки являются:

1. Определение объемов добычи по годам.
3. Корректировка от достигнутого положения ранее намеченных при долгосрочном перспективном планировании контуров развития горных работ по годам.
4. Расчет объемов горной массы и вскрыши, текущих коэффициентов вскрыши.
5. Обоснование развития схемы вскрытия.
6. Расчет объемов горно–капитальных и горно–строительных работ.
7. Обоснование необходимого объема капитальных вложений на строительство вскрывающих выработок и приобретение нового горнотранспортного оборудования и периодов их вложения.
8. Планирование производительности труда, себестоимости, прибыли, рентабельности и других показателей.

Основой расчета является планирование положений горных работ в их развитии с определением объемов добычи и вскрыши по годам.

Общий порядок расчета следующий:

1. Основным показателем, относительно которого планируются все остальные работы, при транспортной технологии является, как правило, план–задание по добыче товарного угля или потребность в данной марке и сорте угля определенного качества.

2. Прежде чем распределять план–задание по добыче производится анализ исходного уровня запасов, т.е. оценивается наличие подготовленных и готовых к выемке запасов на каждом горном участке карьера. Подсчет их ведут на основании пополненных на начало планового периода планов и профилей карьера.

3. План–задание для экскаваторов и нагрузка на драглайн распределяются равномерно в соответствии с Едиными нормами расчета производительности экскаваторов с учетом их износа и поправочных коэффициентов температурных зон:

$$P_{факт} = P_{ср.м} * K , \quad (3)$$

где K – поправочный коэффициент температурной зоны. Для Кузбасса, например, за год 11,39.

4. В зависимости от технологии горных работ, с учетом особенностей залегания пластов геологической службой разреза устанавливается

норматив эксплуатационных потерь и разубоживания по каждому пласту, горизонту, горному участку и в целом по предприятию. На основании этих нормативов производится перерасчет плана товарной добычи на балансовые запасы, по формуле

$$Дб = Дт \cdot 100 - P / 100 - P , \quad (4)$$

где Дб и Дт – соответственно годовой план добычи в балансовых запасах и товарной продукции, тыс.т; P и П – разубоживание и эксплуатационные потери угля, %.

5. Планируется опережающее развитие вскрышных работ для обеспечения норматива подготовленных (Зп на 1 месяц) и готовых к выемке запасов (Зг на 0,5 месяца) на конец планируемого периода. Таким образом, обеспеченность карьера запасами на плановый период определяется по формуле

$$З = Дб + Зп + Зг, \quad (5)$$

$$Зп = Дт / 12 * Т_{пн} , \quad (6)$$

$$Зг = Дт / 12 * Т_{нг}, \quad (7)$$

где Т_{пн} и Т_{нг} – соответственно нормативы подготовленных и готовых к выемке запасов, мес.

В зависимости от основного показателя, относительно которого планируются все остальные работы, распределение объемов в пространстве карьера и расчет количества добычи и вскрыши на рассматриваемый период ведется по минимуму текущего коэффициента вскрыши.

Список литературы:

1. Ненашев, А.С. Технология ведения горных работ на разрезах при разработке сложноструктурных месторождений / А.С. Ненашев, В.Г. Проноза, В.С. Федотенко // Кузбассвуиздат. – Кемерово, 2010. – 247 с.

УДК 621.01

КЛАССИФИКАЦИЯ МНОГОПОВОДКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКИ

А.Х. Шамутдинов
ОмГТУ

Многоповодковые механизмы стержневого типа, в частности механизмы на базе платформы Стюарта [1], успешно применяются в техноло-

гических машинах, в частности в металлорежущих станках и робототехнике. В работах [2], [3], [4] были рассмотрены многоповодковые механизмы, у которых поводки располагались симметрично в пространстве. А именно, предполагалось, что у симметричных, относительно вертикальной плоскости (оси) структур, длины поводков имеют одинаковую длину. Кроме того, в плоскости симметрии должны располагаться не более двух поводков (не более четырёх кинематических пар). Такие структуры представлены в таблице 1.

Таблица 1

С																				
e_i	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e_1	e_1	e_1	e_1	e_1	e_1	e_1	e_1	e_1	e_1	e_2
$V_{n,i}^m$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$V_{n,i}^0$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$V_{n,i}^1$	1	1	1	3	1	2	3	3	3	3	5	5	1	2	3	6	6	6	6	6
$V_{n,i}^2$		1	1	3	3	4	4	6	6	6	10	10	4	4	9	15	15	15	15	15
$V_{n,i}^3$			1	1	1	2	3	6	6	6	10	10	4	6	10	20	20	20	20	20
$V_{n,i}^4$					1	1	1	3	3	3	5	5	4	4	9	15	15	15	15	15
$V_{n,i}^5$								1	1	1	1	1	1	2	3	6	6	6	6	6
$V_{n,i}^6$													1	1	1	1	1	1	1	1
$K_{n,i}$	2	3	4	8	7	10	12	20	20	20	32	32	16	20	36	64	64	64	64	64

Здесь: $V_{n,i}^m$ – количество вариантов механизмов i -ой группы, в зависимости от числа приводов m и числа поводков n ,

$K_{n,i}$ – общее количество вариантов механизмов, составленных из i -ой структуры, имеющей n -поводков.

Если рассматривать структуры в общем виде, т.е. у которых поводки будут иметь разную длину, то таблица 1 преобразуется в таблицу 2. Другими словами, количество структур в таблице 1 представляют собой частный случай количества структур, представленных в таблице 2. Из табл. 2 видно, что общее количество механизмов, которые можно «синтезировать» из элементарных структур, можно представить:

$$K_{1,i} = 2^1, K_{2,i} = 2^2, K_{3,i} = 2^3, K_{4,i} = 2^4, K_{5,i} = 2^5, K_{6,i} = 2^6$$

В общем виде это можно представить формулой:

$$K_{n,i} = \sum_{m=0}^n C_n^m = 2^n, \quad (1)$$

где C_n^m – это число m -сочетаний из n элементов.

Таблица 2

C																				
e_i	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6	e_7	e_8	e_9	e_{10}	e_{11}	e_{12}	e_{13}	e_{14}	e_{15}	e_{16}	e_{17}	e_{18}	e_{19}	e_{20}
$V_{n,i}^0$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$V_{n,i}^1$	1	2	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6
$V_{n,i}^2$		1	3	3	6	6	6	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15
$V_{n,i}^3$			1	1	4	4	4	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20	20	20
$V_{n,i}^4$					1	1	1	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15	15	15
$V_{n,i}^5$								1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	6	6	6
$V_{n,i}^6$													1	1	1	1	1	1	1	1
$K_{n,i}$	2	4	8	8	16	16	16	32	32	32	32	32	64	64	64	64	64	64	64	64

Если учитывать, что структура с $m=0$ – это всё-таки не механизм, а ферма, то формула (1) преобразуется в следующую:

$$K_{n,i} = \sum_{m=1}^n C_n^m = 2^n - 1 \quad (1)$$

Для табл.2 также можно записать:

$$V_{1,i}^0 = C_1^0, V_{1,i}^1 = C_1^1$$

$$V_{2,i}^0 = C_2^0, V_{2,i}^1 = C_2^1, V_{2,i}^2 = C_2^2$$

и т.д.

В общем виде можно записать: $V_{n,i}^m = C_n^m \quad (2)$

Известно, что динамические свойства механизма определяются его кинематическими параметрами. Анализируя данные таблицы 2 можно сделать вывод, что кинематика и динамика механизма параллельной структуры в основном определяется геометрией самой структуры, т.е. числом, линейными размерами и взаимным расположением, друг относительно друга, звеньев данной структуры (расположение кинематических пар).

Степень совершенства данных структур будем оценивать параметром S_i , который условно назовём – коэффициент симметричности i -ой группы:

$$S_i = \frac{K_{n,i} - 2}{K_{n,i} - 1}, \quad (3)$$

где $(K_{n,i})_1$ и $(K_{n,i})_2$ – это количество структур механизмов i -ой группы, соответственно в табл.1 и табл.2. Для наглядности выпишем значения S_i в табл.3:

Таблица 3

C																				
e_i	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6	e_7	e_8	e_9	e_{10}	e_{11}	e_{12}	e_{13}	e_{14}	e_{15}	e_{16}	e_{17}	e_{18}	e_{19}	e_{20}
S_i	1	$\frac{4}{3}$	2	1	$\frac{16}{7}$	1,6	$\frac{4}{3}$	1,6	1,6	1,6	1	1	4	3,2	$\frac{16}{9}$	1	1	1	1	1

По возрастанию коэффициента симметричности табл.3 перепишем в табл.4:

Таблица 4

C																				
e_i	e_1	e_4	e_{11}	e_{12}	e_{16}	e_{17}	e_{18}	e_{19}	e_{20}	e_2	e_7	e_6	e_8	e_9	e_{10}	e_{15}	e_3	e_5	e_{14}	e_{13}
S_i	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,33	1,33	1,6	1,6	1,6	1,6	1,78	2	2,29	3,2	4

Из табл.4 видно, что $S_{\min}=S_1=S_4=S_{11}=S_{12}=S_{16}=S_{17}=S_{18}=S_{19}=S_{20}=1$ и $S_{\max}=S_{13}=4$, т.е. в общем случае параметр S_i находится в пределах: $1 \leq S_i \leq 4$. Выделяя из табл.4 только шестиповодковые механизмы выделим цепь:

$$e_{15} \rightarrow e_{14} \rightarrow e_{13} \text{ или } S_{15} \ 1,8 \rightarrow S_{14} \ 3,2 \rightarrow S_{13} \ 4 \quad (4)$$

Анализируя цепь (5) не трудно заметить, что наиболее симметричной является группа e_{14} , которая по симметричности ($S_{14}=3,2$) не уступает группе $e_{13}(S_{13}=4)$. Симметричность структуры группы, а, следовательно, и механизма в целом – является важной предпосылкой жёсткости конструкции механизма. Другими словами жёсткость механизма – прямо пропорциональна коэффициенту симметричности. Примером этого является наиболее известная группа e_{13} , известная как механизм или платформа Стюарта.

Симметричность и жёсткость группы e_{14} , как и платформы Стюарта, объясняется геометрией расположения поводков структуры (рис.2)

Во-первых, имеются три V-образных звена, которые одной ветвью «сходятся» в одной точке (на самом деле – это условно, т.к. каждый поводок имеет свою кинематическую пару), что повышает устойчивость конструкции;

Во-вторых, разнесённые между собой через угол в 120° они, с точки зрения устойчивости, представляют собой очень жёсткую конструкцию.

В-третьих, при статическом и динамическом расчёте, достаточно провести исследование только одной V-образной ветви, что значительно упростит расчёты.

Представленная на рис.2 структура является разновидностью платформы Стюарта, однако она обладает своими кинематическими и динамическими свойствами, что позволяет говорить о самостоятельной структуре механизма, отличной от механизма Стюарта.

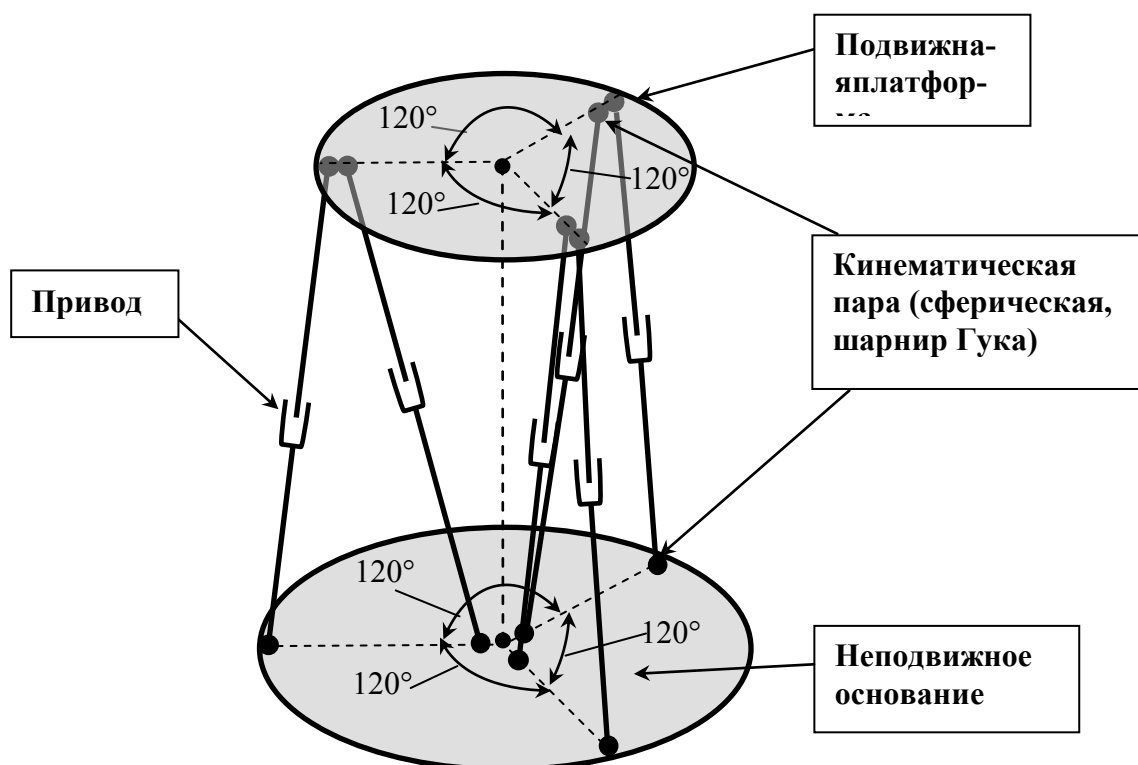


Рис.2. Кинематическая схема структуры e_{14} ($n=6$, $m=6$)

Выводы:

- 1) Составлена общая классификационная таблица многоповодковых механизмов (табл.2);
- 2) Найдены математические зависимости для определения общего числа вариантов многоповодковых механизмов, в зависимости от числа приводов и общего числа поводков ((1) – (2));
- 3) Предложен новый параметр – степень совершенства многоповодковых механизмов – коэффициент симметричности, анализ которого позволяет заранее говорить о жесткости механизма (3);
- 4) Для дальнейшего исследования предложена структура (e_{14}) шестиповодкового механизма близкая, по кинематическим, динамическим и жёсткостным свойствам, платформе Стюарта (рис.2).

Список литературы:

1. Манипуляционные системы роботов // Под. ред. Д.т.н. А.И. Корендяева. – М., 1989.
2. Гаврилов В.А., Кольцов А.Г., Шамутдинов А.Х. Классификация механизмов для технологических машин с параллельной кинематикой. СТИН. 2005. №9.
3. Шамутдинов А.Х. Анализ и определение общего числа элементарных структур многоповодковых механизмов для технологических машин с параллельной кинематикой. Сб. научных трудов. Актуальные проблемы развития техники и экономики в условиях крайнего севера. Омск.2007.
4. Шамутдинов А.Х. Определение количества вариантов многоповодковых механизмов параллельной структуры методом комбинаторики. Сб. научных статей. V Всероссийская зимняя школа–семинар аспирантов и молодых ученых (с международным участием) «Актуальные проблемы науки и техники». УГАТУ.2010.

СЕКЦИЯ «ИННОВАЦИИ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ»

Подсекция 2. «Геология и экология»

УДК 504.06

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГО–ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ООО «БЕЛГОС»

Н.И. Бордушко
ГУ КузГТУ

Научный руководитель: В.Г. Михайлов, к.т.н., доцент

В настоящее время всё большую актуальность приобретает проблема защиты окружающей среды, в том числе водных источников, для чего разрабатываются эффективные схемы очистки сточных вод. Особенно ярко такая ситуация стала проявляться в последние двадцать лет, когда экологические проблемы начали приобретать характер глобального экологического кризиса.

Рост водопотребления в бытовых и промышленных целях, сопровождается сбросом в открытые водоемы сточных вод, в результате чего чистая вода становится дефицитным сырьем.

Очистка рек, озер и водохранилищ осложняется тем, что в сточных водах увеличивается количество трудно биохимически окисляемых и вредных веществ, таких как синтетические моющие средства и другие продукты органического синтеза. Проблема очистки сточных вод многих отраслей промышленности до концентраций специфических загрязнений, безвредных для водоемов, еще не решена. Поэтому эффективная очистка промышленных и городских сточных вод для сохранения чистоты источников водоснабжения является одной из первоочередных водохозяйственных задач [1].

Эффективность работы производства оценивается его результативностью по соотношению между итогами производства и затратами. Оценивая результативность хозяйственной деятельности в области природопользования, существенно выяснить интегральный эколого–экономического эффект и его отдельные составляющие.

Рассмотренные проблемы в полной мере актуальны для предприятия ООО «Беловские городские очистные сооружения» (ООО «БелГОС»), которое является монополистом в данной сфере в г. Белово. Основным видом деятельности предприятия является сбор и очистка сточной воды от населения, предприятий и организаций центральной части г. Белово, поселков Инской, Колмогоры, микрорайона «Ивушка».

Для повышения эколого–экономической эффективности ООО «БелГОС» могут быть предложены следующие меры:

- Почти все предприятия применяют хлор для обеззараживания и обесцвечивания воды. Хлораторные – постоянный источник техногенного загрязнения, это опасные промышленные объекты, хлор дорог и малодоступен, работа с ним опасна для персонала. *Аналогичный дезинфицирующий, дезодорирующий и обесцвечивающий эффект имеет анолит – раствор хлористых солей после электролиза, отличающийся дешевизной, доступностью, малой степенью токсичности и опасности.* При соблюдении определенных регламентов, он саморазрушается в окружающей среде [2].

- Эффективность очистки стоков от аммония зависит не от температуры воды и воздуха, а от кислотности среды. Чем больше рН среды, тем эффективнее очистка от аммонийного азота. *Учитывая это обстоятельство, можно предложить перед подачей в аэротенк, в аэрируемой емкости – усреднителе регулировать рН подачей извести или щелочи до $pH = 8,50 \pm 0,05$.* В результате, при отдувке рН уменьшится, а избыток аммонийного азота будет удален с целью обеспечения благоприятной среды для роста активного ила. Таким образом, эффективность очистных сооружений и стабильность эффекта очистки увеличится [3].

- Сбор и захоронение или уничтожение илового осадка сопряжены с огромными затратами, что представляет значительную угрозу для окружающей среды. *В то же время иловые осадки представляют собой огромный и практически не используемый ресурс, который при правильном подходе может быть с успехом задействован.*

В результате можно сделать вывод, что предложенные мероприятия могут повысить эколого–экономическую эффективность ООО «БелГОС», обеспечивая благоприятную экологическую ситуацию в г. Белово и Беловском районе.

Список литературы:

1. <http://www.ecolog-alfa>
2. <http://www.wood-pellets.com>
3. Новиков О.Н. О модернизации биологических очистных сооружений <http://www.ecolog-alfa.kalg.ru/page9.html>

УДК 613.62

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БОЛЕЕ ТОЧНЫХ ДИАГНОЗОВ БОЛЕЗНЕЙ И ЗАБОЛЕВАНИЙ БОЛЬНЫХ РАБОТАЮЩИХ ИЛИ РАБОТАВШИХ В ПРОИЗВОДСТВЕ

А.Н. Жуков

Филиал ТГАСУ в г. Ленинск – Кузнецком

Известно, что не менее трети диагнозов в России ставятся медицинскими работниками не правильно¹. По оценке средств массовой информа-

¹ Наджаров А. Не менее трети диагнозов в России ставятся не правильно// Аптечка Еламеда 2010– №10

ции только в городе Ленинск–Кузнецком здоровых людей работающих в бюджетной сфере составляет 5%, т.е., 95 % больные, значит, вероятно, у 30 % больных диагноз поставлен неверно [4,с.148–154].

За постановку неправильного диагноза медицинские работники не несут ответственности, более того зачастую они прячутся за русской поговоркой «не ошибается тот, кто ничего не делает» и порой добавляют, а за ошибки не судят.

Главный пульмонолог страны академик А.Г. Чучалин в журнале «Сам себе адвокат» 2008 год № 6 в статье «Как заставить врачей платить за их ошибки» говорит о том, что такое врачебная ошибка. По оценке экспертов, от медицинских ошибок в нашей стране гибнет 200–300 тыс. жителей в год. В этой же статье дается описание этих ошибок:

- Диагностические – связанные с неверной постановкой диагноза или не полным обследованием больного;
- лечебные;
- организационные.

Для более точного установления диагнозов болезни человека работающего или работавшего в производстве рекомендуется обратиться в учреждения Роспотребнадзора с просьбой выдать «справку» о характере биологического (от слова биология, жизнь – учение, изучает все формы живых организмов– от вирусов до человека, их строение, функции, развитие²) действия вредных веществ в которых работает или работал больной.

Из практики, со слов работников Ленинск–Кузнецкого Роспотребнадзора, никто никогда не обращался за таким документом, от того, что больные не знают, что учреждения Роспотребнадзора обязаны выдавать такие справки, согласно документации, которыми они руководствуются (Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса.– Кемерово– 2008г. 2.2. гигиена труда, приложение №1 стр.44), которые будут способствовать пациенту установить более точный диагноз, а разъяснительную работу на эту тему медицинские работники не проводят.

Более того на моем примере. Я обратился в Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, в ее территориальный отдел, Управление Роспотребнадзора по Кемеровской области в г. Ленинск–Кузнецком, которые обязаны знать и выполнять закон «О защите прав потребителей», с просьбой выдать мне такую справку «О характере биологического действия вредных веществ» 26.01.2011 вх. №111. Лишь 02.03. 2011 г. мне дали ответ по почте, где в

Щипачева Е. Предварительные итоги дополнительной диспансеризации работников бюджетной сферы.// Ассорти– 2007– № №9

² О.А. Лукашевич «Словарь справочник»– Томск, 2008

содержании письма нет никакого характера биологического действия вредных веществ, в которых я работал, будучи молодым угольщиком, нет расчета при одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ.

При повторном обращении работники Ленинск–Кузнецкого Роспотребнадзора, мотивируя своей занятостью, неохотно дали свое согласие, что их ответ, это отписка, и что нужно разработать действительно «Справку» вышеназванную, т.е. не знают пока, как ее делать. Но я считаю, стоит подождать, пусть проконсультируются в своей выше стоящей инстанции и научатся разрабатывать важные для установления более точного диагноза пациентам документы. Работа это новая и очень нужная.

Консультации, разъяснения пациенты могут получить в учреждениях Роспотребнадзора или в филиале Томского государственного архитектурно–строительного университета (ТГАСУ) в г. Ленинске–Кузнецком.

Рекомендации пациентам:

1. Представить в Роспотребнадзор результаты аттестации своего рабочего места или санитарно–гигиеническую характеристику (СГХ) условий труда установленной формы, где есть все исходные данные для разработки «Справки».
2. Написать заявление на начальника Территориального отдела Роспотребнадзора города с просьбой выдать справку о характере биологического действия вредных веществ, в которых большой работал или работала.
3. Получить справку и представить ее лечащему врачу и ему будет легче определить и поставить верный диагноз.

Список литературы:

1. Наджаров А.А. «Не менее трети диагнозов в РФ ставятся не правильно». Газета «Аптечка Еламеда» №10 (28)2010 г.
2. «Предварительные итоги дополнительной диспансеризации работников бюджетной сферы» газета «Ассорти» заметка и.о. заведующей поликлиникой №1 г. Ленинска–Кузнецкого,
3. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса, Кемерово 2006г, 2.2. Гигиена труда. Приложение №1 стр. 44
4. Чучалин А.Г. «Как заставить врачей платить за их ошибки?» журнал «Сам себе адвокат» №6, 20008 г. Стр. 148–154

**К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЕМА–ОХЛАДИТЕЛЯ БЕЛОВСКОЙ ГРЭС
В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ, РЫБОВОДНЫХ
И РЕКРЕАЦИОННЫХ ЦЕЛЯХ**

Л.И. Законнова, С.В. Белов, Л.Н. Котова
Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

Известные антропогенные экологические кризисы: аридизации, редуцентов, консументов, как правило, не сопровождались катастрофическими экологическими последствиями, чему способствовали первая и вторая сельскохозяйственные и научно–техническая революции. Современный кризис редуцентов, как результат нерационального использования достижений научно–технической революции, сопровождающийся внедрением в окружающую среду громадного количества ксенобиотиков, угрожает катастрофическими последствиями биосферного масштаба. В связи с этим прогнозирование последствий и построение моделей рационального использования как глобальной, так и локальных экосистем как никогда актуальны.

Особенно интересны в этом плане искусственно созданные экосистемы: урбабиогенноценозы, агроценозы, гидроэкосистемы энергетических предприятий и т.д.

Настоящая работа посвящена выявлению источников загрязнения технологического водоема охладителя Беловской ГРЭС с целью последующей разработки экологичной модели эксплуатации его в технологических, рыбоводных и рекреационных целях.

Проблема водоема–охладителя Беловской ГРЭС в последние годы занимает профессионалов из разных областей знания: от гидробиологов и технологов до специалистов социально–культурной сферы.

Водоем–охладитель Беловской ГРЭС («Беловское море») создан для технологических нужд предприятия, которое работает по оборотной системе водоснабжения, путем зарегулирования стока реки Иня, в 1964 году. Проектная площадь водохранилища – 1300 га, в настоящее время – 1430 га, объем воды составляет $47,9 \times 10^6$ куб.м.

В первые годы эксплуатации антропогенная нагрузка на водоем была, в основном, обусловлена технологическими сбросами Беловской ГРЭС.

В последующие годы функции водоема расширились и в настоящий момент можно выделить три основные группы загрязнителей:

1. Технологические. Обусловлены работой Беловской ГРЭС, угольными предприятиями и сельхозугодьями:

- Выбросы Беловской ГРЭС: тепло, нефтепродукты, щелочь при чистке котлов, использование химических реагентов.

- Сбросы в реку Иня и ее притоки подземных вод разрезами Пермьяковский. Задубровский, Виноградовский, Караканский, Евтинский: соединения тяжелых металлов, фенолы. Не исключены сбросы подземных вод на рельефы.

- Сливы органики с полей поселков Менчереп, Коротково, Поморцево.

В первом и втором случае эффективной мерой снижения загрязнения может стать внедрение современных методов очистки сточных вод.

2. **Рыбоводные.** Рыбоводная нагрузка на водоем обусловлена как свободно живущими в водоеме представителями ихтиофауны, так и объектами рыборазведения.

В водохранилище обитают 17 туводных и 7 интродуцированных видов рыб, вселенных за время существования водохранилища: сазан (каarp), белый амур, белый толстолобик, пестрый толстолобик (и их гибриды), канальный сом, черный и большеротый буффало. Все вышеперечисленные виды рыб попали в водохранилище из рыбоводческого хозяйства.

Отмечены единичные случаи вылова экзотических рыб, попадающих в водоем в результате несанкционированного зарыбления аквариумистами-любителями.

Беловское тепловодное рыбное хозяйство создано в 1979 г. В первые годы рыбхоз функционировал как нагульный для выращивания преимущественно товарного карпа из прудовых сеголетков Скарюпинского рыбхоза Кемеровской области. В 1982 проведен опыт заводского получения собственного посадочного материала от производителей беспородного карпа, выращенных в производственных условиях рыбхоза. С этого времени хозяйство функционирует как полносистемное. В настоящее время ООО «Беловское рыбное хозяйство» специализируется на разведении и выращивании карпа, белого и пестрого толстолобика, белого амура, канального сомика. Из привозного посадочного материала выращивают товарного осетра, бестера, форель. Рыбопосадочный материал поступает из Краснодарского края, Московской, Ростовской областей, Хакасии. Беловское рыбное хозяйство следует признать благополучным в эпидемиологическом отношении. Благодаря неукоснительному соблюдению санитарно-эпидемиологических норм и своевременным профилактическим мероприятиям за весь период работы на рыбхозе не было зарегистрировано ни одного случая заболевания рыб вирусными заболеваниями. Основные загрязнения – фекалии рыб, непереваренные остатки рыбных комбикормов приводящие к заиливанию дна в акватории рыбхоза. Меры снижения загрязнения: использование качественных кормов с низкими кормовыми коэффициентами.

3. **Жилищно-коммунальные и рекреационные.** По информации портала "Отдых в Кузбассе" [3] Сейчас вокруг Беловского моря много пионерских лагерей для детей и студентов (детский лагерь "Дельфин", детский лагерь "Радуга" и т.д.), пансионатов, баз отдыха, а так же дач. Ежегодно

сюда съезжается большое количество отдыхающих не только из окрестных районов, но и со всей области.

На берегу водохранилища расположен пгт. Инской, очистные сооружения которого расположены вблизи водоохраной зоны. В районе подъездных путей Беловской ГРЭС более 10 лет существует свалка твердых бытовых отходов, через которую в водоем стекают талые и дождевые воды [2]. Меры снижения загрязнения: устранения свалок ТБО в акватории водохранилища, внедрение современных технологий очистки бытовых сточных вод.

Таким образом, в результате высокой антропогенной нагрузки произошла эвтрофикация водоема, который изначально относили к водоемам олиготрофного типа с незначительной тенденцией к мезотрофному [4]. Существенно увеличилась биомасса фито- и зоопланктона, высшей водной растительности и в связи с этим возникла опасность, что детрит, оседая на конденсаторных трубах ГРЭС, снизит степень охлаждения воды [4]. Кроме того, дальнейшее ухудшение качества воды может привести к потере поселком Инской 50% объема питьевой воды [1].

Можно выделить основные источники загрязнения Беловского водохранилища:

1. Выбросы Беловской ГРЭС: нефтепродукты, щелочные выбросы при очистке котлов, использование химических реагентов.
2. Сбросы технологических вод угольными предприятиями.
3. Сливы органики с полей поселков Менчереп, Коротково, Поморцево.
4. Очистные сооружения поселка Инской.
5. Рекреационные мероприятия.

Существует два подхода к проблеме снижения эвтрофикации водоема: технологический и экологический. Технологический подход не учитывает интересы сложившегося сообщества организмов, поэтому среди технологов до сих пор есть мнение, что с эвтрофированием водоема целесообразнее всего бороться при помощи гербицидов, в частности, солей Cu^{2+} .

Вместе с тем, по данным Валентина Александровича Смирнова и соавторов, индекс видового разнообразия Беловского водохранилища достигает 3,2–3,5, при максимально возможном значении – 6, гидробиоценоз представлен 418 организмами [4]. Все данные свидетельствует о том, что в водоеме сложилась экосистема мезотрофно–эвтрофного типа. В данном случае применение гербицидов может привести к гибели многих видов гидробионтов и деградации водоема. Поэтому борьбу с дальнейшим эвтрофированием водоема следует вести мягкими экологическими методами, среди которых – использование для борьбы с планктоном и высшей водной растительностью растительоядных рыб – толстолобика и белого амура.

Экологический подход к решению проблемы принимает во внимание тот факт, что за время существования пруда–охладителя в нем сформиро-

валось сообщество организмов, а сам водоем стал частью экосистемы Беловского района и зоной отдыха горожан.

Список литературы:

1. Багаутдинова А.Б., Законнова Л.И., Григашкина С.И. Теорема Коуза и стратегия борьбы с загрязнением Беловского водохранилища // Наука и образование: Сборник трудов студентов и молодых ученых: В 2 ч. / Беловский институт (филиал) государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». – Белово: Беловский полиграфист, 2007.– Ч. 1. – С. 414–422.
2. Долгун И.А., Пуряев Р.А., Смирнов Д.Ю. Проблема загрязнения территории п. Инской (опыт экологического фоторепортажа) Наука и образование: Сборник трудов студентов и молодых ученых: В 2 ч. / Беловский институт (филиал) государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». – Белово: Беловский полиграфист, 2009.– Ч. 2. – С. 234–237.
3. Портал "Отдых в Кузбассе" http://www.relax-live.ru/viewpage.php?page_id=78
4. Смирнов В.А. Комплексная оценка состояния гидроэкосистемы водоема-охладителя Беловской ГРЭС через 32 года эксплуатации и разработка рекомендаций по предотвращению негативных последствий.– Отчет о НИР. – Новосибирск, 1996. – 203 с.

УДК 613

АЛЛЕРГИЯ? НУ И ЧТО?!

И. Коптелов

МНОУ лицей № 22 города Белово

Руководитель: И.А. Коптелова

В последние годы все чаще и чаще приходится слышать слово «*аллергия*». Это происходит потому, что число людей, страдающих ею, продолжает увеличиваться год от года, особенно среди детей различных возрастов, что некоторые специалисты говорят об аллергии как эпидемии 21 века. Последние десятилетия характеризуются ростом распространенности аллергических заболеваний, которые поражают до 35% населения в различных странах мира ³.

Аллергия ⁴ – повышенная или извращенная чувствительность организма к какому-либо аллергену — веществу, вызывающему аллергию. Реакция на аллерген может протекать в виде немедленного или замедленного

³ allergiki.ru

⁴ Большая детская энциклопедия Кирилла и Мефодия, 2005г.

типа. Аллергены могут проникать в организм через дыхательные пути, органы пищеварения, через кожу и слизистые оболочки, через кровь (в случае аллергии на вакцины, например).

Впервые странную реакцию некоторых людей на съеденные апельсины или кусок сыра обнаружил древнегреческий врач Гиппократ. За ним римский врач Гален сообщил о насморке, возникшем от запаха цветка. В 1819 году английский военный врач Джон Босток сделал официальное сообщение в Лондонском медико–хирургическом обществе о «случае периодического поражения глаз и груди», изложив при этом историю собственной болезни, которую сам назвал «сенной лихорадкой», отметив сезонность болезни и ее связь с сеном. В 1906 году австрийский педиатр Клеменс фон Перке (1874–1929) впервые ввел термин «аллергия» (от греческого «allos» — измененное состояние и «ergon» — реакция), для обозначения необычной реакции организма на воздействие различных факторов внешней среды⁵.

При аллергии повышается утомляемость, усиливается раздражительность, снижается иммунитет. Аллергия является болезнью равных возможностей: она может появиться у любого человека, независимо от возраста, пола или социально–экономических различий. В детском возрасте аллергия развивается с большей вероятностью, чем во взрослом. Она может возникнуть неожиданно и так же неожиданно пройти.

Поиск аллергена, ответственного за развитие аллергического заболевания, является одной из основных задач аллергологического обследования. Его проводит специалист – врач **аллерголог – иммунолог**.

Самым знаменитым аллергиком был французский полководец и император Наполеон. От аллергии мучились: немецкий композитор Людвиг Ван Бетховен и итальянский композитор Антонио Вивальди, английский писатель Чарльз Диккенс, президенты США Джон Кеннеди и Теодор Рузвельт и многие другие знаменитости. Но это не мешало им быть знаменитыми и великими.

Решением Всемирной Организации по Аллергии и Всемирной организации по иммунопатологии был провозглашен **Всемирный день борьбы с аллергией** (8 июля).

При исследовании аллергической ситуации в лицее были получены следующие данные, приведенные медицинским работником лицея:

Таблица 1

Аллергические заболевания среди учащихся МНОУ лицея № 22 города Белово

Аллергическое заболевание	Класс (кол–во болеющих)											Учителя и работники лицея
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Поллиноз	–	–	1	–	–	1	1	–	–	–	–	4

⁵ allergiki.ru

Бронхиальная астма	–	–	–	1	1	1	–	–	2	–	–	–
Дерматит	–	–	–	1	1	–	–	1	1	–	–	6
Лекарственная аллергия	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
Аллергический ринит	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2

Вывод: в результате обработки полученных данных оказалось, что среди учащихся с 1 по 11 класс наиболее встречаемым аллергически заболеванием является бронхиальная астма – 5 учащихся. На втором месте по распространенности стоит дерматит – 4 учащихся. На третьем месте поллиноз – 3 учащихся. Среди 52 опрошенных учителей и работников лица наиболее встречаемыми аллергическими заболеваниями являются дерматит – 6 человек и лекарственная аллергия – 5 человек. Дерматит возникает на различные аллергены: химические вещества, металл, растения.

Среди учащихся начального (3–й класс), среднего (5–й класс) и старшего звена (11–й класс) было проведено **анкетирование по теме «Аллергия»**.

Результаты анкетирования:

На 1 вопрос – знаете ли Вы что такое «аллергия», ответили «да» – 85% учащихся 3–х классов, 100% учащихся 5–х и 11–х классов.

На 2 вопрос – назовите причины возникновения аллергии, учащиеся приводили следующие ответы:

- Это когда организм безвредное вещество принимает за вредное.
- Наследственность.
- Загрязнение окружающей среды.
- Это раздражение организма на определенные вещества, например на еду, лекарства, пыль, пыльцу растений, и т.д.
- Слабый иммунитет.
- Различные болезни.

А 48% учащихся 3–х классов, 44% учащихся 5–х классов, 37% учащихся 11–х классов не смогли дать ответ на этот вопрос. Можно сделать вывод, что опрошенные учащиеся понимают, что такое «аллергия», но многие затрудняются назвать причины её возникновения.

На 3 вопрос – какие из перечисленных аллергических заболеваний вам знакомы, выяснили, что у обучающихся 3–х классов на 1 месте пищевая аллергия, на 2 месте лекарственная аллергия и бронхиальная астма, на 3 месте бытовая аллергия, дальше идут аллергический ринит и конъюнктивит, и не знают ни одного из перечисленных аллергических заболеваний – 23 % учащихся.

У обучающихся 5–х классов на 1 месте пищевая аллергия и бронхиальная астма, на 2 месте лекарственная аллергия, на 3 месте бытовая ал-

лергия, дальше идут конъюнктивит, инсектная аллергия, латексная аллергия, аллергический ринит и дерматит.

У обучающихся 11-х классов на 1 месте лекарственная аллергия, на 2 месте пищевая и бытовая аллергия, на 3 месте бронхиальная астма и конъюнктивит, дальше идут дерматит, аллергический ринит, инсектная аллергия, поллиноз и латексная аллергия.

Можно сделать вывод, что учащиеся мало знакомы с такими видами аллергии как поллиноз, дерматит, аллергический ринит, латексная и инсектная аллергия. А, может быть, они встречались с такими видами аллергии, но не знают их названия.

На 4 вопрос – есть ли у Вас какое-либо аллергическое заболевание, выяснили, что среди опрошенных учеников 3-х классов оказалось 25% учащихся, у которых есть аллергическое заболевание (пищевая аллергия, дерматит, бронхиальная астма, поллиноз).

Среди опрошенных учеников 5-х классов оказалось 26% учащихся, у которых есть аллергическое заболевание (пищевая аллергия, лекарственная аллергия, бронхиальная астма, поллиноз).

Среди опрошенных учеников 11-х классов оказалось 33% учащихся, у которых есть аллергическое заболевание (пищевая аллергия, лекарственная аллергия, поллиноз, конъюнктивит, аллергический ринит).

На 5 вопрос – болеют ли какими-либо аллергическими заболеваниями ваши родственники, выяснили, что среди опрошенных учеников 3-х классов оказалось 10% учащихся, у родственников которых есть аллергическое заболевание (пищевая аллергия, дерматит, бытовая аллергия, поллиноз).

Среди опрошенных учеников 5-х классов оказалось 18% учащихся, у родственников которых есть аллергическое заболевание (пищевая аллергия, дерматит, поллиноз).

Среди опрошенных учеников 11-х классов оказалось 33% учащихся, у родственников которых есть аллергическое заболевание (пищевая аллергия, аллергический ринит, бытовая аллергия).

На 6 вопрос – какие лекарственные препараты для лечения аллергии вы знаете, выяснили, что среди учеников 3-х классов только 8% обучающихся знают препараты для лечения аллергии, среди учеников 5-х классов – 6%, среди учеников 11-х классов – 26%.

Таким образом, можно сделать вывод, что опрошенные учащиеся 3-х, 5-х и 11-х классов лица знакомы с проблемой аллергических заболеваний, но не в полной мере, а с некоторыми вопросами не знакомы совсем.

В результате исследования было выявлено, что по данным обследования 4% лицеистов 3-х, 5-х и 11-х классов имеют аллергические заболевания, а по данным опроса – 28%. Данные не совпадают. Это ещё раз доказывает то, что число людей, страдающих аллергией, продолжает увеличиваться год от года, особенно среди детей различных возрастов, но не всегда люди обращают внимание на аллергические проявления, редко обращаются к врачам.

Измерение степени проходимости бронхов (пиковая скорость выдоха – ПСВ),

предназначенное для оценки дыхательной функции

Пикфлоуметр⁶ – индивидуальный измерительный прибор, который показывает степень проходимости бронхов и измеряет пиковую скорость выдоха (ПСВ), предназначенный для оценки дыхательной функции,

Пикфлоу – максимальная объёмная скорость выдоха (литры в минуту).

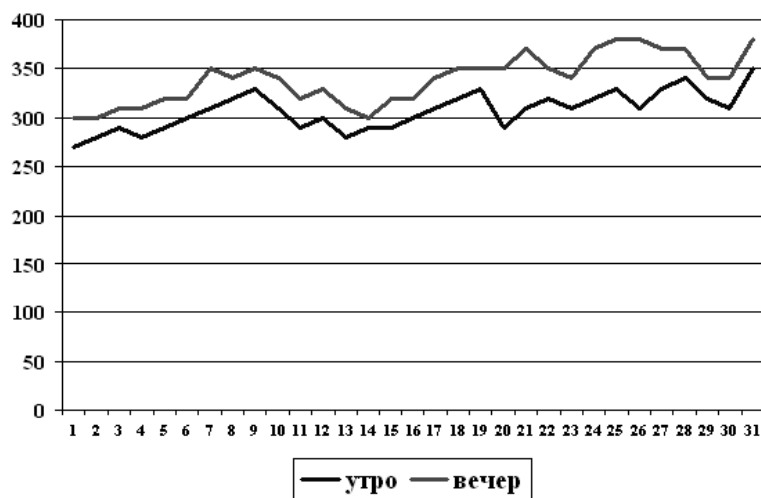
Я болею бронхиальной астмой и имею аллергическую реакцию на различные аллергены. Для оценки своей дыхательной функции я проводил измерения в течение января и февраля 2011 года и вел дневник самонаблюдения. Измерения проводились ежедневно утром, сразу после сна, до приема бронхорасширяющих средств, вечером, перед сном, через 15 мин после приема бронхорасширяющих средств. Обычно ПСВ утром меньше, чем ПСВ вечером. В норме суточные колебания ПСВ около 15%.



Цветовые зоны

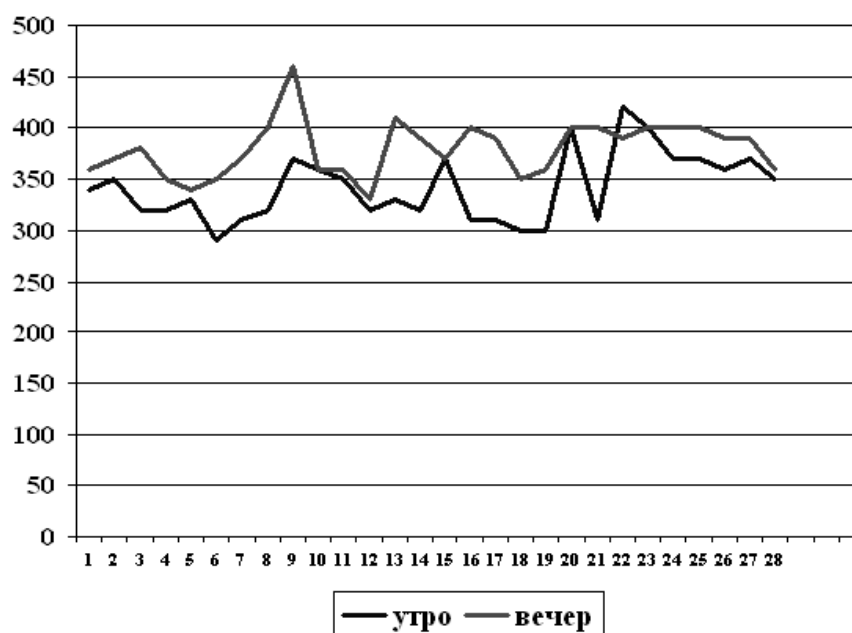
- **ЗЕЛЕНАЯ** – 100% – 80 % (Все в порядке, получаете только то лекарство, что назначил врач);
- **ЖЕЛТАЯ** – 80 % – 60 % (Внимание! Необходимо начать прием сальбутамола по 1–2 дозы 4 раза в день);
- **КРАСНАЯ** – МЕНЕЕ 60 % (ЭТО ПРИСТУП! Начните прием сальбутамола: по 1–2 дозы 3–екратно в течение часа через каждые 20 минут).

Максимальная объёмная скорость выдоха (литры в минуту)
в январе 2011 года



⁶ Ларькина С.Н. Астма школа для родителей. Буклет. «Медицинский центр «Ваш доктор» г. Кемерово, 2006г.

Максимальная объёмная скорость выдоха (литры в минуту)
в феврале 2011 года



Вывод: в начале января показатель пиковой скорости выдоха утром находился в жёлтой зоне, так как в декабре я принимал назначенный врачом – аллергологом противовоспалительный стероидный препарат симбикорт, а с января назначен был нестероидный препарат тайлед, который я начал принимать только с 6 января. Суточные колебания ПСВ в дальнейшем находились в норме. Значит, назначенное лечение положительно влияет на моё здоровье.

К сожалению, в настоящее время практически невозможно вылечить от аллергии полностью. Но значительно облегчить себе жизнь аллергик **МОЖЕТ** и **ДОЛЖЕН!** Для этого необходимо соблюдать следующие правила:

- Отказаться от употребления ряда продуктов.
- Выполнять все правила элиминационной терапии.
- Заниматься спортом и вести активный образ жизни.
- Помните, что стрессы способствуют снижению иммунной системы, а значит, при стрессах возрастает риск проявления аллергической реакции.
- Своевременно обращаться к врачу и выполнять все его рекомендации. Вовремя поставленный диагноз, правильно назначенное лечение позволят предупредить приступы аллергии, предотвратить тяжелое течение заболевания и улучшить качество жизни аллергиков.

Список литературы:

1. Большая детская энциклопедия Кирилла и Мефодия, 2005г.

2. Ларькина С.Н. Астма школа для родителей. Буклет. «Медицинский центр «Ваш доктор» г. Кемерово, 2006г.
3. allergiki.ru

УДК 574.38

«РАК ЗЕМЛИ?» ОПЫТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ УЧЕНИКА ПЯТОГО КЛАССА

А.В. Косов, И.Н. Майорова

МНОУ лицей № 22

Научный консультант: Законнова Л.И., к.б.н.

Вы, наверное, видели не раз на полях и придорожных лугах появление кочек. Эти образования не характерны для нашей местности и появились в последнее десятилетие. Что это за кочки? Почему они появились? Люди говорят, что это «Рак Земли», посланный человечеству за непочтительное отношение к Земле, которая нас кормит.

Наблюдая на полях эти непонятные кочки, мы решили выяснить их происхождение. Мы заметили, что кочки появляются только в тех местах, где весной сжигают траву. Там же, где трава не выгорает ежегодно, поле и луг остаются ровными. На основе данного наблюдения были сформулированы цель и задачи исследования.

Цель – Исследование причин и механизмов появления кочек на полях в результате ежегодного сжигания травяного покрова.

Задачи:

1. Провести исследование кочек на полях.
2. Определить причины появления кочек на полях в результате ежегодного сжигания травяного покрова.
3. Выявить механизмы появления кочек на полях в результате ежегодного сжигания травяного покрова.
4. Выработать рекомендации по борьбе с появлением кочек на полях в результате ежегодного сжигания травяного покрова.

Гипотеза – Вследствие ежегодных пожаров, на полях происходит гибель естественных растений и животных, которое влечет за собой поселение новых видов, которые являются причиной образования кочек.

Для исследования был выбран участок луга у дороги на сады к западу от поселка Бачатский. Величина исследуемого участка составила 200 м² (20 м × 10 м). На данном участке при подсчете оказалось 23 кочки. Расположение кочек на участке было неравномерное, расстояние между ними от 30–40 см до нескольких метров. Кочки имели форму неправильных конусов с довольно крутыми склонами, и пучком травы на вершине. Их высота варьировала от 25 см до 40 см.

Исследование мы проводили осенью, в конце сентября. Температура воздуха на улице в период исследования была около 0° С. Исследование самих кочек мы начали с измерения температуры внутри кочки, которая оказалась равна + 5° С.

С помощью лопатки, мы вскрыли кочку и обнаружили внутри муравейник. В верхней части кочки находились хорошо различимые лабиринты ходов насекомых. В основании кочки мы обнаружили пустые оболочки от яиц. На первый взгляд, муравейник казался пустым, но приглядевшись, мы увидели нескольких муравьев небольшого размера.

Для установления видовой принадлежности обнаруженных муравьев, мы поместили несколько экземпляров в пенициллиновые флаконы и плотно закрыли их пробками. Таким же образом мы обследовали еще четыре кочки, в результате чего собрали по несколько муравьев из каждой. Чтобы муравьи не высохли, и поддавались определению, мы их заспиртовали в пенициллиновых флаконах.

Определение муравьев, отобранных нами в «кочках» – муравейниках оказалось очень сложным и трудоемким делом. Во-первых, чтобы провести определение нам пришлось провести фотосъемку муравьев при достаточно большом увеличении (в 20 раз), так как хорошо рассмотреть особей при помощи штативной лупы у нас не получилось, ведь их размеры составляли 6–7,5 мм в длину, а максимальное увеличение лупы в 10 раз.



Во-вторых, у нас не было опыта работы с определителями, тем более по определению насекомых. С помощью интернет мы нашли несколько

определителей муравьев. Напечатав фотографии, мы принялись за определение и вот что у нас получилось.

Все муравьи относятся к семейству FORMICIDAE – МУРАВЬИ. На основании следующих признаков, а именно:

- стебелек брюшка состоит из одного членика,
- брюшко не имеет перетяжек, жала нет, оно редуцировано,
- клоакальное отверстие на конце брюшка вытянуто в маленькую трубочку, которая окружена венчиком из волосков,
- глаза хорошо заметны,
- членики усиков слегка увеличиваются к вершине, но на конце их булавы (расширения) не образуется,
- брюшко состоит из 5 сегментов,

мы установили принадлежность наших муравьев к подсемейству **FORMICINAE**.

При дальнейшем определении на основании того, что наши особи имеют усики 12-членные, гладкие жвалы (челюсти), остро серповидной формы, без зазубренного края, черную окраску тела, а данными признаками обладает только 1 вид, мы предположили, что это **Муравей амазонка (Polyergus Latr)**. Этот вид относится к полукочевым, что и объясняет их появление в короткие сроки на наших полях. Длина тела совпадает с нашими особями (5,5 – 10 мм). Они строят временные земляные муравейники, держат в гнездах в качестве «рабов» мелкие виды Formica, и обитают в лесостепи и степи.



К сожалению, более точно определить видовую принадлежность найденных нами муравьев не представляется возможным, так как в нашем распоряжении оказалось несколько рабочих особей. Для более детального определения же нужно иметь представителей всех групп муравьев данного вида: рабочих, самцов и самок; собрать коллекцию особей данного вида, правильно их засушить и подготовить к определению. Кроме этого, мы можем предположить, что разновидность муравьев, обнаруженная нами в кочках – муравейниках может относиться к видам – эндемикам Кемеровской области, так как по ряду признаков наблюдается не полное совпадение с предполагаемым видом Муравей амазонка (*Polyergus Latr.*).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного нами исследования кочек на полях, появляющихся в местах сжигания травы, мы выяснили, что кочки – это земляные муравейники муравьев, предположительно вида **Муравей амазонка (*Polyergus Latr.*)**, которые ведут полукочевой образ жизни. Эти муравьи гнездятся в почве, строят высокие холмики (30–40 см) с округлой вершиной. Время от времени они совершают передвижения с места на место, осваивая новые территории. Они строят подземные ходы, норы, камеры, выбрасывая частички почвы на поверхность. Земляные кочки–холмики, которые образуются в результате этого строительства, занимают большие пространства на полях и лугах, что препятствует нормальному сенокосу. Эти муравьи ведут скрытый образ жизни, перемещаются по подземным ходам и лабиринтам, и практически не показываются на поверхности. Именно поэтому люди не понимают, что эти кочки – муравейники, отсюда и возник миф о «Раке Земли», подогреваемый разговорами о конце света.

Другая важная особенность распространения этого вида муравьев связана с появлением их в местах ежегодного выгорания травы. Во время пожара происходит выгорание не только наземной части растительного покрова, но и гибель животных, обитающих на данной территории, в том числе насекомых. Согласно экологическому закону обязательного заполнения свободных экологических ниш, в местах гибели растений и животных во время пожаров, после пожара происходит восстановление утраченного природного сообщества. Таким образом, свободные места заселяются новыми видами растений и животных, которые последовательно сменяют друг друга со временем. Это явление можно назвать **пирогенной сукцессией**. В нашем же случае, поля и луга, на которых появляются кочки, ежегодно подвергаются действию огня. Именно поэтому и формируется пирогенная сукцессия, т.е. измененное, нарушенное сообщество, одним из видов–переселенцев в котором и являются обнаруженные нами полукочевые формы муравьев.

В качестве рекомендаций мы предлагаем следующие мероприятия:

1. Прекратить выжигать траву на полях и дать возможность восстановиться естественному природному сообществу. Когда природное со-

общество восстановится, то пришлые виды будут вытеснены видами–аборигенами.

2. Пустить луга и поля, занятые кочками–муравейниками кочевых видов под распашку, во время которой произойдет разорение надземных и подземных строение и ходов муравейников, что может повлечь за собой гибель этих насекомых.

Список литературы:

1. Интернет–ресурс: F:\2004–21, Школа, муравьи и компания.htm (LASIUS@narod.ru)
2. Плавильщиков Н.Н. Определитель насекомых: Краткий определитель наиболее распространенных насекомых европейской части России. М.: Топикал. 1994. – 544 с.
3. Ердаков Л.Н., Чубыкина Н.Л. Экология. Учебное пособие для 10–11 классов. – Новосибирск: Книжица, 1996., 232 с.
4. Пономарева И.Н. Общая экология: учебное пособие для студентов педагогических вузов / И.Н.Пономарева, В.П. Соломин, О.А.Корнилова; под общ. редакцией профессора И.Н.Пономаревой. – М.: Мой учебник, 2005.– 462 с.

УДК 504/ 76.01

ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ И ЭКОЛОГИИ В КУЗБАССЕ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ: ТЕНДЕНЦИИ, ВЛИЯНИЕ КРИЗИСА

А.В. Мухачёва

КемГУ

Научный руководитель: Е.А. Морозова, докт. экон. наук, проф.

Охрана здоровья и окружающей среды являются важной составляющей качества жизни населения, во многом определяя другие ее характеристики. Показатели развития системы здравоохранения и экологической защиты имеют непосредственную зависимость от уровня экономического развития региона, а потому наряду с прочими составляющими качества жизни населения ощутили существенное снижение в кризисный период. Однако скорость реакции большинства показателей, характеризующих состояние и развитие указанных сфер, может иметь некоторую задержку реакции на кризисные явления ввиду специфики данной сферы экономики и того, что график финансирования здравоохранения и защиты экологии формируются на долгосрочную перспективу.

Число медицинских учреждений и их кадровая обеспеченность. В 2009 году не зарегистрировано существенного изменения в тенденциях изменения численности медицинских учреждений: за период 2005–2008 гг. наблюдается устойчивая тенденция к постепенному снижению числа больничных учреждений (на 6% до 129 в 2009 г.), амбулаторно–

поликлинических учреждений (почти в два раза до 290 в 2009 г.), а также больничных коек в них (на 12% до 91 на 10 000 человек в 2009 г.). [1, с. 111]

По числу больничных коек Кемеровская область значительно к 2009 году вышла на средний по стране уровень. Мощность амбулаторно–клинических учреждений Кемеровской области на протяжении последних пяти лет колеблется на уровне ниже среднероссийского (250 посещений в смену на 10 000 человек против 257 посещений) [2].

Отсутствие существенных изменений в кризисный период наблюдается и в обеспеченности медицинских учреждений кадрами: численность врачей остается практически неизменной в течение пяти лет (47,4 на 10 000 человек в 2009 году), численность среднего медицинского персонала имеет тенденцию к постепенному снижению (на 1,5% за пять лет до 105,7 на 10 000 человек в 2009 г.). Значения аналогичных показателей по России в среднем выше: в 2009 году на 10 000 человек населения приходилось 50,1 врачей и 106,9 человек среднего медицинского персонала.

Структура врачей по специальностям также остается относительно постоянной: в 2009 году в Кемеровской области в наибольшем количестве наблюдались терапевты (2947 чел.), педиатры (1345 чел.), хирурги (1140 чел.), стоматологи (988 чел.), акушеры–гинекологи (775 чел.). Число больничных коек в медучреждениях распределяется по профилю в схожей пропорции. Среди среднего медицинского персонала в 2009 году преобладают фельдшеры (3842 чел.), медсестры (2058 чел), лабораторные техники (1694 чел.). Примечательно, что число медсестер в 2009 год сократилось в 10 раз по сравнению с уровнем 2008 г. [1, с. 111–113].

Заболеваемость населения и ее структура. Динамика заболеваемости населения Кемеровской области, характеризующаяся тенденцией к медленному росту на протяжении последних пяти лет, демонстрирует резкое увеличение в 2009 году – на 11% к уровню 2008 года до 914,9 на 10 000 человек. При этом общие ее значения по региону значительно превышают российский уровень (в среднем на 6–7%) [1,2].

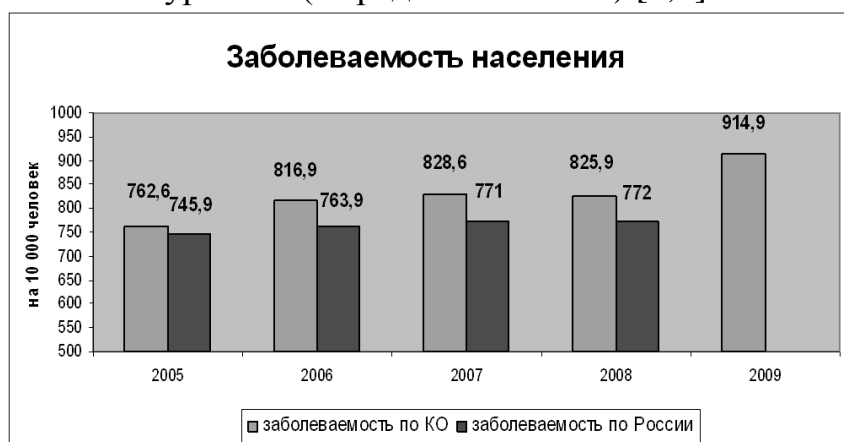


Рис. 1. Заболеваемость населения по Кемеровской области и России

В структуре заболеваемости стабильно на протяжении периода 2005–2009г. в наибольшей степени представлены болезни органов дыхания (334,4 больных на 10 000 чел. в 2009г.), травмы отравления и некоторые другие воздействия внешних причин (127,5 больных на 10 000 чел. в 2009 г.), болезни кожи и подкожной клетчатки, костно–мышечной системы и соединительной ткани, мочеполовой системы (по 50–52 больных на 10 000 чел. в 2009 г.), болезни глаза и придаточного нерва, системы кровообращения (по 41–42 больных на 10 000 населения в 2009 г.), а также некоторых инфекционных и паразитарных болезней (39 случаев болезни на 10 000 чел. в 2009 г.) [1, с. 114].

Заболеваемость социально значимыми болезнями. Численности больных венерическими заболеваниями с впервые установленным диагнозом в Кемеровской области в полтора–два раза превышает значение аналогичных показателей по России, что указывает на крайне неудовлетворительное развитие здравоохранения в данном направлении: в 2008 году в регионе зарегистрировано 98,3 больных гонореей на 10 000 чел. (по России – 56,4), а также 108,2 больных сифилисом (по России – 59,9). Если число первых постепенно снижается (на 40% за пять лет), то число больных сифилисом остается неизменным [1, с. 116].

Схожую ситуацию, к сожалению, можно разглядеть при анализе заболеваемости в Кемеровской области ВИЧ–инфекцией: число зарегистрированных больных за пять лет увеличилось в два раза (до 510 случаев болезни на 100 000 человек), при этом наблюдается полуторо–двукратное превышение заболеваемости рассматриваемым смертельным недугом в регионе по отношению к среднероссийскому уровню.

В Кемеровской области постепенно снижается численность больных алкоголизмом (на 23% за пять лет), наркоманией и токсикоманией (на 12,5% за пять лет). При этом больных алкоголизмом в регионе существенно меньше, чем по стране (в 2008 году 1236 случаев на 100 000 человек против 1468 по России), а граждан, страдающих наркоманией и токсикоманией – в два раза больше (503 случая против 251 на 100 000 человек в 2008 году). Одна из основных причин указанных явлений – высокой уровень урбанизации региона.

Заболеваемость расстройствами психики и поведения в Кемеровской области ежегодно идет на спад: снижение числа граждан, состоящих в лечебно–профилактических учреждениях, за пять лет составило 11% (до 1329 граждан на 100 000 человек). В среднем по России численность обратившихся за помощью специализированные учреждения в связи с расстройствами психики и поведения превышает уровень Кемеровской области (301,8 против 254,4 в 2008 году на 100 000 чел.) [1, с. 115–117, 2].

Численность инвалидов. С каждым годом в Кемеровской области сокращается число лиц, впервые признанных инвалидами, что, безусловно, является положительной тенденцией в развитии регионального здраво-

охранения: снижение показателя за период 2006–2008 гг. составило 23%. Однако среднее число инвалидов по России до сих пор составляет существенно меньшую величину (в 2008 году 83,5 против 139,5 на 10 000 человек). Данные 2009 года по данному показателю, к сожалению, отсутствуют, что не позволяет сделать вывод о влиянии на него кризиса [1, с. 117].

Экологическая обстановка. Объем текущих затрат в действовавших ценах, выделяемых региональными органами власти на охрану окружающей среды, в 2009 кризисном году впервые за пять лет существенно снизился к уровню предыдущего года (на 17% до 5 млрд. руб.). Исключение составили только мероприятия по охране и использованию водных ресурсов.



Рис. 2. Текущие затраты на охрану окружающей среды

В 2009 году согласно плану была продолжена реализация мероприятий по охране окружающей среды: были введены в действие сооружения по очистке сточных вод, способных перерабатывать 19,8 куб. м. воды в сутки, а также установки по улавливанию и обезвреживанию вредных веществ из отходящих газов, мощностью 1,2 тыс. кв. м. газа в час.

Не претерпела изменений под воздействием кризиса структура выбросов в атмосферу по муниципальным образованиям: по-прежнему в лидерах оставались Новокузнецкий (4013,5 кг выбросов на жителя), Беловский (1942,4 кг на жителя), Ленинск–Кузнецкий (1198,5 кг на жителя) муниципальные районы. В Кемеровском муниципальном районе на одного жителя приходится 410,8 кг выбросов в атмосферу.

Положительным следствием возникшего финансового кризиса явилось снижение впервые за пять лет большинства показателей, характеризующих воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду и

природные ресурсы: забор воды из природных объектов снизился на 1,2%, сброс загрязненных сточных вод на поверхностные водные объекты – на 5%, выбросы в атмосферу от стационарных источников – на 6,3%, отходов производства и потребления – на 8%.

Несколько увеличились масштабы нарушения земель (на 1,1%). Продолжилось увеличение отходов от хозяйственной деятельности: на конец 2009 года их величина возросла на 9,3% к уровню 2008 года. Также в 2009 году на 2% снизилась площадь зеленых насаждений в пределах города, имеющая тенденцию к росту в благополучный период развития экономики [3, с. 222].

Таким образом, в период кризиса показатели деятельности медицинских учреждений не претерпели существенных изменений, однако значительно увеличилась общая заболеваемость населения Кемеровской области. Также в кризисный период региональные органы власти впервые за пять лет снизили объем финансирования мероприятий, направленный на экологическую безопасность, однако при этом наблюдается сокращение показателей воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду в результате снижения активности промышленных предприятий.

Как показывает опыт десятилетий статистического анализа в России и Кемеровской области в частности ни один экономический кризис не проходит без того, чтобы оставить «следы» в статистическом срезе объективно измеряемого качества жизни населения. Современный финансовый кризис безусловно не является исключением, однако сфера охраны здоровья и экологической обстановки наряду с демографическими показателями воспринимает последствия кризиса с некоторым временным лагом. Как видно на пример из анализа динамики показателей загрязнения окружающей среды эти последствия не всегда носят негативный характер.

Список литературы:

1. Кузбасс, 2010: Стат.сб./ Кемеровостат. – Кемерово, 2010 – 284 с.;
2. Регионы России. Социально–экономические показатели. 2010: Стат. сб. / Росстат. – М., 2010 – 996 с.;
3. Социальное положение и уровень жизни населения Кемеровской области. 2010: Стат.сб./ Кемеровостат – Кемерово, 2010 – с. 224.

УДК 553.94/96 (571.17)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УГЛЕЙ БЕЛОВСКОГО РАЙОНА

М.С. Новиков, А.А. Возная

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово
ГУ КузГТУ

Беловский административный район расположен в центральной части Кемеровской области, занимая площадь 3,1 тысяч км². В районе имеется

48 населённых пунктов, главный из которых административный центр город Белово с населением 73 990 человек.

Географически район размещён в степной и лесостепной зонах Кузнецкой котловины и лишь с запада примыкает горно–лесная зона отрогов Салаирского кряжа. Главная водная артерия р. Иня с многочисленными притоками Уроп, Еловка, Большой и Малый Бачат и другие. Основная отрасль промышленности угольная.

Беловский административный район практически полностью расположен на территории Кузнецкого угленосного бассейна, занимая площади Ленинского, Беловского, частично Центрального, Прокопьевско–Киселевского и Ерунаковского геолого–экономических районов.

Наличие угленосности в Беловском районе известно с 1851 года, когда в окрестностях села Новобачаты была заложена первая в Кузбассе Бачатская угольная копь. Геологоразведочные работы в регионе начаты в начале 20 века и продолжаются до сих пор [1].

Угленосные отложения района относятся к среднему–верхнему карбону и к перми, и объединены в две угленосные серии: балахонскую $C_1–P_1bl$ и кольчугинскую $P_{2–3}kl$. Породы верхнебалахонской подсерии P_1bl_2 выходят на поверхность земли только в небольшом тектоническом блоке на западе района, где в разрезе в основном преобладают песчаники 50%, алевролиты 37%, в меньших количествах представлены аргиллиты 7%, углистые аргиллиты, конгломераты и гравелиты. Суммарная мощность отложений около 800 метров. На остальной территории нижнепермские отложения перекрыты распространёнными повсеместно отложениями кольчугинской серии. К северо–востоку безугольная кузнецкая подсерия P_2kz сменяется ильинской P_2il , а затем ерунаковской подсерией $P_{2–3}er$. В целом кольчугинские отложения характеризуется преобладанием алевролитов 50% над песчаниками 25%, значительно возрастает роль аргиллитов 20%. В резко подчинённом количестве представлены углистые аргиллиты, гравелиты и конгломераты. Суммарная мощность оценивается в 4800 метров [1,2,3].

Угленосность в районе связана также с ниже–среднеюрскими отложениями, объединёнными в тарбаганскую серию $J_{1–2}$. Отложения встречаются в нескольких синклиналиных структурах на востоке района и выполняют крупную Чусовитинско–Бунгарапскую впадину Центрального геолого–экономического района. Юрские породы представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами, гравелитами, конгломератами и пластами бурых углей суммарной мощностью до 1700 метров.

Согласно тектоническому районированию Кузбасса Беловский район расположен в сложнодислоцированной присалаирской зоне. Напряжённость складчатости и степень разрывной нарушенности возрастает с северо–востока на юго–запад к Салаиру. Территория расчленена крупноамплитудными взбросо–надвигами на узкие тектонические блоки. Амплитуды

крупнейших разломов (Адонино–Киселевского, Кутоновского, Журинского, Виноградовского) варьируют от 1 до 5 километров. Сместители их, сопровождающиеся обычно мощными до 1–2 километров зонами дробления падают на юго–запад в сторону Салаира. Доминирующая роль в строении тектонических блоков принадлежит крупным (десятки километров) брахисинклиналям с широкими пологозалегающими донными частями (Чертинская, Беловская, Ленинская, Егозово–Красноярская, Дунаевская, Менчерепская, Караканская). Разделяющие их Воробьевская, Евтинская, Анисимовская, и Мохово–Пестерёвская антиклинали характеризуются крутонаклонным залеганием крыльев [1].

Западная часть Кузнецкого бассейна, куда территориально входит Беловский район, в разрезе продуктивных верхнепалеозойских угленосных толщ содержит до 240 пластов каменных углей суммарной мощностью 389 метров, из них 133 являются рабочими, удовлетворяя кондиционным требованиям и имея суммарную мощность 346 метров.

Отложения балахонской серии Бачатского геолого–экономического района содержат 25 рабочих пластов общей мощностью 85 метров, при коэффициенте рабочей угленосности 15,2% за счет мощных пластов 25–30 метров.

Кольчугинская серия демонстрирует повышенную угленосность к верхам разреза. В Беловском геолого–экономическом районе вскрыто 49 рабочих пластов общей мощностью 52 метра и рабочей угленосностью 2,3%. А в более молодых отложениях южной части Ленинского геолого–экономического района 94 угольных пласта дают суммарную мощность 285 метров при коэффициенте рабочей угленосности 6,3% [1].

Ценные коксующиеся марки углей (ГЖ, Ж, КЖ) распространены в Беловском геолого–экономическом районе. Энергетические угли марок ОС, СС, КСН, КО добывают к юго–западу на территории Бачатского геолого–экономического района. На северо–востоке в пределах Ленинского геолого–экономического района доминируют энергетические марки Д, ДГ, Г.

Юрские бурые угли тарбаганской серии относятся к технологической группе 3Б и ввиду ограниченного распространения, невыдержанности пластов и низкого качества не имеют промышленного значения.

В районе геолого–разведочными работами выявлено несколько промышленно значимых месторождений угля.

Бачатское месторождение расположено на юго–западе в узком тектоническом блоке, отделённом от основных структур Кузбасса полосой нижнекаменноугольных карбонатных толщ. Оно разрабатывается крупным углеразом «Бачатский» ОАО УК «Кузбассразрезуголь», являясь поставщиком энергетических углей марок ОС, СС, КСН, КО.

Чертинское месторождение размещается в пределах Чертинской брахисинклинали. Пласты угля марок ГЖ, Ж и КЖ пригодны только для

подземной добычи и разрабатываются предприятиями ООО «Шахта Чертинская–Коксовая» и ООО «Шахта Чертинская–Южная».

Северо–восточнее располагаются поле ликвидированной шахты «Пионерка» некогда ведущей добычу углей Беловского месторождения.

В пределах центральной и южной части Ленинского геолого–экономического района в Беловский административный район территориально входят три месторождения.

Южная часть Ленинского месторождения на замыкании одноименной синклинали разрабатываются ОАО «Кузбассразрезуголь» на участке «Разрез Моховский». На Егозово–Красноярском месторождении ведут добычу ООО «Шахта Колмогоровская 2» на участках «Колмогоровский Южный», «Колмогоровский 2», «Колмогоровский 3», ЗАО «Разрез Инской», ООО «Шахта Листвяжная», ОАО «СУЭК–Кузбасс».

В восточной части на сочленении с Центральным геолого–экономическим районом расположено Уропское месторождение разрабатываемое ОАО УК «Кузбассразрезуголь» на участке «Сартакинский угольный разрез», ОАО «Разрез Черемшанский» на участке «Инской 2», ООО «Угольный разрез Белорусский» на участке «Задубровский северный» и ООО «Разрез Задубровский» на участке «Инской». Угли добываемые на месторождениях южной части Ленинского района относятся к энергетическим маркам Д, ДГ и Г.

Самым обеспеченным ресурсами углей в Кузбассе является Ерунаковский геолого–экономический район, но Беловский административный район захватывает только его крайнюю северную часть, где расположено крупное Караканское месторождение энергетических углей. Главные угледобывающие компании на месторождении ОАО «Кузбасская топливная компания» ведущая добычу на участках «Караканский южный» и «Виноградский», ЗАО «Шахта Беловская» разрабатывающая участки «Караканский» и «Караканский западный», ОАО «Разрез Пермьяковский» и ЗАО «Разрез Евтинский».

Беловский район располагает нераспределёнными, но перспективными площадями для освоения ресурсов углей.

Участки, охваченные поисками, находятся на северо–востоке в районе Дунаевской синклинали и в тектоническом блоке между Кильчигизским и Журинским взбросами.

Предварительно разведанные и перспективные для геологического изучения и промышленного освоения участки расположены восточнее Егозово–Красноярского месторождения, севернее Караканского месторождения и в тектоническом блоке между Кутоновским и Кильчигизским взбросами.

Особого внимания заслуживают участки «Новобачатский» и «Новобачатский 2», на которых ОАО «Белон» проводит эксплуатационную разведку коксующихся углей.

Беловский административный район обладает немалым ресурсным потенциалом коксующихся и энергетических углей и вносит значительный вклад в экономику Кемеровской области.

Список литературы:

1. Угольная база России. Том II. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно–Сибирский бассейны; месторождения Алтайского края и Республики Алтай) / Главн. Ред. В.Ф. Череповский. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2003. – 604 с.
2. Миронов, К.В. Справочник геолога–угольщика / К.В.Миронов. – М.: Недра, 1982. – 311 с.
3. Арцер, А.С. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование. Кн. 1,2/ А. С. Арцер, С. И. Протасов. – Кемерово: изд–во КузГТУ, 1999.

УДК 574 : 614

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ ЗДАНИЯ ЛИЦЕЯ № 22 Г. БЕЛОВО

Т. Палашкова, И.Н. Майорова
МНОУ лицей № 22 города Белово

МНОУ лицей № 22 находится в поселке городского типа Бачатский, градообразующим предприятием которого является Бачатский угольный разрез. Такое непосредственное соседство с угледобывающим предприятием не может не сказаться на экологическом состоянии здания лицея.

В свете перехода на новые образовательные стандарты, в современную школу вводятся обновленные санитарно–гигиенические нормы для образовательных учреждений.

Актуальность – здание лицея имеет возраст около 45 лет. Построено оно из различных по возрасту и по происхождению материалов (кирпич, бетон, шлакоблоки, дерево, цемент и т.д.) и в различные сроки (т.е. производилась достройка помещений в течение 10 последних лет). Здание представляет собой прямоугольное типовое строение с внутренним двориком и фасадом, обращенным на юг. Правое и левое крыло здания имеют западную, северную и восточную экспозицию. В результате такого расположения и состава материалов условия в разных частях здания будут различны. Насколько они отличаются и благоприятны ли условия для нормальной работы коллектива учащихся и педагогов – это те вопросы, на которые должны ответить участники исследования.

Цель – экологическое исследование среды здания лицея на предмет его благополучности относительно здоровья ученического и педагогического коллектива.

Объект исследования – здание лицея № 22 г. Белово

Задачи: 1) Исследование радиационного фона в здании лицея;

- 2) Исследование помещений лицея на предмет соответствия санитарным нормам;
- 3) Исследование температуры, влажности и запыленности воздуха в помещениях лицея;
- 4) Исследование уровня бактериального загрязнения помещений лицея.

Гипотеза – Если изменились санитарно–гигиенические требования к образовательным учреждениям и здание лицея находится рядом с угледобывающим предприятием, то экологическое состояние здания лицея № 22 не соответствует обновленным санитарно–гигиеническим нормам.

1. Результаты исследования бактериологического состояния здания лицея № 22 города Белово

Для того чтобы оценить уровень загрязнения воздуха в школе бактериями, необходимо взять бактериальные пробы. Для этого, в первую очередь, нужно приготовить питательную среду для выращивания бактерий. Российской промышленностью выпускается сухая питательная среда на основе агар–агара. Для того, чтобы приготовить питательную среду, нужно взять колбу круглым доньшком и налить туда 100 мл воды. Затем поместить ее на водяную баню и электрическую плитку. На химических весах отвесить 4,6 г сухого агар–агара. После взвешивания пересыпать 4,6 гр. агар–агара в колбу, довести до кипения, периодически помешивая стеклянной палочкой и продолжать кипятить на водяной бане до полного растворения (продолжительность кипения около 5 минут). После приготовления питательной среды вынуть колбу из водяной бани и заткнуть ее стерильной ваткой.

Взять восемь чашек Петри, открыть их и обработать спиртовым раствором. Перед тем, как разливать питательную среду, комнату и находящиеся в ней чашки Петри прокварцевать 10–15 минут для стерильности. После кварцевания разлить питательную среду по чашкам Петри и накрыть их крышками.

Для того, чтобы провести посев и определить, где наибольшее количество микробов мы выбрали 8 мест (301, 304, 101 кабинеты, столовая, учительская, угол 2 этажа, женский и мужской туалеты). В каждое выбранное заранее место мы поместили по одной открытой чашке Петри и подержали 3–5 минут в этом помещении. По истечении 3–5 минут закрыли чашки Петри и поместили их в инкубатор на срок в 1 неделю.

Для того, чтобы сделать смыв мы выбрали все те же места, что и при посеве. Перед тем, как сделать смыв, мы питательную среду (по аналогичной системе, что и при посеве). Затем мы разлили питательную среду по 8 чашкам Петри и сделали смывы, при помощи физ. раствора и стерильных салфеток. Нужно налить небольшое количество физ. раствора на парту или на ручку двери (в зависимости от того, где мы находились; если в кабинетах (301,304,101), учительской с парт, в туалетах (мужском, женском), в столовой с дверных ручек, а на углу 2 этажа с перил. Стерильной салфет-

кой смыть физ. раствор в питательную среду. После смыва мы накрыли чашки Петри крышками и поместили их в инкубатор на срок 1 неделя.

Для того, чтобы приготовить и окрасить микропрепараты, нужно обработать предметные и покровные стекла спиртовым раствором. Чтобы взять соскобы проросших микроорганизмов из чашек Петри, нужно взять препаровальную иглу и осторожными движениями отделить бактериальную пленку от питательной среды. Поместить эту бактериальную пленку на предметные стекла и капнуть на них красящим раствором синьки (4 мл. спирта + 1 мл. краски). В течение 3 минут произойдет фиксация препарата. Затем несколькими каплями воды из пипетки смываем красящее вещество с препаратов. И еще капаем красящим раствором (4 мл. воды + 3–4 капли краски), оставляем их на 20 минут, не накрывая покровными стеклами. В течение 20 минут происходит окрашивание препаратов. По истечению времени накрываем окрашенные микропрепараты покровными стеклами, выступившие из-под покровного стекла излишки краски промокнуть фильтровальной бумагой.

Полученные результаты:

Рассмотрев окрашенные препараты и сравнив их с микрофотографиями различных групп болезнетворных бактерий были установлены следующие их формы:

1) Шаровидные кокки, как отдельные, так и образующие скопления, цепочки (стрептококки).

2) Палочковидные бациллы, как отдельные хорошо различимые, разной толщины и конфигурации.

Видовой состав микроорганизма воздуха довольно разнообразен. Чаще всего в нем находится спороносные микробы, а также сарцины, дрожжи, пигментобразующие бактерии, актиномицеты и плесневые грибы. В воздух закрытых помещений могут попадать микробы, содержащиеся в верхних участках дыхательных путей человека. Обсемененность воздуха закрытых помещений зависит от их объема, частота проветривания, качества уборки, степени освещенности, нахождения в них людей и других условий. Качественный и количественный состав воздуха постоянно изменяется.

Распространение патогенных и условно-патогенных бактерий воздушным путем связано с их устойчивостью к высушиванию, что в конечном итоге определяет их способность сохраняться в аэрозолях.

В соответствии с тремя фазами аэрозоля различают воздушно-капельный, капельно-ядерный и пылевой способы передачи инфекционных агентов воздушным путем.

В закрытых помещениях патогенные микроорганизмы могут легко переноситься током воздуха. Экспериментальным путем установлено быстрое обсеменение целых зданий при искусственном распылении микробных аэрозолей. Этим можно отчасти объяснить широкое распространение

в состоянии разных фаз аэрозоля стафилококков и грамотрицательных бактерий, которые являются возбудителями внутрибольничных инфекций в хирургических отделениях, сальмонелл в детских отделениях.

Санитарно – гигиеническое состояние атмосферного воздуха оценивают по микробному числу – количеству микроорганизмов, обнаруженных в 1 м. воздуха, а закрытых помещений – по микробному числу и наличию в нем санитарно–показательных бактерий, которыми являются представители микрофлоры верхних дыхательных путей. К ним относятся альфа и бета гемолитические стрептококки и гемолитические стафилококки. Для обеззараживания воздуха закрытых помещений используют разные методы. Эффективна вентиляция. Для дезинфекции воздуха операционных и других помещений больниц, микробиологических лабораторий, детских учреждений применяют ультрафиолетовые лампы разной мощности (БУВ–30, БУВ–60).

Иногда пользуются методом распыления химических веществ в парообразном состоянии, например формалина, пропиленгликоля, триэтиленгликоля. Последние два соединения лишены запаха и нетоксичны для человека. Их бактерицидность довольно высока.

Выводы:

1. Качественный состав:

При рассмотрении проб в каждой из них мы обнаружили бактерии: кокки, стрептококки, бациллы, палочковидные бактерии, являющиеся условно патогенной микрофлорой, которая присутствует в любой среде.

2. Количественный состав:

Болезнетворные бактерии, вызывающие заболевания не обнаружены. Самое минимальное количество бактерий в мужском туалете и самое максимальное количество в начальных классах, в учительской и женском туалете.

3. Здание школы безопасно со стороны инфекционных заболеваний.

Рекомендации:

Порекомендуем чаще проветривать помещения и делать влажную уборку, а особенно в начальных классах, учительской, женском туалете. Также необходимо обязательно убирать и делать влажную уборку в начальных классах перед второй сменой с дезинфицирующими веществами. А также обязательно протирать листья цветов.

2. Результаты исследования радиационного состояния здания лицея № 22 города Белово.

Для измерения радиационного фона нами были выбраны учебные кабинеты лицея: информатики (№ 307), химии (№ 212), физики (№ 313), биологии (№ 301), географии (№201), кабинет начальных классов (№105), математики (№217), а также спортивный зал, коридор II этажа. Измерения радиационного фона проводились на переменах. Работа с прибором осуще-

ствлялась по инструкции: прибор нужно после включения расположить в вертикальном положении, дождаться сигнала прибора об окончании измерений.

Готовые результаты измерений заносились в таблицу в соответствии с датой проведения.

Таблица 1.

Результаты измерения радиационного фона (мкР/ч)

Дата Место	25.01	21.02	5.03	
			До проветривания	После проветривания
Кабинет географии	15	14		
Кабинет математики	18	14		
Коридор(2 этаж)	9	14		
Кабинет начальных классов	15	13		
Спортивный зал	13	17		
Кабинет информатики			15	13
Кабинет биологии			12	12
Кабинет химии			18	15
Кабинет физики			17	14
Вне здания	14			

Выводы:

1. Исходя из показаний прибора, мы видим, что радиационный фон в помещении школы не зависит от погоды (от температуры вне помещения). Во время измерения 25.01 на улице стояли морозы до -25°C , а 21.02 температура за окном была на 10°C выше (-25°C). При этом показания прибора в разных помещениях изменились как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения.
2. Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что наличие в помещениях школы компьютерной техники и других технических средств обучения не влияет на уровень радиационного фона. Так в спортивном зале и коридоре II этажа, где техника отсутствует, уровень радиационного фона не ниже, а в некоторых случаях и выше, чем в оснащенных техникой кабинетах.
3. После проведения сквозного проветривания кабинетов уровень радиации уменьшился.

Рекомендации:

1. Чаще проветривать кабинеты, особенно кабинеты информатики, химии, физики. А также поставить в кабинеты зелёные растения.

3. Результаты исследования температурно-влажностного режима и уровня проветривания помещений лицея № 22

При выполнении работы мы исследовали кабинеты: 105, 201, 207, 217, 315.

Во всех этих кабинетах измерили длину, ширину и высоту.

Температуру измеряли перед занятиями, в середине дня и после всех занятий.

Полученные результаты мы занесли в таблицу.

Таблица 2.

Результаты температурного режима и влажности

№ Каб.	t 25.01	t 21.02	Влажность		Факторы влияния
			25.01	21.02	
105	22/14	23,4/15,4	33%	35%	
201	25/20,2	23,6/15	60%	32%	Поливка цветов
207	19,2/11,1	20/13	27%	37%	Влажная уборка
217	25,4/15,2	22,6/13,6	26%	28%	
315	23,4/15,4	22/15	35%	41%	проветривание

– t сухого термометра/ t влажного термометра

Выводы: уровень влажности кабинетов низкий, что связано с работой отопительной системы, которая высушивает воздух. По санитарным нормам влажность в учебных помещениях должна быть 40–60%. Это значит, что уровень влажности в помещениях школы не соответствует нормам. В некоторых кабинетах после влажной уборки, длительного проветривания или полива цветов уровень влажности приближается к норме.

Рекомендации:

- Чаще проветривать помещение
- Проводить влажную уборку в кабинете не менее 2–х раз в день
- Увеличить количество растений в учебных помещениях

Таблица 3.

Результаты измерения площади и объёма учебных кабинетов

№ кабинета	S, м ²	V, м ³	S, м ² На одного учащегося	V, м ³ На одного учащегося
201	45,9	151,47	1,7	5,61
202	32,42	107,4	1,5	5,11
304	45,63	141,45	1,6	5
307	62,6	179,66	2,5	7,18

315	48,38	149,98	1,6	4,84
Соответствие нормативу			4,5	4

Вывод: Кабинеты по площади на одного учащегося не соответствуют норме, зато превышают норму по объему на одного учащегося.

Рекомендации:

1. Уменьшить количество рабочих мест во всех кабинетах
2. По возможности, увеличить площадь кабинетов за счет перепланировки помещений школы.

Таблица 4.

Результаты измерения уровня проветривания учебных кабинетов

№ кабинета	S фрамуг, м ²	Число открывающихся фрамуг	Sфр/Sp
201	0,24	6	0,03
202	0,24	3	0,02
304	0,24	6	0,03
307	0,24	8	0,03
315	0,24	6	0,03
Соответствие нормативу			0,02

Вывод: Учебные кабинеты по уровню проветривания соответствуют норме.

Таблица 5.

Результаты измерения уровня освещенности учебных кабинетов

№ кабинета	Естественное освещение		Искусственное освещение	
	S стекла, м ²	Sок/Sp	Число ламп/подвесок	Вт/ м ²
201	5,7	0,12	8/4	17,4
202	4	0,12	6/2	17,3
304	5,6	0,12	8/2	15,8
307	6,7	0,10	12/0	15,3
315	8,7	0,17	7/0	11,6
		0,25–0,17		40

Вывод: По уровню естественного освещения все кабинеты, за исключением 315, не соответствуют норме. По уровню искусственного освещения все кабинеты не соответствуют норме.

Рекомендации:

1. Заменить окна в кабинетах 201, 202, 304, 307 на окна с большей площадью стекла.

2. Увеличить количество ламп искусственного освещения или увеличить их мощность во всех кабинетах до нормы.

4.Определение запылённости воздуха в помещениях лица № 22

Для определения запылённости нами выбраны кабинеты №: 207, 105, 201, 217, 315.

Уровень запылённости определяли до влажной уборки и после.

В результате исследования МА получили следующие результаты:

Таблица 6.

Результаты определения запыленности воздуха

Кабинет	Количество пылинок до влажной уборки (шт.)	Количество пылинок после влажной уборки (шт.)
Спортивный зал(№207)	90	35
Начальные классы(105)	65	30
География(201)	48	49
Математика(217)	60	19
Обществознание(315)	48	43

После влажной уборки в кабинетах запылённость уменьшилась, но осталось на высоком уровне в кабинетах №: 201 и 315, что объясняется наличием компьютерной техники, комнатных растений и особенностями отделки помещения (стены в 315 кабинете защиты пластиком).

Выводы:

1. В кабинете математики после влажной уборки уровень запылённости в пределах нормы.

2. В остальных кабинетах уровень запылённости даже после влажной уборки высокий, что не соответствует норме.

Рекомендации:

1. Проводить влажную уборку дважды в день во всех помещениях школы.

2. В кабинете географии во время влажной уборки протирать компьютерную технику и комнатные растения не реже двух раз в неделю, в кабинете обществознания один раз в месяц протирать стены.

Заключение

Таким образом, новым санитарно–гигиеническим требованиям не соответствуют площадь и объем помещений, приходящийся на одного ученика, уровень вентиляции, покрытие стен и пола. Второе можно привести в соответствие в результате ремонта, а величину помещений изменить не возможно, так как здание строилось давно, и не может соответствовать современным нормам.

Все остальные несоответствия можно устранить с помощью выданных нами рекомендаций.

Литература

1. Тимаков В.Д. Учебник «Микробиология» (издание второе). – Москва: «Медицина», 1983г.
2. Постникова Т.Ф. Экологический мониторинг/ «Образование в современной школе» № 12, 2003.

УДК 624.131.3

ЭТАПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ И ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

С.Д. Полторыхин
ГУ КузГТУ

Научный руководитель: О.Е. Шестакова, доцент, к. г.– м. н.

Высокий уровень современной строительной техники предполагает строительство домов практически на любых грунтах. Для этого необходимо изучить инженерно–геологические условия, так как их игнорирование в процессе проектирования и строительства может привести к неоднородным просадкам в разных частях здания что вызовет появление различных аварийных ситуаций разрушение зданий [5].

Целью инженерно–геологических изысканий является получение комплексной информации об инженерно–геологических условиях территорий, в том числе с опасными процессами природного и техногенного характера [6].

Проведение инженерно–геологических изысканий обусловлено необходимостью выбора наиболее верного проектного решения, обеспечивающего максимально качественную и техническую надёжность строительства объекта, при минимальном вложении затрат, исходя из конкретных инженерно–геологических условий. Данные, полученные в ходе инженерно–геологических изысканий, входят в обязательный состав документации, необходимой для получения разрешения на строительство [7].

Геологические изыскания при промышленном и гражданском строительстве проводятся в два этапа: при выборе строительной площадки и на выбранной площадке. Этапы в свою очередь включают стадии геологических работ [3].

I. Первый этап изысканий представляет собой инженерно–геологические исследования при выборе строительной площадки, выполняемые с целью сравнительной оценки возможных вариантов ее размещения. Этот этап включает в себя проведение следующих стадий работ.

1). Сбор, систематизация и анализ имеющихся геологических, гидрогеологических и других материалов, включая данные об опыте местного строительства по исследуемому району.

2). Инженерно–геологическая рекогносцировка. При рекогносцировке производится маршрутное обследование района и осуществляется проходка одной – двух разведочных выработок на каждом геоморфологическом элементе обследуемой территории, сопровождаемая отбором образцов пород для последующих лабораторных исследований по определению в основном классификационных показателей свойств грунтов [4]. Глубина выработок определяется в зависимости от типа сооружений и сложности инженерно–геологических условий. Как правило, она не превышает 20 м.

3). Выяснение общих сведений о гидрогеологии района и о наиболее высоком положении уровня грунтовых вод.

4). Камеральная обработка материалов и составление отчета.

II. Второй этап производится уже на выбранной площадке изыскания с целью получения инженерно–геологических данных для составления генерального плана промышленного предприятия (комплекса зданий гражданского строительства) с учетом прогноза возможного изменения природных условий территории в связи со строительством и эксплуатацией сооружений (зданий). Этот этап включает в себя проведение следующих стадий работ.

1). Инженерно–геологическая съемка территории производится для инженерно–геологического районирования выбранной площади с целью принятия оптимальных проектных решений в масштабах 1:2000 – 1:10000 в зависимости от сложности инженерно–геологических условий и класса проектируемых сооружений и зданий.

2). Буровые, горнопроходческие и геофизические работы выполняются в целях: установления состава и мощности пород, особенностей их залегания; определения глубины залегания грунтовых вод; отбора образцов породы и воды для лабораторных исследований; проведения полевых опытных инженерно–геологических работ и гидрогеологических исследований.

3). Полевые опытные инженерно–геологические работы включают изучение геологических выработок [1]. Количество, глубина и размещение выработок определяется их назначением, степенью изученности и сложности исследуемой площадки, а также классом проектируемых сооружений. В зависимости от сложности инженерно–геологических условий, характера сооружений намечаются расположения между соседними выработками. На участках строительства наиболее тяжелых и ответственных сооружений (доменные печи, заводские трубы) при сложных инженерно–геологических условиях глубина выработок может увеличиваться до 30 м., а в отдельных случаях до 50 м. и более. В процессе проходки выработок производят отбор и упаковку образцов грунтов и проб воды для лабораторных исследований. Места отбора и количество проб воды для определения химического состава и агрессивности устанавливаются в зависимости от размера площадки, инженерно–геологических особенностей участка, характера проек-

тируемых сооружений и зданий. Нормативные значения прочностных и деформационных характеристик грунтов для расчета оснований зданий и сооружений находят путем прямых определений, выполняемых полевыми или лабораторными методами.

4). Гидрогеологические исследования (опытные работы и стационарные наблюдения) выполняются для определения коэффициента фильтрации пород (откачка воды из скважин и шурфов, наливки воды в скважины и шурфы, нагнетания воды в скважины, наблюдения за скоростью восстановления уровня при проходке выработок); уровней направления и скорости движения грунтовых вод, а также их агрессивности и коррозионности; глубины зимнего промерзания пород; амплитуды сезонного и годового колебания уровней подземных вод [2].

5). Лабораторные исследования производятся с целью определения состава, состояния и строительных свойств пород, а также химического состава грунтовых вод, их агрессивности и коррозионности в зависимости от сложности инженерно–геологических условий, особенностей пород, размеров исследуемой территории, а также характера и класса возводимых сооружений и зданий.

6). Камеральные работы включают: предварительную (текущую) обработку материалов в период полевых изысканий; окончательную обработку материалов после завершения полевых работ и исследований пород и воды в лаборатории, а также составления отчета.

Таким образом, геологические изыскательские работы являются первыми при промышленном и гражданском строительстве. От качества их проведения и полученных результатов изучения инженерно–геологических характеристик основания зданий и сооружений зависит дальнейшая устойчивость строящихся объектов.

Список литературы:

1. Ананьев, В. П. Инженерная геология / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов. М.: Высш. шк., 2006.
2. Белый, Л. Д. Инженерная геология / Л. Д. Белый, В. В. Попов. М.: Стройиздат, 1975.
3. Бондарик, Г. К. Инженерно–геологические изыскания / Г. К. Бондарик, Л. А. Ярг. М.: КДУ, 2008.
4. ГОСТ 25100–95. Грунты. Классификация. М.: Стройиздат, 1995.
5. <http://kievgeocom.biz/catalog>
6. http://geosf.ru/dep_geology/
7. <http://izhevsk.ru/forummessage/57/508502–2.html>

УДК 553.6 (571.17)

НЕРУДНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ БЕЛОВСКОГО РАЙОНА

К.О. Сулимова, А.А. Возная
Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово
ГУ КузГТУ

Кемеровскую область традиционно считают угледобывающим регионом России. Общие ресурсы Кузбасса оцениваются в 538,4 миллиарда тонн. Только за 2010 добыто около 160 миллиона тонн угля. Значительный вклад в ежегодную добычу вносят угледобывающие предприятия, действующие на территории Беловского административного района. Но следует заметить, что Кемеровская область это не только Кузнецкий угленосный бассейн, но и геологические структуры его обрамления: Салаир, Горная Шория, Кузнецкий Алатау, где размещены месторождения рудного и нерудного сырья. На территории самого Кузбасса, кроме углей известны месторождения других полезных ископаемых [1,2].

Беловский район расположен в центральной части Кемеровской области, территориально практически полностью размещаясь в западной части Кузнецкого угленосного бассейна. Основные ресурсы района месторождения каменного угля: Бачатское, Чертинское, Ленинское, Егозово–Красноярское, Уропское, Караканское. Угли этих месторождений связаны с угленосными отложениями верхнего карбона и перми, объединёнными в две крупные угленосные серии: балахонскую (C_1-P_1bl) и кольчугинскую (P_2kl).

Однако Беловский район располагает и другими видами минерального сырья.

В западной части района распространены самые древние отложения Кузнецкого угленосного прогиба. В связи с морской карбонатно–терригенной толщей среднего девона известны месторождения мраморизованных флюсовых известняков Баскусканское и Известковое. Восточнее, в тектоническом блоке между Бачатским и Салаирским взбросами, на поверхность Земли выходят более молодые отложения мозжухинской серии нижнекаменноугольного возраста (C_{1t+v}). Эту, преимущественно карбонатную сероцветную толщу в Кузбассе принято называть «морской нижней карбон». Мозжухинская серия здесь имеет мощность 600 метров и представлена мергелями и известняками богатыми окаменелыми остатками морских лилий, кораллов, мшанок и брахиопод. Известняки месторождений «Беловский каменный карьер» и «Беловское» пригодны для производства бутового камня, щебня, извести [2].

Замыкание и исчезновение к концу перми Кузнецкого озера ознаменовалось прекращением длительного этапа углеобразования, который сменился в триасе эпохой тектономагматической активизации, мощным прогибанием территории и заполнением туфогенно–терригенными отложе-

ниями и лавовыми покровами абинской серии (T_{1-2ab}) мощностью до 1500 метров. Базальты и трахибазальты покровов пригодны в качестве строительного камня и для производства каменного литья. В западной части Беловского района разведано Караканское месторождение базальтов.

Палеозойско–мезо–кайнозойские толщи в Кузбассе повсеместно перекрыты чехлом четвертичных отложений. Они образуют субгоризонтально залегающий комплекс рыхлых аллювиальных песчано–глинистых и гравийно–галечниковых отложений речных долин, покровных элювиальных, делювиальных и эоловых суглинисто–щебенистых отложений междуречий, мощностью от нескольких метров до 70–80 метров [1].

Месторождения строительных материалов четвертичного возраста тяготеют в основном к центральной части Беловского района. Суглинки и глины Белово–Бабанаконского, Беловского и Фрунзенского месторождений пригодны для производства кирпича и керамзита. С аллювиальными отложениями р. Ини связаны месторождения формовочных песков – Северо–Беловское и Южно–Беловское. Приращение в Кузбассе запасов строительного песка планируется за счет довольно крупного по площади Колмогоровского месторождения.

Еще одним видом сырья, связанного с четвертичными отложениями является торф. Практически на всей площади Беловского района известны месторождения, проявления и перспективные площади на торф. На запад от Чертинского угольного месторождения расположено Заречное месторождение, восточнее Егозово–Красноярского – Бренчихинское. Над зоной Журинского взброса и восточнее известна целая группа проявлений: Сидоренковское, Коноваловское, Октябрьское, Васильевское, Дунаевское, Воробьевское. В районе Караканского угольного месторождения расположены Межеловское и Лиственничное месторождения торфа. Торф пригоден для приготовления удобрений и тепличных грунтов, в бальнеологических целях, а также в качестве бытового топлива.

Крайне важным природным ресурсом являются подземные воды, которые используются в Кузбассе для питьевого и технического водоснабжения. В Беловском районе месторождения подземных вод сосредоточены в западной и восточной части.

На западе подземные воды связаны с неоген–четвертичным водоносным комплексом левых притоков р. Ини, берущих начало с Салаира. Это жесткие гидрокарбонатно–сульфатные кальциево–магниевые, реже натриевые воды с минерализацией до 1 г/дм³ Бускусанского и Малобачатского месторождений.

На востоке месторождения подземных вод связаны со средне– и грубообломочными отложениями юрского возраста тарбаганской серии (J_{1-2tr}) заполняющими крупную Чусовитинско–Бунгарапскую впадину центральной части Кузнецкой котловины. Породы обладают высокой пористостью, водопроницаемостью и водообильностью. Здесь расположены крупные

месторождения подземных вод: Инское и Уропское. Воды Уропского месторождения используются для централизованного водоснабжения бытовых и промышленных объектов г. Белово. По составу они гидрокарбонатные, кальциево–магниевого с минерализацией 0,4 – 0,7 г/дм³ [1,2].

Таким образом, ресурсный потенциал Беловского района не исчерпывается месторождениями каменного угля. В районе имеются месторождения флюсовых известняков, строительных горных пород, торфа и подземных вод, но большинство из них в настоящее время не разрабатываются.

Список литературы:

1. Угольная база России. Том II. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно–Сибирский бассейны; месторождения Алтайского края и Республики Алтай) / Главн. Ред. В.Ф. Череповский. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2003. – 604 с.
2. Геология СССР (Западная Сибирь). Полезные ископаемые. Кн. 2. / Главн. Ред. В.А. Кузнецов – М.: Недра, 1982. – 196 с.

УДК 574.3 : 622

УГОЛЬ И ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Е.А. Сухинская

Филиал ГУ КузГТУ в г. Таштаголе

На территории Кемеровской области, расположен самый крупный Кузнецкий угольный бассейн, следовательно, загрязнения атмосферного воздуха неизбежны

На долю Кузбасса приходится более 76% добычи коксующихся углей. Общее количество шахт и разрезов – 130, из них ведут добычу 52 шахты и 37 разрезов. Производственная мощность по добыче угля составляет 121,5 млн. тонн, из них на шахтах–61 млн. тонн, на разрезах–60,5 млн. тонн.

В области – 20 городов, из них 17 городов областного подчинения, три – районного. Семь городов (все областного подчинения), в которых проживает 1781,2 тыс. человек (63 % всего населения Кемеровской области), являются наиболее развитыми в промышленном отношении и, следовательно, испытывают наибольшую антропогенную нагрузку.

Из всех промышленно развитых городов Кемеровской области наиболее сильную нагрузку по количеству вредных выбросов в атмосферу на одного человека испытывают Междуреченск, Новокузнецк, Ленинск–Кузнецкий и Белово, превышая среднеобластной показатель по массе выбросов ЗВ на одного человека. Основной поставщик загрязняющих веществ в этих городах – промышленность: в Междуреченске от промышленных предприятий поступает 91,1% ЗВ от общегородских, в Новокуз-

нецке – 86,2 %, в Ленинске–Кузнецком – 82,8 %, в Белове – 90,4 %. В трех других городах (имеющих меньшие, чем средний по области, показатели ЗВ на одного человека) ситуация такая же: в Прокопьевске промышленные выбросы дают – 98,8 % ЗВ, в Юрге – 91,4 % и лишь в Кемерове 46,5 %. В областном центре 53,5 % ЗВ приходится на автомобильный транспорт. [4, стр.68].

Как видим, наиболее благополучная обстановка по выбросам ЗВ в атмосферу в расчете на одного человека в Юрге и Кемерове (соответственно 0,14 т и 0,22 т).

В городах Кузбасса с угольной промышленностью ведущей загрязняющей примесью являются сажа, пыль, диоксид азота. Только в 2006 году в городе Новокузнецке зарегистрировано 4069 стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Динамика развития мирового угольного комплекса в последние годы испытывает значительный рост, причем как по типам угля, так и по странам производителям. Как отмечалось в докладе Всемирного института угля, подготовленном в 2002 году к мировому саммиту по вопросам устойчивого развития в Йоханнесбурге «все авторские исследования перспектив мировой энергетики показывают, что в ближайшие 20 лет использование угля будет увеличиваться в связи с возрастающим объемом потребления энергии. По сравнению с нефтью и газом поставки угля могут осуществляться значительно легче из различных источников на конкурентном рынке. Несмотря на продолжающийся поиск альтернативных источников электро- и тепловой энергии, уголь останется основой мирового ТЭК [1, стр. 24–25].

С 2000 г. начался прирост производства бурых, а с 2001 года – каменных углей. Причем это происходит в абсолютном большинстве стран, входящих в первую десятку мировых производителей, включающих РФ.

Развитие мировой угольной промышленности во все большей степени становится зависимым от решения проблем, связанных с защитой окружающей среды. Их можно разделить на 2 большие группы:

- рекультивация земель и выбросы шахтного метана в атмосферу;
- проблема выбросов парниковых газов и кислотные дожди.

Добыча угля открытым способом приводит к нарушению плодородного слоя, эрозии почвы и др., поэтому для обеспечения рекультивации земель, действует соответствующее законодательство. Более серьезно дело обстоит с шахтным методом, поскольку на его долю приходится почти 1/5 часть всех выбросов парниковых газов [2, стр.40].

Проблема снижения выбросов метана решается путем разработки и более широкого использования новых технологий улавливания и утилизации метана.

Тенденция увеличения потребления угля позволяет уже сегодня серьезно задуматься о состоянии окружающей среды. Важными в настоящее время являются вопросы организации комплексной системы монито-

ринга в территориальном и региональном аспектах, унифицирование системы сбора, обработки и оценки информации по загрязнению окружающей среды, прогнозирование состояния среды обитания и динамики наблюдаемых явлений. Самое время разработки государственных программ для угольных территорий, способствующих стабилизации экологической обстановки.

Список литературы:

1. Фрянова В.Н. Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов/ В.Н. Фрянова, Е.В. Пугачев//Сборник научных статей. СибГиу Новокузнецк, 2002г. – с. 363
2. Тулеев А.Г.. Уголь в России в 21 веке: проблемы и решения: Коллекция «Совершенно секретно» Кемерово, – с. 301
3. Тулеев А.Г. Новая угольная стратегия России рождена в Кузбассе. Книжное издательство Кемерово 2002. –с. 174
4. Красавин А.Г. Защита окружающей среды в угольной промышленности. Недра. Москва 1991

УДК 613 : 616

ТУБЕРКУЛЕЗ – СОЦИАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ОБЩЕСТВА

Н.Б. Таюшова, А.А. Вигандт, Н.Е. Дубовская, В.С. Лебедев

ГОУ НПО ПУ №5 г. Белово

Туберкулез является социальной проблемой всего мирового сообщества. Это очень распространенное инфекционное заболевание. Согласно данным современных исследований, в списке причин смертности от инфекционных болезней на планете, туберкулез занимает первое место[5].

Почти 2 года назад этой проблемой заинтересовались учащиеся ГОУ НПО ПУ №5 г. Белово. Мы решили больше узнать о туберкулезе, исследовать причины распространения данного заболевания, симптомы развития, методы диагностики и, самое главное, проследить динамику заболеваемости населения города Белова и Беловского района туберкулезом за последние 5 лет.

Есть мнение, что "Туберкулез также стар, как и человечество". Об этом свидетельствуют данные раскопок. Так среди 10 скелетов египетских мумий, отнесенных к 27 веку до нашей эры, 4 несут следы туберкулезного поражения позвоночника[3].

Это заболевание распространено повсеместно. Несмотря на интенсивное развитие фтизиатрической помощи, разработку и внедрение новых методов диагностики и эффективных средств лечения, заболеваемость туберкулезом не снижается. В последние годы приобрела большое значение проблема лекарственной устойчивости микобактерий туберкулеза, что также поддерживает высокий уровень заболеваемости [6]. Согласно дан-

ным ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) в России за 2009 год, заболеваемость туберкулезом составила 74 человек на 100 тысяч населения. В Кузбассе эта цифра выше почти в 2 раза и составляет 128 человек на каждые 100 тысяч населения. Смертность от туберкулеза в Кемеровской области также почти в два раза выше средних российских показателей [4].

Проблема роста заболеваемости туберкулезом населения нашего региона на сегодняшний день более чем актуальна. На пресс-конференции, организованной агентством Интерфакс, ведущий фтизиатр областного департамента охраны здоровья населения Михаил Чернов сообщил, что в Кемеровской области к 30 годам палочкой Коха инфицирован каждый человек [1].

Туберкулез – это особо опасная инфекционная болезнь, вызываемая микобактериями туберкулеза, которые в основном передаются воздушно-капельным путем. Больной с активной формой туберкулеза может передавать микобактерии окружающим во время кашля или разговора и за 1 год инфицировать до 12 человек. Возбудитель туберкулеза имеет еще одно название – палочка Коха. Она очень вынослива к действию окружающей среды: в воде сохраняется до 5 месяцев, в грунте 1–2 года, в уличной пыли – до 10 суток, в помещениях при рассеянном свете – более месяца, выдерживает нагревание до +85°C и охлаждение до –200°C. И лишь ультрафиолетовые лучи убивают бактерию через 2 – 3 минуты [7]. Наиболее подвержены заражению туберкулезом люди, употребляющие ПАВ, инфицированные ВИЧ и больные СПИДом, с пониженным иммунитетом, хроническими заболеваниями, с выраженными признаками синдрома хронической усталости, недостаточного люди, находившиеся в длительном контакте с больными.

После инфицирования человека микобактериями туберкулеза, заболевание либо быстро развивается, либо возбудитель продолжительное время находится в организме не проявляясь. Обычно туберкулез в первую очередь поражает легкие, но может поразить на органы опорно-двигательной, лимфатической, нервной, выделительной систем, кожу и другие органы. Это внелегочные формы туберкулеза.

Главные признаки туберкулеза это повышенная температура в течение долгого времени, ночное потоотделение, потеря массы тела и общая слабость. Легочный туберкулез сопровождается кашлем и одышкой. При тяжелой форме заболевания возможно кровохарканье и легочное кровотечение.

Туберкулез это очень опасное заболевание, на лечение которого требуется в среднем от нескольких месяцев до полутора лет. Но в самом начале его весьма трудно обнаружить. Заболевший человек полагает, что он простудился или просто устал. Поэтому к врачу обращается спустя несколько недель или даже месяцев, когда драгоценное время упущено, болезнь свободно прогрессирует в организме и требуется уже более серьезное лече-

ние. Основными методами диагностики туберкулеза является микроскопия мокроты, бактериологическое исследование, кожная туберкулиновая проба, рентгенологическое исследование грудной клетки.

В ходе проведенных исследований было выявлено, что за исследуемый период времени общая, в том числе детская и подростковая относительная заболеваемость населения на 100 тыс. человек в городе Белово снизилась, но незначительно. Уровень абсолютной общей заболеваемости по городу Белово снизился, а детская и подростковая заболеваемость сведены к нулю. По Беловскому району так же наблюдается снижение относительной и абсолютной заболеваемости населения, но в меньшей степени. Наиболее высокий уровень заболеваемости и смертности населения от туберкулеза за исследуемый период по городу Белово приходится на 2005 год. А самый низкий уровень заболеваемости зафиксирован в 2009 году. В Беловском районе пик заболеваемости и смертности приходится на 2005 год, а минимальные показатели зафиксированы в 2007 году.

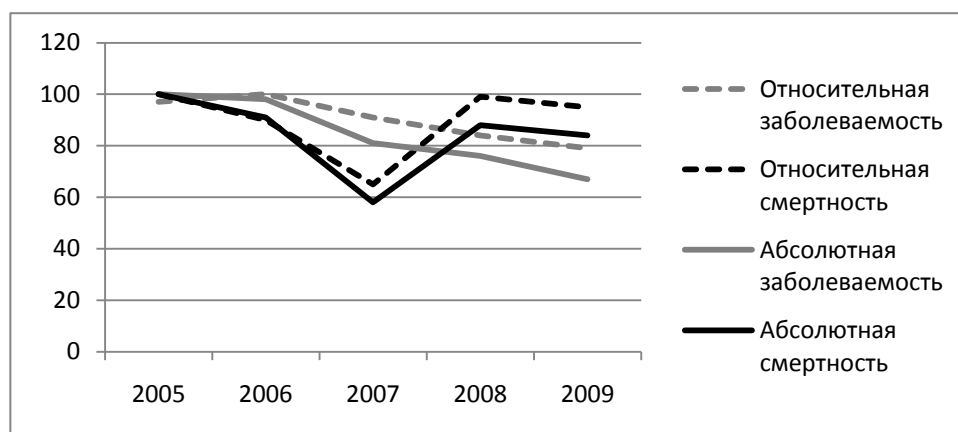


Рис. 1 «Динамика заболеваемости и смертности населения от туберкулеза в г. Белово»

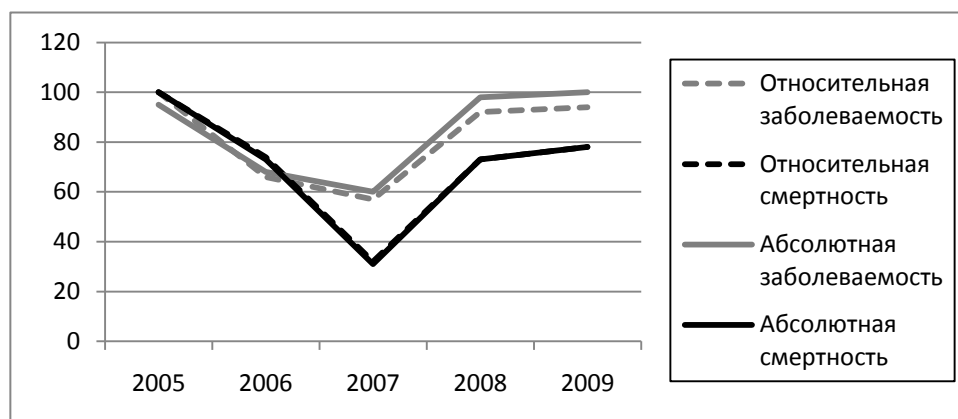


Рис. 2 «Динамика заболеваемости и смертности населения от туберкулеза в Беловском районе»

Результаты исследований оказались совсем неутешительными. Заболеваемость населения города Белова и Беловского района туберкулезом превышает среднероссийский уровень практически в два раза.

Получив эти данные, мы решили выявить уровень информированности учащихся ГОУ НПО ПУ №5 г. Белово о заболевании туберкулез и провели опрос учащихся 1 и 2 курсов профессионального училища в количестве 194 человек. Анализ результатов показал, что лишь 16% учащихся, из числа опрошенных, имеют достаточный уровень знаний о заболевании туберкулез, 31% обладают средним уровнем знаний и 53% располагают недостаточными знаниями об этом очень опасном заболевании.

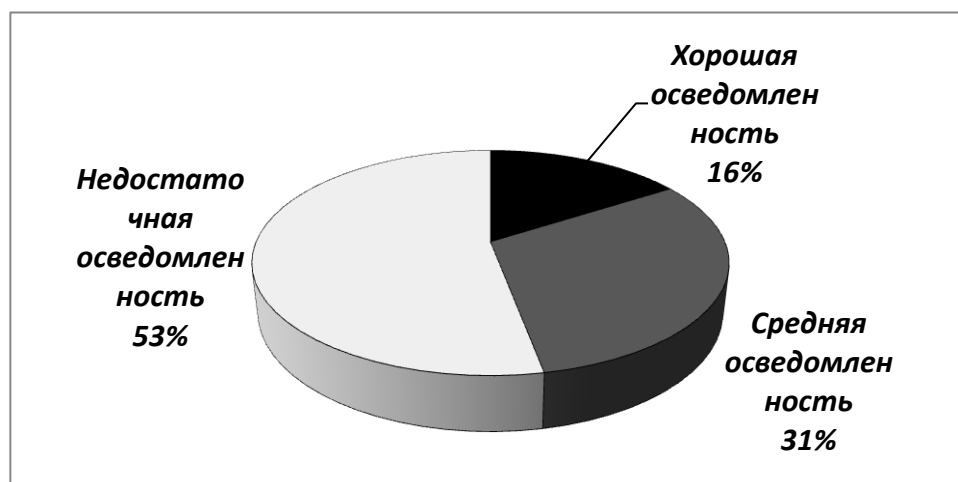


Рис. 3 «Уровень осведомленности учащихся ГОУ НПО ПУ–5 г. Белово о заболевании туберкулез»

Туберкулез – это действительно острая социальная проблема, и общество не стоит в стороне от ее решения. 24 марта люди всего Мира отмечают день борьбы с туберкулезом. Международная эмблема этого дня – белая ромашка. Цель Всемирного дня – повысить осведомленность человечества о глобальной эпидемии туберкулеза и усилить меры по ликвидации этой болезни [8]. Борьба с туберкулезом в России имеет законодательную базу. Правительством Российской Федерации принят ряд постановлений, законов и программ о предупреждении распространения туберкулеза и о проведении противотуберкулезных мероприятий в РФ.

Благодаря данной законодательной базе проводятся мероприятия по выявлению раннего туберкулеза; плановой иммунизации детского населения против туберкулеза; гражданам проводится санаторно–курортное лечение в соответствии с медицинскими показаниями; осуществляется социальная поддержка лиц, находящихся под диспансерным наблюдением в связи с туберкулезом, и больных туберкулезом, а именно: сохраняются рабочие места на время нетрудоспособности, выдаются пособия по государственному социальному страхованию в соответствии с законодательством

Российской Федерации, лица, находящиеся под диспансерным наблюдением в связи с туберкулезом, и больные туберкулезом обеспечиваются бесплатными медикаментами для лечения туберкулеза в амбулаторных условиях и т.п. В случае нарушения больными заразной формой туберкулеза порядка диспансерного наблюдения они подлежат обязательному обследованию и лечению в судебном порядке в соответствии со статьей 10 Федерального закона "О предупреждении распространения туберкулеза в Российской Федерации"[2].

В Кемеровской области принята программа «Здоровье Кузбасса», благодаря которой лица, страдающие заболеванием туберкулез находящиеся на амбулаторном лечении, бесплатно обеспечиваются медикаментами. В городе Белово и Беловском районе службами социальной защиты населения больным туберкулезом, для поддержания полноценной белковой диеты, адресно выделяются продуктовые наборы.

Участники научно–исследовательской работы, со своей стороны, внесли посильный вклад в общее дело борьбы с туберкулезом. Для увеличения осведомленности сверстников, создали слайдовую презентацию, информационные листы и буклеты в которых рассказывается об опасном инфекционном заболевании – туберкулез. Кроме того, с результатами своей работы выступают на классных часах внутри училища, на городских и областных конференциях.

Мы считаем, что для снижения уровня заболеваемости и распространения туберкулеза среди населения всем гражданам Кузбасса особенно важно вести здоровый образ жизни. Кроме того, если проводить разъяснительную работу по вопросам предупреждения распространения туберкулеза и пропаганды здорового образа жизни через средства массовой информации, в больницах, учебных заведениях разного уровня, на предприятиях среди населения, то удастся существенно снизить порог заболеваемости населения Кузбасса, или, хотя бы, приблизить его к общероссийскому уровню.

Список литературы:

1. В Кузбассе продолжается эпидемия туберкулеза [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://gazeta.a42.ru/lenta/show/1781.html>
2. Основы законодательства Российской Федерации «Об охране здоровья граждан» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://gov.cap.ru/home/11/44/osnovy.rar>
3. Популярная медицинская энциклопедия [Текст]/ Б.В. Петровский [и др.]. – М.: Советская энциклопедия, 1987.–704 с.
4. Санитарно–эпидемиологическая обстановка [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://rospotrebnadzor.ru/epidemiologic_situation
5. Туберкулезу нет [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://baltachtannari.pressarb.ru>

6. Цветкова, О.А. Сложности дифференциальной диагностики туберкулеза и рака легкого при наличии полостного образования/О.А. Цветкова, Н.А. Позднякова// Медицинская помощь.–2005.– №2.
7. Чем опасен туберкулез и кому следует его опасаться [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://narodzdorovie.ru>
8. Эпидемиологическая ситуация в России и мире [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://epidemiolog.ru>

УДК 622 : 331.432.4 / 331.432.6

**ОХРАНА ТРУДА ПРИ РАБОТЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО
ЭКСКАВАТОРА В УСЛОВИЯХ ОСП УК КРУ
КАРЬЕР «КАМЕНУШЕНСКИЙ»**

В.А. Хряпочкин, В.В. Чернышев

ФГОУ СПО «Беловский политехнический колледж», Белово

Руководитель: В.Н. Гумирова

Горнодобывающая промышленность – основной источник топлива, сырья для черной и цветной металлургии, химической промышленности, строительных материалов для сооружения зданий и дорог.

Большую часть полезных ископаемых в настоящее время в стране добывают открытым способом, в карьерах и на разрезах.

Карьер Каменушенский – единственное в Кузбассе и одно из немногих в России месторождений по добыче медно–калчедановой руды открытым способом. Каменушенское месторождение является 1 из крупнейших поставщиков медно–калчедановой руды, которая необходима для развития промышленности (особенно металлургической промышленности).

Цель нашей работы – исследование опасных производственных факторов и выявление путей улучшения промышленной безопасности при работе гидравлического экскаватора.

Для выполнения поставленной цели мы поставили перед собой следующие задачи:

Исследовать существующие требования по охране труда при работе гидравлического экскаватора.

Проанализировать несчастные случаи на производстве.

Разработать мероприятия по снижению несчастных случаев на производстве.

Каменушенское месторождение медно–калчедановых руд находится в Гурьевском районе Кемеровской области на севере от г.Салаира. непосредственно на территории рудного поля находится деревня Каменушка.

Рудная зона Каменушенского месторождения представляет собой наклонные, под углом 60–650, пачки руды. Геологических границ рудные тела не имеют. Горизонтальная мощность рудной зоны составляет 100–130 м, мощности рудных тел от 1 до 35 м, а мощности непромышленных про-

межутков от 1 до 40 м. Наиболее разведаны участки «Западный» и «Восточный».

Западный находится на Юго–западе рудного поля мощностью 100–120м. и длиной по простиранию 400м. Участок включает в себя 17 промышленных рудных тел. Восточный участок имеет длину по простиранию 300м и мощность 130м.

Нагорная часть вскрывается автономными полутраншеями на каждый эксплуатационный горизонт с двумя выездами. Проектом принята циклично–транспортная система разработки с рыхлением массива горных пород с помощью БВР и внешним отвалообразованием.

На карьере Каменушенский применяется следующая выемочно–погрузочная техника: Экскаваторы Hitachi EX 1200, Hitachi ZX 800, Hitachi ZX 850, ЭКГ–10, ЭКГ–5А. Транспортировка горной массы и породы осуществляется автосамосвалами Volvo A40D, БЕлаЗ 7555, 7547, 75131.

В последнее время на угольных предприятиях Кузбасса наблюдается тенденция к замене электрических экскаваторах на гидравлические экскаваторы. Основным преимуществом гидравлических экскаваторов перед электрическими экскаваторами является их мобильность и манёвренность, возможность эффективной работы в узких условиях выработки. Однако замена электрических экскаваторов на гидравлические не привела к уменьшению несчастных случаев на производстве.

Инструкция по охране труда для машиниста экскаватора НИТАСНИ является теоретической базой по охране труда для машинистов гидравлического экскаватора. Инструкция разрабатывается предприятием на основе ТОИ Р–112–31–96 «Типовой инструкции по охране труда для машиниста экскаватора» поэтому она может быть применена к гидравлическим экскаваторам других моделей и является основой для безопасного ведения работ. Инструкция содержит сведения по общим требованиям охраны труда, требования охраны труда перед началом работы, требования охраны труда во время работы, требования охраны труда в аварийных ситуациях, требования охраны труда по окончании работ.

Большое количество несчастных случаев связано с нарушением технологии ведения горных работ. Примером этого может служить следующий факт: В начале 2009 года в угольной компании зафиксировано 3 случая травмирования работников на производстве. Два случая, оба с летальным исходом произошли в филиалах Краснобродский угольные разрез, карьер Каменушенский, и один случай с тяжёлым исходом был допущен в ОСП «Автотранс».

01.01.09. был смертельно травмирован машинист экскаватора VOLVO EC–460 Бородулин К.Б. в филиале «Краснобродский угольный разрез». Причины несчастного случая:

1. нарушение технологического процесса ведения горных работ на участке №3 по отработке угольного пласта «горелый», выразившееся в том, что:

– горные работы велись одновременно с верхним и с нижним черпанием. По проекту отработка пласта должна производиться с нижним черпанием.

– горные работы велись без паспорта ведения горных работ.

– рабочая площадка забоя экскаватора не соответствовала проектным параметрам: высота уступа 14м., ширина рабочей площадки 10м. (по паспорту 23м.)

2. неудовлетворительная организация производства работ, выразившаяся в том, что:

– не производилась регулярная оборка навесей и козырьков уступа западного борта.

– недостаточно осуществлялся производственный контроль за ведением горных работ со стороны И.Т.Р. управления горных работ филиала. В результате человек погиб.

18.03.06. на рудном складе Каменушенского карьера произошёл несчастный случай. При погрузке экскаватором HITACHI ZX 850 (под управлением Полянского Ю.И.) БелАЗа 7547 произошло обрушение козырька. В результате чего экскаватор завалило. У Полянского Ю.И. оказались сломанными обе ноги.

Причины несчастного случая:

– Нарушение технологии ведения работ под высокими уступами, навесями, козырьками.

– Ненадлежащее выполнение горным мастером и других инженерно-технических работников своих должностных обязанностей, выразившееся в проведении работ без целевого инструктажа и наряда-допуска.

– несвоевременное удаление навесей и козырьков.

Большое количество несчастных случаев происходит из-за несовершенства конструкции машин. 3.02.09. произошёл такой несчастный случай. Машинист экскаватора Hitachi EX1200 Шкурин Е.А. осуществляя погрузку БелАЗа, не заметил приближение к экскаватору слесаря Кузовлева М.И., направленного на экскаватор для выполнения ремонтных работ. В результате этого Кузовлев М.И. ударился о подъёмную лестницу.

Значительная часть несчастных случаев происходит по вине рабочих находящихся в алкогольном или наркотическом опьянении. Некоторое время назад на Каменушенском карьере произошёл несчастный случай:

17.04.08. машинист экскаватора Hitachi EX-800 Зуев С.А. работал во вторую смену. Находясь в состоянии алкогольного опьянения, Зуев С.А. заснул на своём рабочем месте. В 2ч.30мин. машинист автосамосвала Белаз 7547 №17 Самойлов И.М., заезжая под погрузку к экскаватору Hitachi EX-800 не получил сигнала остановки (в соответствии с принятой систе-

мой сигнализации) от Зуева С.А., в результате чего произошло столкновение автосамосвала и экскаватора. Причины несчастного случая:

1. Нарушение правил внутреннего распорядка организации.
2. Низкая дисциплина сотрудников организации.
3. Низкий контроль со стороны ИТР за состоянием рабочих на смене.

В процессе сбора материала мы исследовали существующие требования по охране труда при работе гидравлического экскаватора, проанализировали несчастные случаи на производстве и разработали мероприятия по снижению числа несчастных случаев на производстве.

Мероприятия по предотвращению несчастных случаев

Для несчастных случаев, связанных с нарушением технологии ведения горных работ, предлагаем ввести следующие дополнения:

Запрещается работать на сдвоенных уступах, заколах, работать одновременно с верхним и нижним черпанием, так как это может вызвать обрушение.

Высота уступа определяется проектом с учётом физико-механических свойств горных пород и полезного ископаемого, а также горно-геологических условий их залегания и параметров оборудования. При применении гидравлических экскаваторов безопасная высота уступа определяется расчётами с учётом траектории движения ковша экскаватора.

Экскаватор необходимо располагать на уступе на выровненном основании с уклоном, не превышающим допустимого техническим паспортом экскаватора. Расстояние между откосом уступа или транспортного средства до экскаватора определяется паспортом забоя и составляет не менее 1м.

Работа экскаватора в опасных условиях должна проводиться под постоянным контролем горного мастера, старшего горного мастера или начальника участка.

Необходимо ужесточить контроль за состоянием складов и отвалов в осенне-весенний период со стороны маркшейдерской службы и геологов.

Необходимо обеспечить своевременную механизированную ликвидацию нависей и козырьков.

Большое количество инцидентов происходит в зимний период. Учитывая, климатические условия Кемеровской области, в этот период следует особо усилить контроль за соблюдением требований охраны труда. В связи с этим я предлагаю внести в данную инструкцию следующие дополнения:

Учитывая конструктивные особенности гидравлических экскаваторов, необходимо установить температурный режим, т.к. при сильных морозах нередко происходит выход из строя гидросистема (происходит преломление шлангов). В результате чего происходит простой оборудования.

При поломке экскаватора в зимний период для проведения ремонта требуется полное отключение экскаватора. При этом отключается система

обогрева и возникает опасность переохлаждения и обморожения машиниста экскаватора, что может нанести существенный вред здоровью. Предлагается оборудовать экскаватор средствами автономного обогрева.

Для несчастных случаев, возникающих из-за человеческого фактора, предлагается ввести следующие дополнения:

Проводить медицинскую проверку рабочих на алкогольное опьянение не только в начале и в конце смены, но и периодически во время смены.

Усилить контроль за соблюдением рабочими правил внутреннего распорядка организации.

Список литературы:

1. Анистратов, Ю. И. Технологические процессы открытых горных работ [Текст] / Ю. И. Анистратов, – М. : Недра, 1995. – 578 с.
2. Демин, А. М. Сборник задач по открытой разработке месторождений полезных ископаемых [Текст] / А. М. Демин, – М. : Недра, 1985. – 324 с.
3. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом [Текст]. – М. : НПО ОБТ, 2003. – 238 с.
4. Ржевский, В. В. Открытые горные работы, ч. 1, ч. 2. В. В. Ржевский, – М. : Недра, 1988. – 631 с.
5. Трубецкой, К. Н. Справочник. Открытые горные работы [Текст] / К. Н. Трубецкой, – М. : Горное бюро, 1994.– 742 с.
6. Хохряков, В. С. Проектирование карьеров В. С. Хохряков, – М. : Недра, 1992. – 421 с.

УДК 331.43 : 622

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ РАБОТНИКОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ Г. БЕЛОВО И БЕЛОВСКОГО РАЙОНА

А.В. Чеканова

ГОУ НПО ПУ №5 г. Белово

Технологические системы разработки угольных месторождений в Кузбассе до настоящего времени предопределены сложными горно-геологическими условиями и сопровождаются воздействием на работников угольных предприятий вредных производственных факторов, что в свою очередь может привести к профессиональным заболеваниям. Профессиональное заболевание – это результат воздействия на работника вредных производственных факторов.

Целью данной работы является предложение рекомендаций по снижению уровня профессиональных заболеваний и улучшению условий труда на угольных предприятиях города Белово и Беловского района. Объек-

том являются вредные производственные факторы, влияющие на здоровье работников. Предмет данной работы – это непосредственно профессиональные заболевания. Актуальность данной темы обусловлена тем, что Кузбасс среди всех субъектов России занимает первое место по уровню профессиональных заболеваний, основная доля которых приходится на угольную промышленность. Поэтому сохранение здоровья работников в настоящее время является одним из главных приоритетов. Для осуществления данной цели были поставлены следующие задачи:

1. выявить вредные производственные факторы, наиболее часто являющиеся причиной проф. заболеваний;
2. выявить уровень проф. заболеваний на угольных предприятиях г. Белово и Беловского района;
3. выявить, как решают эту проблему на угольных предприятиях;
4. предложение рекомендаций по снижению уровня проф. заболеваний и улучшению условий труда.

Первым этапом нашей работы было выявление вредных производственных факторов, наиболее часто являющихся причиной профессиональных заболеваний. Для этого были исследованы акты проф. заболеваний с 2002 по 2008 годы. В результате этого были получены следующие данные: 45% приходится на влияние физических нагрузок и перенапряжения; 25% – влияние вибрации; 13% – шума; 10% – пыли, вредных газов; 7% – влияние химических и биологических факторов. Причём на предприятиях открытой добычи угля, т.е. разрезах наибольшее влияние оказывает вибрация и шум. Это обусловлено конструктивными особенностями используемого оборудования, недостаточным использованием защитных средств. На шахтах наибольшее влияние оказывают физические нагрузки и перенапряжение. Это происходит вследствие нахождения в вынужденной позе (30–50% смены) при работе на механизмах, выраженной статической и динамической нагрузкой. Кроме воздействия вредных производственных факторов причинами возникновения профессиональных заболеваний являются длительный стаж работы и тяжёлые условия труда, а также неиспользование средств индивидуальной защиты.

В настоящее время среди работников угольных предприятий особого внимания требует состояние мужчин, так как они являются основными работниками и чаще подвергаются воздействию вредных производственных факторов.

Среди профессиональных заболеваний на угольных предприятиях города и района наибольшее распространение получили вибрационная болезнь и болезнь позвоночника и суставов. Причём на разрезах наиболее распространённым проф. заболеванием является вибрационная болезнь, на шахтах – болезнь позвоночника и суставов. Это обусловлено наибольшим влиянием вибрации и физических нагрузок и перенапряжения. Кроме того практически в равной степени, как на шахтах так и на разрезах распространена тугоухость. Силикоз и бронхит в наибольшей степени распро-

странены на шахтах, чем на разрезах. Эти данные были получены так же при исследовании актов проф. заболеваний.

Мы решили выяснить, какие действия предпринимают для предотвращения профессиональных заболеваний на предприятиях города и района. В результате исследования было выявлено, что для этого работников обеспечивают средствами индивидуальной защиты. Но мы считаем, что этого не достаточно для эффективной борьбы по снижению профессиональных заболеваний. Проанализировав полученные данные, мы решила предложить следующие практические рекомендации, которые были согласованы с Федеральной Службой Роспотребнадзора г. Белово и Беловского района:

1. Усилить контроль применения средств индивидуальной защиты, как со стороны работодателя, так и со стороны ФС Роспотребнадзора;
2. При выявлении на рабочих местах горного оборудования повышенных параметров вибрации осуществлять планоно – предупредительный ремонт оборудования с проведением контрольных замеров параметров данного вредного фактора;
3. Разработать и обеспечить специальный режим труда для работников занятых тяжелым физическим трудом;
4. Заменить устаревшее оборудование с высокой степенью вибрации и шума на более модернизированное;
5. Обеспечить льготами работников имеющих длительный стаж работы во вредных условиях труда.

Мы надеемся, что если принять во внимание хотя бы некоторые из предложенных практических рекомендаций, то это позволит снизить уровень профессиональных заболеваний и сохранить здоровье людей, работающих не только на угольных предприятиях нашего города, но и всего Кузбасса.

УДК 330.15

ЭКОЛОГО–ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ КАК ФАКТОР ГАРМОНИЧНОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ

Л.В. Чхутиашвили

МГЮА имени О.Е. Кутафина

Для России ориентация на традиционные экономические показатели в ближайшей перспективе может иметь негативные последствия. Роста этих показателей можно добиться, быстро выкачав из недр нефть, газ, добывая руду и уголь, вырубив леса и пр., что в определенной степени сейчас и происходит. Экологические последствия такой политики будут самыми катастрофическими.

Утвержденная Правительством РФ в 2003 году Энергетическая стратегия России на период до 2020 года стала первым официальным стратеги-

ческим документом национального масштаба в новом столетии. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года формирует новые стратегические ориентиры развития энергетического сектора в рамках перехода российской экономики на инновационный путь развития, предусмотренный Концепцией долгосрочного социально-экономического развития РФ, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.⁷

Угольная отрасль хозяйствования (одна из базовых в ТЭК) в рамках энергетической стратегии России имеет в топливно-энергетическом балансе определенную перспективу роста угледобычи на период до 2030 года.

Необходимость технико-тактических новаций и технологических разработок для обеспечения эффективности углепромышленного производства на долгосрочную перспективу перехода на модель безопасного устойчивого эколого-экономического развития предопределяется увеличением объемов добычи и использования угольного ресурса.

Научно-технические разработки в угольной отрасли должны соответствовать критериям наилучших доступных технологий по меркам экологической чистоты технологических процессов (добычи и использования угля и продуктов его комплексной переработки).

Достижение необходимых параметров потребует кооперации, в том числе с зарубежными партнерами, поэтому актуальной является разработка нормативно-правовой и регламентной документации на основе отечественной законодательной базы соответствующей международным стандартам. Требуется разработать специальный комплект нормативно-технической документации, ориентированной на обеспечение устойчивого эколого-экономического развития угольной промышленности России. Такой тип развития связывается с малоотходными (безотходными) и экологически чистыми технологиями добычи и переработки угля (МоЭЧТУ – технологии, внедрение которых обеспечит минимальный уровень экологически отрицательных проявлений в окружающей среде на любой из стадий производственного процесса), позволяющими сократить объемы работ по восстановлению и охране компонентов природной среды.

В соответствии с указанными критериями должны быть разработаны нормативно-регламентные документы для комплексной оценки состояния природной среды с учетом воздействий на окружающую среду.

Достижение намеченных показателей развития угольного производства может быть сдержано из-за отсутствия⁸:

⁷ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года»

⁸ Пальянова Н. В., Каплунов Ю. В., Задков Д. А., Шанина К. С. Совершенствование нормативно-правовой и законодательной базы обеспечения устойчивого эколого-экономического развития угольной промышленности России // Сборник материалов научной

- реестров с утвержденной номенклатурой показателей, обязательной для мониторинга загрязнения окружающей среды, учета конкретных (рисковых) загрязнителей, как для горнопромышленных территорий, так и для смежных (приграничных) ландшафтов;
- базы документов, разработанной на единой научно–методологической основе в качестве методического обеспечения норм качества окружающей природной среды и возможности их пересмотра по условиям меняющейся ситуации (как ухудшающейся, так и улучшающейся);
- утвержденных нормативов комплексных предельно–допустимых концентраций (ПДК) выбросов загрязняющих веществ, адаптированных к требованию обеспечения устойчивого состояния растительного и животного мира.

Отсутствие в стране единой системы эколого–экономических нормативов – фактор, сдерживающий гармоничное развитие социальных, экономических и экологических систем жизнеобеспечения населения. Без таких нормативов в привязке к территориально–географическим условиям не возможно эффективно управлять и регулировать процессами защиты природы, охраны и рационального использования природных ресурсов, а также восстановления компонентов окружающей природной среды.

На наш взгляд, в действующей к настоящему времени в РФ системе нормирования предельно–допустимых выбросов (ПДВ), предельно–допустимых сбросов (ПДС), основанной на расчетах методов критической нагрузки на экосистему с учетом соблюдения гигиенических нормативов, имеется целый ряд недостатков⁹:

- в отраслевых нормативах не предусмотрены показатели, используя которые можно было бы объективно оценить реакции компонентов среды от конкретных объектов и конкретных территорий;
- многие показатели, характеризующие качество окружающей природной среды между собой не сопоставимы (или трудно сопоставимы из–за отсутствия унифицированных методик их определения);
- отсутствуют регламентные документы с перечнем показателей, по которым можно ранжировать технологии –по критерию наилучших доступных применительно к практике угольной промышленности;
- отсутствуют экологические требования к очистным природоохранным технологиям, сооружениям и оборудованию, а также типовые экологические нормативы, регламентирующие объемы выбросов и сбросов загрязняющих веществ, применительно к различным предприятиям в зависимости от используемых технологий;

конференции «Актуальные проблемы горного права». Москва. МГЮА имени О.Е. Кутафина, 2009, С. 145

⁹ Там же. С. 147

- отсутствуют нормативы воздействия веществ, применительно к оценке опасности производств на человека и на глобальные параметры систем (из-за парниковых газов, теплового загрязнения и др.);
- отсутствует международный единый банк данных о нормативах: качества окружающей природной среды по различным странам мира.

В США, Германии, Франции и ряде других стран допустимый объем выбросов (сбросов) регламентируется техническими нормативами, которые разделены на две группы: для лучших перспективных и для действующих технологий. Стало практически общепринятым, особенно в Европе, для вновь проектируемых, предприятий рекомендовать использовать нормативы, соотнесенные с лучшими технологиями. При этом срок использования нормативов действующих технологий ограничивать временным моментом начала реконструкции. Для случая не соблюдения установленных объемных показателей выбросов (сбросов) предусмотрены механизмы административных влияний, в том числе закрытие производств. Разумная адаптация российской нормативной базы к международным стандартам будет способствовать технологической интеграции России в мировое сообщество.

Создание комплексной системы нормирования качества окружающей природной среды в России возможно при следующих условиях:

- назначения специального федерального органа исполнительной власти по координации работы органов всех уровней исполнительной власти для обеспечения требований по охране окружающей среды и экологической безопасности;
- полномасштабного внедрения правового и информационного обеспечения нормирования качества окружающей среды;
- разработки и внедрения концепции системы долгосрочного экологического нормирования и стандартизации качества окружающей среды;
- разработки федеральной программы, включающей пересмотр отдельных гигиенических и рыбохозяйственных нормативов;
- введения регионального нормирования качества окружающей среды с учетом природно-климатических особенностей регионов, видов и степени антропогенной нагрузки;
- разработки и введение единых классификаторов воздействий объектов хозяйственной деятельности на экологические системы и последствий воздействий по регионам (федеральным округам).

Представляется целесообразным Правительству РФ поручить:

- соответствующим органам исполнительной власти разработать Концепцию системы экологического нормирования и стандартизации качества окружающей природной среды с учетом глобального экономического кризиса, а на ее основе – Федеральную целевую программу эко-

логического нормирования качества окружающей природной среды на период проявления кризисных явлений в экономике;

- профильным Федеральным агентствам и министерствам предусмотреть в рамках НИР выполнение тематик по экологическому нормированию качества окружающей среды;
- субъектам РФ внести предложения по формированию региональной системы нормирования качества окружающей среды с учетом уровня антропогенной нагрузки, природно–климатических особенностей регионов и перспектив развития добычи полезных ископаемых на период до 2030 года.

В качестве первоочередных следует принять к разработке и внедрению:

- 1) правила экологической безопасности разработки угольных месторождений;
- 2) методические указания по предупреждению, локализации и ликвидации экологических последствий кризисных ситуаций техногенного и природного происхождения в углепромышленных регионах с учетом факторов масштабного закрытия шахт и разрезов;
- 3) экологические требования и критерии к технологиям и оборудованию угольных производств для устойчиво–безопасного состояния объектов угольных регионов;
- 4) технические регламенты на внедрение систем геодинамического и экологического мониторинга в районах шахтерских городов и поселков для обеспечения безопасных условий жизнедеятельности населения;
- 5) указания по обязательному использованию в практике проектных работ методических разработок и карт районирования геодинамически опасных территорий в целях предотвращения прямых ущербов и потерь от наступления геодинамически опасных событий.
- 6) документы, необходимые угольной отрасли для перехода на экологически чистые технологии угольного производства, могут быть разработаны отраслевой наукой.

Список литературы:

1. Secretary–General Ban Ki–moon. My priorities as Secretary–General. Priorities for action. URL: <http://www.un.org/sg/priority.shtml> (дата обращения: 18.07.2010).
2. Пальянова Н. В., Каплунов Ю. В., Задков Д. А., Шанина К. С. Совершенствование нормативно–правовой и законодательной базы обеспечения устойчивого эколого–экономического развития угольной промышленности России // Сборник материалов научной конференции «Актуальные проблемы горного права». Москва, 2009.

Секция «ЭКОНОМИКО–МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ»

УДК 517.5

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫРАЖЕНИЯ ОБЩЕГО ЧЛЕНА АРИФМЕТИЧЕСКОГО РЯДА СПОСОБОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ПониЖЕНИЯ ПОРЯДКА ПОЛИНОМА

Е.Е. Алексеева

БГА РФ

Как отмечалось в [1], арифметический ряд m -го порядка имеет m последовательных рядов разностей, причём последние m – е разности равны между собой. Последующие разности порядка $m+1$ и более равны нулю и не представляют интереса. Номер m постоянных разностей указывает порядок полинома образующего данный арифметический ряд.

Так, например, ряд вида

$$1 + 8 + 29 + 76 + 161 + 296 + \dots \quad (1)$$

имеет три последовательных разности $\Delta', \Delta'', \Delta'''$

$$S \quad 1 + 8 + 29 + 76 + 161 + 296 + \dots$$

$$\Delta' \quad 7 \quad 21 \quad 47 \quad 85 \quad 135 \quad \dots$$

$$\Delta'' \quad 14 \quad 26 \quad 38 \quad 50 \quad \dots$$

$$\Delta''' \quad 12 \quad 12 \quad 12 \quad \dots$$

Номер последних значений разностей указывает порядок полинома $P_m(n)$, который является общим членом ряда $e^{-1/x} = 1 - \frac{1}{1!x} + \frac{1}{2!x^2} - \frac{1}{3!x^3} + \dots \quad x \neq 0$.

В данном случае этот полином имеет вид:

$$P_3(n) = a_0 + a_1n + a_2n^2 + a_3n^3 \quad (2)$$

Третья последовательность разностей Δ''' имеет постоянное значение (в данном случае равное 12), что можно записать в виде: $\Delta''' = 12$

Эта прямолинейная зависимость от величины n показана на рисунке 1.

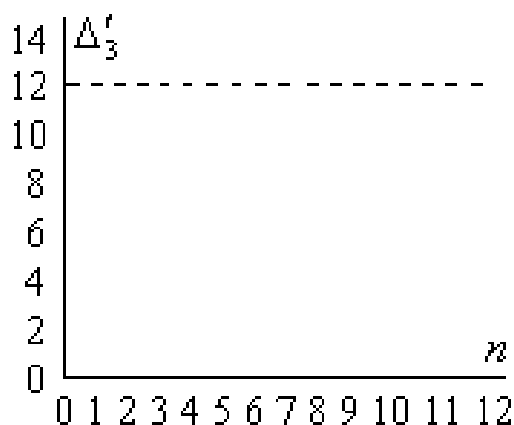


Рис. 1. Зависимость третьих разностей $\Delta'''(n)$ от номера по порядку n .

Очевидно, что в самом общем случае график полинома (2) в зависимости от аргумента n представляет собой кубическую параболу и лишь третья производная от полинома (2) $P_3'''(n) = 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot a_3$ даёт так же постоянную величину при изменении аргумента n . Приравняв значение третьей производной от полинома и третьей разности $P_3'''(n) = \Delta'''(n)$, получим: $a_3 = 2$

Таким образом, последнее слагаемое полинома (2) $a_3 n^3$ может быть вычислено для всех значений n , начиная от 0, что и представлено ниже.

n	0	1	2	3	4	5
$a_3 n^3$	0	2	16	54	128	250

Если численные значения $a_3 n^3$, приведённые выше, вычесть из соответствующих слагаемых исходного ряда (1), то получится новый ряд, общий член которого описывается полиномом второго порядка

$$P(n) = a_0 + a_1 n + a_2 n^2 \quad (3)$$

а сам новый ряд записывается в виде:

$$\sum_{n=0}^{\infty} (a_0 + a_1 n + a_2 n^2) = 1 + 6 + 13 + 22 + 33 + 46 + \dots \quad (4)$$

Для нового ряда находятся первые и вторые разности

$$S \quad 1 + 6 + 13 + 22 + 33 + 46 + \dots$$

$$\Delta' \quad 5 \quad 7 \quad 9 \quad 11 \quad 13 \quad \dots$$

$$\Delta'' \quad 2 \quad 2 \quad 2 \quad 2 \quad \dots$$

а так же вторая производная полинома (2)

$$P_2''(n) = 2a_2$$

Из равенства $P_2''(n) = \Delta_2''$ находится значение коэффициента a_2 , $a_2 = 1$

Точно так же получается ряд для отыскания коэффициента a_1 :

$$\sum_{n=0}^{\infty} (a_0 + a_1 n) = 1 + 5 + 9 + 13 + 17 + 21 + \dots$$

$$\Delta' \quad 4 \quad 4 \quad 4 \quad 4 \quad 4 \quad \dots$$

откуда аналогично находится его величина: $a_1 = 4$.

Величина $a_0 = 1$ получается аналогично предыдущему из ряда:

$\sum_{n=0}^{\infty} a_0 = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + \dots$ Можно заметить, что операция отыскания a_0 тривиальна, т.к. его значение всегда равно первому члену ряда.

С учётом полученных значений коэффициентов a_0, a_1, a_2, a_3 выражение общего члена ряда (2) окончательно записывается в виде:

$$P_3(n) = 2n^3 + n^2 + 4n + 1$$

Подстановка в этот полином значений n от 0 и далее позволяет воспроизвести слагаемые ряда (1). Из приведённых рассуждений нетрудно подметить и записать обобщённую формулу для отыскания коэффициентов a_m полинома арифметического ряда в виде: $a_m = \frac{\Delta^{(m)}}{m!}$

Таким образом, для отыскания последнего коэффициента полинома, образующего арифметический ряд, достаточно знать порядок полинома m и численную величину постоянной (ненулевой) разности $\Delta^{(m)}$. Значение коэффициента a_m , вычисленное по этим данным, позволяет рассчитать численные значения составляющей m -го порядка полинома арифметического ряда и исключить их из слагаемых исходного ряда. Эта операция, повторенная m раз (с каждым последующим рядом и его полиномом) позволяет определить все коэффициенты полинома арифметического ряда.

При вычислении разностей арифметических прогрессий высоких порядков проще пользоваться их выражениями, записанными в функции от членов арифметического ряда:

$$\begin{aligned} \Delta' &= u_1 - u_0 \\ \Delta'' &= u_2 - 2u_1 + u_0 \\ \Delta''' &= u_3 - 3u_2 + 3u_1 - u_0 \\ \Delta'''' &= u_4 - 4u_3 + 6u_2 - 4u_1 + u_0 \\ \Delta''''' &= u_5 - 5u_4 + 10u_3 - 10u_2 + 5u_1 - u_0 \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}$$

Здесь не трудно заметить, что численные коэффициенты в последних формулах — это коэффициенты бинома Ньютона целых степеней, а их сумма в каждой разности равна нулю.

Способ последовательного понижения порядка полинома позволяет достаточно быстро и без громоздких вычислений определять выражение общего члена ряда, а применительно к последовательности частичных сумм ряда и выражение его суммы.

УДК 744:514.185.2

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ЧИСЛЕННО ЗНАКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ЧЕРТЕЖАХ

Т.А. Баздерова, Л.А. Губинская
Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

Известно, что фундаментальными понятиями геометрии является пространство и его размерность. Под размерностью пространства понимается количество параметров, которое необходимо для выделения точки в нем. Это основное понятие может быть определено и как минимальное число направлений точки, пользуясь которыми возможно переместить точку пространства до совмещения с любой другой.

Для выделения точки в R^n необходимо указать n параметров. Точка R^0 , прямая R^1 , плоскость R^2 ... являются линейными образами, в аналитической геометрии они описываются уравнениями первого порядка. Пространство может быть не только точечным. Элементами пространства также являются прямые, окружности, плоскости и другие образы. Прямые в R^3 являются четырехмерным множеством, так как для задания прямой в R^3 необходимо четыре параметра. Пучок прямых на плоскости является одномерным множеством, а связка прямых или плоскостей в R^3 — двухмерным множеством. Для установления размерности вновь сконструированных пространств можно использовать взаимно однозначное соответствие элементов данного множества с элементами известных пространств. Так, например, пучок прямых можно однозначно сопоставить с рядом точек на прямой, а связку прямых — с плоским полем точек [4].

Задание двух точек определяют прямую линию, трех – плоскость, $(n+1)$ точек – пространство R^n . Набор элементов (точек), определяющих геометрический образ называется репером. Если количество точек, входящих в реперы двух пространств R^k и R^l , принадлежащих R^n , превосходит $(n+1)$, то R^k и R^l имеют пересечение в R^n по образу R^p . Размерность которого определяется по формуле: $p + l - n$ [4]. Если образы R^k и R^l не имеют пересечения в R^n , то они объединяются в образ R^{kl} , размерность которого равна: $k + l + 1$. Очевидно, что размерность пространства и информационный индекс элемента совпадают по значению, но первый относится ко всему множеству, а второй – к элементу множества. Для определения информационного индекса j_m элемента R^m , входящего во множество всех R^m , заполняющих R^n , используется формула: $j_m = (n - m)(m + 1)$ [4]. Множество всех элементов R^l , содержащих в себе один и тот же образ R^k ($k < l$) и расположенных в R^n , называется звездой. Образ R^l – элемент звезды, R^k – центр звезды. Звезда символически записывается R^{kl} . Информационный индекс звезды определяется по формуле: $j_{зв.} = (n - l)(l - k)$ [4].

Кроме линейных элементов пространства существует бесконечное разнообразие криволинейных форм. При изучении криволинейных форм задается алгоритм их построения или набор элементов (репер), определяющий их. Как правило, алгоритмы построения криволинейных форм состоят из линейных образов и операций их пересечения и объединения. Пространства могут также рассматриваться как множества криволинейных форм. Так, плоскость, представленная совокупностью всех окружностей, является трехмерным множеством. Чаще всего, когда точка является элементом множества, используется термин «размерность», а когда элементом множества является какой-то другой образ – термин «параметрическое число». Если геометрическое множество имеет несколько элементов, то для определения параметрического числа j_m необходимо суммировать числа параметров всех образов: $j_m = j_1 + j_2 + \dots + j_n$.

Надо заметить, что понятие о размерности или числе параметров имеют принципиальное значение и для чисто геометрических преобразований. Для получения изоморфной модели необходимо, чтобы исходное множество и его модель имели одинаковую размерность модели меньше размерности исходного пространства, то имеет место гомоморфное моделирование. При этом неоднозначность увеличивается с увеличением разрыва между размерностями объекта и его модели. Одним из характерных способов установления конструктивной связи исходного и картинного пространств является операция проектирования в ее общем виде [3]. Если размерность проектируемых образов меньше размерности элементов исходного пространства, то для получения изоморфной модели необходимо ее повторение. При этом будет иметь место наличие исключенных элементов, не имеющих однозначной модели на картине.

Для определения числа параметров геометрических образов используются различные системы кодирования. Наиболее распространенными системами кодирования являются прямоугольная декартова и полярная системы координат. Обобщением прямоугольной декартовой системы координат является проективная система координат. Существует и можно сконструировать еще много других вариантов пространственно–числового кодирования. Так, например, все точки плоскости можно кодировать с помощью окружностей из двух центров. Так называемые бинарные поля можно получить и с помощью другого набора линий. Сопоставление ряда точек на прямой линии и ряда чисел называется шкалой [11]. Шкала может быть равномерной, логарифмической и т.д. Много интересных примеров пространственно–числового кодирования можно найти в монографиях и статьях по номографии и расчетным геометрическим моделям. Простота и доступность решения многих практических задач зависит от удачно выбранной системы кодирования. Для кодирования точек поверхностей удобно использовать способы их образования. Так, для выделения точек на поверхности однополостного гиперболоида достаточно пронумеровать две образующие, принадлежащие разным сериям. Заметим также, что разделение образов на линейные и нелинейные может определяться системой отнесения (кодирования). Кривая второго порядка в декартовой системе координат легко спрямляется изменением оцифровки на одной из шкал. На вид геометрического образа или аналитического выражения, его описывающего, оказывает большое значение принятая система отнесения и выбор начала отсчета. Например, движения объекта относительно неподвижного наблюдателя является криволинейным, а относительно движущегося наблюдателя – прямолинейным.

В машиностроительном черчении в качестве начал отсчета используются плоскости и поверхности. Так, для обозначения допусков формы и расположения поверхностей используются теоретические оси, плоскости или поверхности (базы), относительно которых задается числовое значение допуска прямолинейности, плоскостности, цилиндричности и т.д. [1, 2, 5, 6, 8, 14]. При нанесении размеров различают параметры формы и параметры положения формы [8, 9, 12, 13]. Для определения минимального количества размеров детали необходимо уметь определять параметры формы и положения составных элементарных фигур. В теории нанесения размеров на машиностроительных чертежах большое место занимает выбор баз (т.е. начал отсчета): конструкторских, технологических и измерительных [2, 5]. При нанесении предельных отклонений размеров учитывается система посадок (система отверстия или вала), когда различные посадки при одном и том же номинальном размере и классе точности достигаются за счет вала или отверстия. Для обозначения шероховатости поверхности используются усредненные параметры, характеризующие микрогеометрию поверхностей (среднее арифметическое отклонение профиля, средняя высота неровно-

стей профиля по 10 точкам, средний шаг неровностей, относительная опорная длина профиля и т.д.). При нанесении размеров формы используются условные знаки: « \varnothing » – диаметр, « R » – радиус, « \circ » – сфера, « \frown » – дуга, « \square » – квадрат, « \sphericalangle » – уклон и т.д., которые сокращают число размеров или изображений. По числу параметров (размеров) фигуры на чертеже можно определить достаточность выполненных изображений.

Для любой детали количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным, чтобы можно было определить размеры всех элементов детали. Для каждого элемента неплоских деталей необходимо задать три относительных размера. Однако симметрия и другие особенности детали позволяют сократить количество относительных размеров. Не нужен и третий относительный размер, если деталь имеет вторую вертикальную плоскость симметрии (перпендикулярную первой).

При простановке размеров деталей, представляющих сочетание геометрических тел, надо всегда учитывать минимальное количество размеров, определяющих каждое простое геометрическое тело, и не допускать на чертеже лишних размеров. Так, например, для цилиндра необходимо два линейных размера (высота и диаметр). Для усеченного конуса необходимо задать любых три размера из четырех: диаметр одного основания, диаметр другого основания, высота конуса и конусность (отношение разности диаметров оснований к высоте). Для сферы необходим один размер, при необходимости с пояснительным обозначением (символом \circ). Для тора (кольца) необходимо два размера: диаметры образующей и направляющей окружностей. Умение четко определять параметры формы простейших фигур: сферы, цилиндра, конуса, тора, призмы, пирамиды – и их взаимного положения позволяет правильно и быстро читать чертежи.

Проставляя размеры, конструктор должен определить какие размеры проставить на чертеже, чтобы для каждого элемента детали они были заданы не только геометрически полно, технологически грамотно, но и согласованы с производственным процессом, типичным для изготовления данной детали (разметка, обработка, контроль). При этом приходится решать, какие именно элементы детали лучше принять за размерные базы для отсчета и измерения контролируемых размеров.

Размеры плоской детали в опытном производстве используют для индивидуальной разметки по контуру, а в серийном и в массовом производствах – для изготовления приспособления: штампа или шаблона. При разметке сначала проводят две взаимно перпендикулярные линии, которые служат осями координат или размерными базами, от которых откладывают размеры для заданных элементов контура, центров дуг окружностей, центров отверстий, характерных точек; проводят вспомогательные размерные базы и т.д. Затем выполняют геометрические построения для нахождения не заданных центров, решают различные задачи на сопряжения: проводят дуги, касательные, выполняют сопряжения прямых с дугами окружностей

и т.д. При простановке размеров на чертежах и разметке фактически применяют обычный метод координат. С деталью связывают взаимно перпендикулярные оси координат таким образом, чтобы количество размеров, определяющих контур, было наименьшим.

Анализ и систематизация численно знаковой информации на чертежах позволяет увидеть общие тенденции развития теории геометрического моделирования и систем автоматизированного проектирования для интенсификации процессов разработки и выпуска новых изделий. Для успешного решения разнообразных конструкторско–технических задач с помощью современных средств вычислительной техники необходимо соответствующее программное обеспечение, которое, в свою очередь, практически невозможно без специальной разработки законов и правил выполнения чертежей различных отраслей производства.

Список литературы:

1. Березина Л.Е. Графы и их применение: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1979. 143 с.
2. Вальков К.И. Геометрические методы научного моделирования: Учебное пособие для слушателей ФПК. – Л.: ЛИСИ, 1977. 80 с.
3. Вальков К.И. Лекции по основам геометрического моделирования. – Л.: ЛГУ, 1975. 180 с.
4. Вальков К.И. Введение в теорию моделирования. – Л.: ЛИСИ, 1974. 152 с.
5. Глаголев Н.А. Проективная геометрия / Под ред. А.А.Глаголева. – 2–е изд. – М.: Высшая школа, 1963. 344 с.
6. Дубровин Б.А. Современная геометрия: Методы и приложения / Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. – 2–е изд., перераб. – М.: Наука, Гл. ред. физ.–мат. лит., 1986. 760 с.
7. Клайн М. Математика. Поиск истины: Пер. с англ. /Под ред. и с предисл. В.И. Аршинова, Ю.В.Сачкова. – М.: Мир, 1988. 295 с.
8. Кокстер Г.С. Новые встречи с геометрией / Кокстер Г.С., Грейтцер С.Л.. Пер. с англ. /Под ред. А.П.Савина. – М.: Наука, 1978. 223 с.
9. Математическое моделирование / Под ред. и предисл. Дж. Эндрюса и Р. Мак–Лоуна: Пер. с англ. – М.: 1976. 277 с.
10. Сазанов А.А. Четырехмерный мир Минковского. – М.: Наука. Гл. ред. физ.–мат. лит., 1988 – (Пробл. науки и техн. прогресса). 224 с.
11. Харари Ф. Перечисление графов / Харари Ф., Палмер Э.: Пер. с англ. Г.П. Гаврилова. – М.: Мир, 1977. 324 с.
12. Хованский Г.С. Основы номографии. – М.: Наука. Гл. ред. физ.–мат. лит., 1976. 351 с.
13. Четверухин Н.Ф. Проективная геометрия: Учеб. для пед. ин–тов. – 2–е изд. – М.: Просвещение, 1969. 368 с.

14. Bertoline G.R. Engineering graphics communication. / Bertoline G.R., Wiebe E.N., Miller C.L., Nasman L.O. USA: Richard D. Irwin, inc., 1995. 1085 p.
15. Pare E.G. Descriptive geometry: Fourth Edition / Pare E.G., Loving R.O., Hill I.L. New York: Macmillan publishing co., inc. London: Collier Macmillan publishers, 1971. 392 p.

УДК 514.(181.6 + 182.3):617.7

К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ НАГЛЯДНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Т.А. Баздерова, Е.В. Князькина

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

Человек от рождения обладает способностью воспринимать пространственные соотношения предметов. Ощущение пространственной формы предметов происходит через органы чувств, главным образом, через зрение. Глаз – это традиционный объект исследования физиков, астрономов, физиологов и психологов, а также математиков и инженеров. Но до сих пор в области исследований зрительной системы человека много проблем, в том числе и в изучении восприятия пространства и движения. А, именно, каким образом постоянно меняющиеся зрительные структуры, возникающие на сетчатке глаза, перекодируются мозгом в устойчивые картины внешних предметов, столь отличные от зрительных образов? Глаза геометрически моделируют внешний мир и передают эту информацию в мозг, который перерабатывает получаемую информацию и строит новые гипотезы и модели прошлого, настоящего и будущего. Естественно, что зрительное восприятие вовлекает многочисленные источники информации помимо тех, которые воспринимаются глазом, когда мы смотрим на объект. Как правило, в процесс восприятия включаются знания об объекте, полученные из прошлого опыта, а этот опыт предполагает и другие ощущения: осязательные, вкусовые, обонятельные, слуховые, температурные, болевые и т.д. Различные животные для пространственной ориентировки используют еще другие средства или имеют более целесообразное развитие соответствующих органов чувств. Так, например, летучая мышь для обнаружения предметов использует ультразвуковую локацию, глубоководные рыбы имеют электромагнитное излучение, сова или филин обладают большей чувствительностью глаз, а у орла более сильно развита острота зрения. Естественно, что человек все более и более совершенствует орудия для получения подробной информации о пространственном строении объектов окружающего мира, недоступных непосредственному наблюдению, используя специальные электронные и оптические средства и приборы.

Существование так называемых “двусмысленных рисунков” объясняется гомоморфизмом (неоднозначностью) плоских моделей пространства. Неоднозначность трактовки изображения – является тело выпуклым

или вогнутым – разрешается учетом распределения светотени на поверхностях предметов, но здесь возникает проблема различия контурных линий детали от линий теней, бликов, текстуры материала, трещин и т.п. Таким образом, с учетом дополнительных сведений о предмете (цвет, фактура, материал и т.д.) действует эффект сложности. Существенным оказывается также снятие упрощения, что рассматривание объектов глазами осуществляется с фиксированной неподвижной точки. Хотелось бы обратить внимание на самый главный, но до сих пор незамеченный факт, что рассматривание предметов двумя глазами соответствует методу двух изображений начертательной геометрии как изоморфной модели в целом трехмерного пространства на плоскости. Вопрос только в том, как символизируются, т.е. расставляются в пары, два поля проекций. В начертательной геометрии для этой цели используются буквы или цифры с индексами подстрочными или надстрочными. На не символизированных изображениях проекционных чертежей возникает неоднозначность и появляется необходимость в построении трех, четырех, пяти, шести и более видов. Вероятно, это соответствует повороту головы, отходу или приближению к объекту при рассматривании.

Особый интерес представляют анаглифные (стереоскопические) изображения [2]. Стереоскопия, как наука о зрительном восприятии трехмерного окружающего нас пространства и создании технических средств построения видимого пространственного образа предметов, появилась давно и достигла значительных результатов. В начертательной геометрии для придания объемности плоским изображениям используют стереоскопический эффект, рассматривание специальных рисунков через цветные анаглифические очки (два светофильтра, например, синий и красный). Воспроизведение стереоскопических и панорамно–интегральных изображений может осуществляться с помощью раstra–решетки. В дальнейшем появились стереоскопическая фотография, печать, кинематография и телевидение.

Задача создания машинного зрения еще более усложняется в связи с рассмотрением зрительного восприятия движущихся объектов. Существует много специальных методов наблюдения, регистрации и изучения, развивающихся во времени процессов трехмерного пространства [1]. Широкое распространение получил метод измерительной съемки или киносъемки. В зависимости от взаимного положения центров проектирования и центральных лучей (оптических осей) в каждый момент времени, стереосъемка подразделяется: на съемку при фиксированном базисе и фиксированных центральных лучах; съемку при переменном базисе и неподвижных в принятой системе отсчета центральных лучах; съемку меняющимися центральными лучами при постоянной длине базиса; съемку из подвижных центров подвижными центральными лучами. Целью измерительной стерео киносъемки является получение модели процесса. Пользуясь которой, можно изучать различные свойства исходного объекта, в частности, изучать геометриче-

ские свойства, т.е. решать позиционные и метрические задачи. При этом, конечно, целесообразно использование синтетических приемов начертательной геометрии: построение ортогональных проекций точки по ее центральным проекциям с последующим выявлением их координат; переход от одной системы координат к другой с помощью коллинеарных преобразований пространства и построения расчетных геометрических моделей. Использование анаморфированных изображений (изображений с различным масштабом во взаимно перпендикулярных направлениях, т.е. со значительным растяжением в одном направлении и сжатием в другом), позволяет значительно повысить точность измерений наблюдаемых явлений.

В процессе изучения реальной действительности стихийно возникают и хаотически накапливаются научные интерпретации, сопровождающиеся напряженными дискуссиями среди научных работников соответствующего профиля или даже вызывающие сенсацию. Что объясняется достижением существенных практических эффектов или, по крайней мере, получением таких теоретических открытий, которые могут приносить в дальнейшем большую практическую пользу. Сегодня это специфическое явление привлекает к себе пристальное внимание и рассматривается как объект, заслуживающий специального изучения.

Язык техники – чертеж дает нам плоские отображения трехмерного мира неподвижных пространственных предметов. Однако, чтобы понимать форму объектов по их плоским изображениям (чертежам), необходима специальная подготовка, т.е. необходимы знания основ начертательной геометрии. Классическая начертательная геометрия предлагает три основных способа изображения объектов на плоскости: эпюр Монжа, перспективу и аксонометрию. Чертежи, полученные по методу ортогонального прямоугольного проецирования очень удобны для нанесения размеров и просты в их построении, но не наглядны из-за вырожденной проекции. Так, на чертеже параллелепипеда в горизонтальной проекции (на виде сверху) не видно его высоты, на фронтальной проекции (на главном виде) не видно его ширины и в профильной проекции (на виде слева) не видно его длины. На параллельных аксонометрических проекциях видно все три измерения объекта, поэтому они более наглядны. В перспективе (центральных проекциях) изображение объекта больше всего соответствует зрительному восприятию.

С развитием начертательной геометрии появилось множество различных алгоритмов построения дополнительных проекций и преобразований чертежа. При решении ряда задач методами начертательной геометрии сложность графических построений, а, следовательно, и точность получаемого ответа часто зависят не от условия задачи, а от расположения заданных геометрических элементов. Традиционная начертательная геометрия располагает способами, с помощью которых можно перейти от общих положений заданных геометрических образов к частным, что значительно

упрощает решение задачи и позволяет получить более точный ответ. Эти способы называются преобразованиями проекций и заключаются в последовательной замене плоскостей проекций и во вращении геометрических образов вокруг определенных осей. Хорошо известны следующие алгоритмы получения дополнительных проекций: замена (или перемена) плоскостей проекций; вращение вокруг осей, перпендикулярных к одной из плоскостей проекций; вращение вокруг горизонтали или фронтали (совмещение); плоскопараллельное перемещение (вращение без закрепления осей); параллельное косоугольное проектирование на одну из основных плоскостей проекций; дополнительное параллельное или центральное проектирование на тождественную плоскость; дополнительное проектирование на плоскость общего положения (метод Колотова); обобщенный метод построения дополнительного поля проекций (алгоритм Гаука) [2] и т. д.

На практике весьма часто возникает необходимость в наглядном изображении предмета на чертеже, т.е. в изображении его в трех измерениях. Это достигается аксонометрическими проекциями, сущность которых заключается в том, что изображаемый предмет располагается по отношению к некоторой плоскости проекций так, что при параллельном проецировании на нее ни одна из осей координат, к которым он отнесен в пространстве, не проецируется на плоскость проекций в виде точки. В результате ни одно из измерений изображаемого предмета не исчезает, и он проецируется на плоскость проекций в трех измерениях, а не в двух, как это получается при прямоугольном параллельном проецировании на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Если образы занимают общее положение на эюре Монжа по отношению к плоскостям проекций, то они уже наглядны в проекциях и для них не требуется построения аксонометрии. Так, например, построение аксонометрической проекции для основной задачи на пересечение двух пластинок (двух треугольников или треугольника с четырехугольником), распространенной в большинстве вузов страны как эюр для самостоятельной контрольной работы, получается крайне неудачным и совершенно не наглядным, т.к. образы общего положения становятся проецирующими или близкими к этому. Отсюда, возникает новая идея построения наглядных проекций, как дополнительной проекции, т.е. если образы на эюре Монжа уже проецирующие, то для них выполняется дополнительное преобразование, при котором положение заданных геометрических образов становится общим (произвольным) по отношению к плоскостям проекций. Для этой цели может быть использован алгоритм Гаука (единая схема построения дополнительного поля проекций) [2]. Этот общий метод построения наглядных изображений (перспективных, аксонометрических и стереоскопических) может автоматически выполняться с помощью ЭВМ. Дальнейшее исследование этого вопроса было бы полезно провести с целью выявления частных схем алгоритма Гаука для построения стандартных аксонометрических проекций и для

конструирования других видов аксонометрических или перспективных проекций более удачных в смысле наглядной достоверности изучаемых объектов.

Основными параметрами, традиционно характеризующими аксонометрические проекции, являются угол между направлением дополнительного проектирования и плоскостью проекций, а также углы между дополнительной плоскостью аксонометрических проекций и заданными плоскостями проекций. Основным (классическим) способом построения аксонометрии является метод координат. Для определения показателей или коэффициентов искажений по аксонометрическим осям используются различные приемы (пропорциональные масштабы) или упрощения построений. Например, вычерчивание эллипсов в виде четырехцентровых овалов, построение “приведенных” аксонометрических чертежей и т.д. В предложенном методе нет необходимости знать эти параметры и, более того, для одной и той же схемы будет существовать бесчисленное множество ответных параметров, так как множество различных пространственных алгоритмов построения аксонометрии укладываются в единственный плоский алгоритм по схеме Гаука.

Остановимся еще на одном аспекте изучаемой проблемы. Если рассматривать аксонометрическую проекцию как дополнительную проекцию, то самостоятельные решения позиционных и метрических задач становятся невозможными. Чтобы решать позиционные задачи, связанные с определением взаимного положения геометрических образов, можно само аксонометрическое изображение рассматривать как метод двух, трех и более изображений. Этот прием хорошо известен и рассмотрен в классической литературе по аксонометрии. Так, например, при построении пересечения двух цилиндров используются основания цилиндров как вырожденные проекции цилиндров. Отсюда, появляется идея решения любых позиционных задач в аксонометрии с помощью введения так называемой вторичной проекции. Например, задача на пересечение конуса с плоскостью может быть решена с помощью фронтальной проекции, введенной в аксонометрию. Если эту проекцию совместить с плоскостью симметрии, то алгоритм значительно упрощается. Для решения позиционных задач в аксонометрии в равной мере могут использоваться все три вторичные проекции.

Список литературы:

1. Лихачев Л.Н. Кинеперспектива (Кинематическая перспектива). – М.: Высш. шк., 1975. 248 с.
2. Пал И. Начертательная геометрия с анаглифными иллюстрациями. (Перевод с венгерского). – Будапешт: Издательство технической литературы. 1961. 135 с.

3. Синченко Л.Д. Аксонометрические проекции. Методическая разработка по курсу начертательной геометрии для студентов ФХТГ. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 1981. 82 с.
4. Bertoline G.R. Engineering graphics communication. / Bertoline G.R., Wiebe E.N., Miller C.L., Nasman L.O. USA: Richard D. Irwin, inc., 1995. 1085 p.

УДК 515.01.57:622.016.004.1

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ НАУЧНОГО РАССУЖДЕНИЯ

Т.А. Баздерова, Н.Р. Мусагитова

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

Научные исследования, посвященные совершенствованию технологии добычи и строительства угольных и рудных шахт и их реконструкции, стремятся к математической форме выражения, как впрочем, и всякое изыскание из различных областей современной науки. Если в каком-то случае такая форма выражения оказывается совершенно недоступной, то и полученные результаты остаются на уровне гипотез и предложений. Наука заимствует у математики некоторые общие методы, приемы, воззрения, которые можно сформулировать как математические принципы научного рассуждения. Отметим следующие из них: в основу всякого научного рассуждения должны быть положены простые и неоспоримые истины, научное рассуждение должно быть логичным и доказательным, корректное научное рассуждение обязано обеспечивать правильный прогноз, строгий прогноз возможен лишь при наличии количественной меры для всех действующих факторов, при наличии количественной меры для всех действующих факторов, возникает математическая модель, в которой исчезает всякая конкретность изучаемого явления, а остаются лишь числа–символы. Указанные пять принципов научного рассуждения заимствованы из математического опыта и могут быть расширены и продолжены.

Ход развития науки в современных условиях выявляет новые точки зрения, новые подходы и геометрические принципы научного рассуждения. Среди математических моделей различают аналитические и геометрические конструкции. В первом случае от условий изучаемой задачи переходят к количественному описанию и устанавливают зависимость между действующими числами, во втором случае от условий задачи переходят к геометрическому описанию и устанавливают зависимость между действующими геометрическими образами. Возможности геометрических моделей часто недооцениваются. На практике удобно совместное использование тех других методов. Аналитические модели позволяют добиться большой точности результатов, а геометрические модели очень наглядны и выявляют сущность и логическую структуру поставленной задачи. Геометрические модели бывают предметные, расчетные и познавательные.

Круг познавательных моделей очень широк. Они служат вспомогательным средством в процессе научного поиска и рассуждения и могут быть как умозрительными, так и имеющими конкретные воплощения: схемы, диаграммы, графики, таблицы, графы.

Главным геометрическим принципом научного рассуждения является его проекционный схематизм. Понятие об операции проектирования относится к начертательной геометрии и имеет обобщение в теории геометрического моделирования. С помощью операции проектирования сопоставляются два пространства R^n и R^m различной размерности. Под размерностью пространства понимается количество параметров, необходимое для выделения точки в пространстве, или минимальное число направлений движения точки, пользуясь которыми можно переместить любую точку пространства до совмещения с другой. В данном случае речь идет о концептуальном, абсолютном понятии пространства, в отличие от перцептуального и реального физического пространства. Элементы двух пространств R^n и R^m нельзя взаимно однозначно сопоставить друг с другом, если размерность n больше m и предусматривается сохранение непрерывности. Но всегда возможно сгруппировать элементы R^n таким образом, чтобы группы эти в своей совокупности составляли непрерывное множество, имеющие размерность m . Тогда, с одной стороны, это новое множество $R^{m(n)}$ включает в себя все элементы, входящие в R^n , а, с другой стороны, оно может быть взаимно и с сохранением непрерывности сопоставлено с R^m . Группы точек в R^n могут представлять собой различные линейные и нелинейные (криволинейные) фигуры, важно только соблюдение следующих установленных условий: каждая точка принадлежит, по крайней мере, одной группе, все группы представляют собой одноименные геометрические образы. Так, например, в трехмерном пространстве проектирование точек на плоскость может осуществляться с помощью связки прямых, линейной конгруэнции или окружностями с общим центром или осью. Операция линейного проектирования в многомерном пространстве осуществляется с помощью звезды $R^{k,l,n}$, где k и l соответствуют размерностям центра проектирования R^k и элементам звезды R^l связаны зависимостью: $m = (n - 1)(l - k)$. Многомерные пространства используются для описания и моделирования таких явлений, которые зависят от многих поддающихся измерению условий. Точками можно моделировать объекты любой природы: тела, события, характеристики, свойства, отношения и т.п.

Понятие об операции проектирования неразрывно переплетается с понятием о размерности наблюдаемых объектов и об их эквивалентности. Основой научного исследования и источником всякой научной теории является наблюдение и эксперимент, который всегда имеет целью выявления некоторой закономерности. Приступая к изучению какого-либо конкретного явления, специалист, прежде всего, собирает факты, т.е. отмечает такие ситуации, которые поддаются экспериментальному наблюдению и ре-

гистрации с помощью органов чувств или специальных приборов. Экспериментальное наблюдение всегда носит проекционный характер, так как множеством фактов, неразличимых в данной ситуации (принадлежащих одному проектирующему органу) присваивается одно и то же название (проекция). Пространство, отнесенное к изучаемому явлению, называется операционным, а пространство, отнесенное к наблюдателю, – картинным. Размерность картинного пространства определяется возможностями и средствами наблюдения, т.е. вольно или невольно, сознательно и совершенно стихийно устанавливается экспериментатором, но всегда меньше размерности исходного пространства, которому принадлежат исследуемые объекты, обусловленные разнообразными связями, параметрами, причинами. Размерность исходного пространства очень часто остается не выявленной, т.к. существуют не выявленные параметры, которые влияют на исследуемый объект, но не известны исследователю или не могут быть учтены. Проекционный характер любого экспериментального наблюдения объясняется прежде всего невозможностью повторения событий во времени; это один из регулярно возникающих и неуправляемых параметров, независящих от воли экспериментатора. В некоторых случаях этот параметр оказывается несущественным, а в других случаях играет очень важную роль. Отсюда видно, какое большое и принципиальное значение имеют геометрические методы и аналогии при построении, оценке или проверке научных теорий. Действительно, каждая научная теория основывается на экспериментальных наблюдениях, а результаты этих наблюдений представляют собой – как сказано – проекцию изучаемого объекта. Следовательно, для того чтобы успешно оперировать с экспериментальными данными, необходимо как-то учитывать их проекционный характер, и в этом смысле геометрический аппарат оказывается незаменимым. Любая математическая модель реального процесса гомоморфна (неоднозначна). При этом реальный процесс может быть описан несколькими различными моделями. Хотя этот факт в науке мало изучен, авторам многих исследований физико–механических свойств горных пород он хорошо известен. С точки зрения геометрии это соответствует выбору различного аппарата проектирования. Центр проектирования символизирует позицию наблюдателя. Он различает объекты по одним признакам и не различает их по другим. Так, при оценке прочностных показателей пород различными авторами исследуются их различные свойства: «физико–механические свойства горных пород», «контактная прочность пород», «химические свойства горных пород», «дробимость горных пород», «характеристика трения горных пород», «абразивность горных пород», «горно–технологические свойства пород», «деформации горных пород», «термодинамика и теплоотдача горных пород», «длительная прочность горных пород», «динамические свойства горных пород», «трещиноватость и петрографическая неоднородность горных пород», «магнитные свойства горных пород», «электрические свойст-

ва горных пород», «ползучесть осадочных горных пород», «энергетический показатель разрушения горных пород», «бурируемость горных пород», «пластические свойства горных пород», «упругость горных пород», «коэффициент горных пород», «геомеханические свойства горного массива», «горное давление», «напряженность горного массива».

Одной из наиболее важных и актуальных задач является выявление условий, при которых происходит сохранение или, наоборот, распадение детерминизма модели, полученной в результате эксперимента или исследования, так как практически всегда важно знать, насколько эффективна и пригодна данная гомоморфная модель. Решение поставленных задач геометрическими средствами оказалось уместным и естественным в связи с использованием указанных выше проекционных воззрений. Все эти обстоятельства послужили основанием для использования аналогий между различными видами проекционных геометрических моделей, полученных при гомоморфном моделировании, и моделями, возникающими в результате исследования. Совершенной модели соответствуют закономерности, устанавливающие однозначное или многозначное, но, во всяком случае, вполне определенное соответствие между некоторыми исходными и искомыми параметрами, описывающими изучаемое явление. Хорошим примером проекционной совершенной модели является оценка прочностных свойств горных пород показателем крепости по шкале проф. Протождяконова. В данном случае действует эффект схематизации, преднамеренное сокращение размерности картинного пространства (шкала – одномерное множество), т.е. отказ от учета ряда существенных параметров, позволяющих экономить средства и избежать ошибок. Можно было бы и дальше продолжать ряд удачных исследований. Исследователь постоянно имеет дело с такими случаями, когда интуитивно незакономерные явления отличаются от закономерных, где существует какая-то связь между параметрами, характеризующими исследуемый процесс, но пока не известен механизм действия этой закономерности, для чего в последствии ставится эксперимент. В геометрии этому факту соответствует различие между распавшейся моделью и совершенной моделью с неявно выраженным алгоритмом. Задачей исследователя в последнем случае является выявление алгоритма в проекции, элементов входа и элементов выхода. Для примера приведем некоторые исследования, имеющие различные подходы к интересующей проблеме: «Исследование влияния физико-механических свойств горных пород на усилия резания», «Исследование основных закономерностей процесса разрушения горных пород», «Теория разрушения горных пород», «Исследования процессов разрушения горных пород при бурении шпуров», «Исследование процессов разрушения горных пород ударом», «Соппротивление пород резанию», «Механическое разрушение горных пород», «Теория работы режущего инструмента», «Статистические и динамические испытания горных пород», «Исследование структурных

свойств массива, обусловленных его трещиноватостью», «Влияние масштабного фактора на прочность углей», «Исследование физико–механических свойств горных пород на эффективность работы алмазного режущего органа пород проходческого комбайна», «Теоретические исследования влияния формы и размеров зерен горных пород на абразивный износ разрушающих инструментов», «Совершенствование буровой техники», «Исследование и выбор рациональных средств и способов крепления капитальных горизонтальных выработок шахт», «Исследование структурных свойств породного массива и их влияния на качество дробления горных пород взрывом», «Изменение механической прочности каменных углей в зависимости от их газонасыщенности», «Прочность и устойчивость замороженных горных пород», «Исследование влияния скорости приложения нагрузки на прочность горных пород при сжатии», «Исследование физико–механических свойств горных пород в сильных электромагнитных полях высокой частоты», «Влияние трещиноватости и петрографической неоднородности пород на их прочность», «Исследование прочности горных пород в объемном напряженном состоянии», «Исследование геологических свойств твердых горных пород на устойчивость горных выработок», «Испытания прочности горных пород на одноосное растяжение», «Исследование горных пород в трехосном напряженном состоянии», «Влияние трещиноватости на величину углов разрыва при сдвигении горных пород», «Исследование физико–механических свойств горных пород давлением и разрушением взрывом», «Исследование физических свойств горных пород при высоких температурах». Закономерность, полученная в результате обработки и анализа некоторой выборки экспериментальных данных, может оказаться недостоверной из–за неверно сделанной выборки действующих факторов, подвергнутых исследованию, так как она оказывается лишь вырожденным вариантом более общей и более сложной закономерности. Отсюда возникает необходимость в повторных или натуральных испытаниях. В геометрическом моделировании этому факту – получению неверного результата – соответствует распадение алгоритма. Для некоторого подпространства элементов входа, на все элементы входа (т.е. нестабильность алгоритма).

Применив операцию проектирования один раз, получаем проекционную модель R^n в R^m . Чем больше разрыв между размерностями n и m , тем большую неустойчивость и неопределенность, выражаясь образно, влечет за собою неоднозначность модели. Это связано с тем, что при $(n - m) = 1$ группы точек, сформированные в R^n , образуют одномерные множества; при $(n - m) = 2$ они образуют двумерные множества и т.д. А при возрастании размерности множества ослабевают все формы его упорядоченности, т.е. повышение размерности пространства есть способ раскрепощения, освобождение элементов множества от уз взаимной субординации и порядка. Так, на прямой линии все ее элементы – точки – подчинены жесткой иерархической

структуре. И достаточно одного мановения жезла (выбор направления), чтобы каждая точка стала «выше» всех предыдущих и «ниже» всех последующих. Применяя операцию проектирования несколько раз подряд, можно добиться постепенного возрастания устойчивости и определенности модели, вплоть до полного восстановления ее однозначности. Однако, при такой процедуре, как и в случае нелинейного моделирования, образуются обычно исключенные фигуры, все точки которой моделируются с потерей однозначности. Если точка пространства R^n моделируется точкой пространства R^m то для восстановления однозначности требуется, очевидно, применить метод n/m изображений. Различные системы классификации горных пород представляют собой многократное применение операции проектирования напрямую (классификации по одному признаку), плоскость (таблицы с двумя входами – классификации по двум признакам), в R^3 (классификации по трем признакам) и т.п. Существование исключенного объекта или объектов означает существование такого объекта или объектов, которые обладают всеми признаками, положенными в основу данной классификации. В реальной ситуации наличие такого объекта может представляться иногда естественным, а иногда парадоксальным. Увеличение числа проекций и размерности картинного пространства позволяет учесть взаимосвязь многих факторов. Автор анализа состояния горно–подготовительных работ на угольных шахтах Кузбасса дает основные направления по повышению их эффективности: совершенствование технологии проведения выработок; повышение уровня механизации и автоматизации процессов и операций горнопроходческих работ; применение более прогрессивных типов и конструкций крепей и межрамных ограждений в выработках; сокращение удельной протяженности проведения выработок; обеспечение более благоприятных условий проведения и поддержания выработок; создание и внедрение горнопроходческого оборудования, средств механизации и автоматизации более высокого технического уровня, качества и надежности; совершенствование методов и форм организации горно–подготовительных работ; повышение квалификации персонала по обслуживанию и эксплуатации горнопроходческого оборудования. Эффект сложности порою, несомненно, приносит успех. И в последнее время большинство распространенных системных концепций устремлено в погоню за этим эффектом. Заметим, что размерность пространства представлений относится не к объекту, а к наблюдателю, которая всегда заведомо снижена. Практическое значение неоднозначной модели находится в прямой зависимости как от объекта моделирования. Так и от сущности тех задач, ради решения которых осуществляется моделирование. Проекционная модель может быть несовершенной и вовсе не пригодной. Поэтому успехи и провалы научного рассуждения очень полезно расценивать как результат целесообразного и не целесообразного использования проекционных моделей. Хорошая проекционная схема часто оказывается гораздо более верным союзником человека, чем любые изощренные по своему остроумию и головокружительные по своей дли-

не расчеты, если они основаны на учете «всех» параметров, за исключением одного, спрятавшегося на дне. Прогнозы общего характера и типичные научные рассуждения часто встречаются наряду с описанием экспериментов, фактических данных и технических устройств. Это отождествление собственно науки, т.е. теории, и собственно техники, т.е. накопленного в эксперименте и закрепленного в инструментах специализированного житейского опыта, является одним из самых распространенных, одним из самых популярных суеверий нашего времени. Источник суеверия – отождествление языка и факта, понятия и явления, гомоморфной проекционной модели и исходного объекта.

Отождествление науки и техники влечет за собой стирание ответственности с той и другой стороны; за блеском технических достижений порою скрываются катастрофические провалы научной мысли и за красивыми научными построениями – грозные опасности «голой» техники. Настоящая роль науки как фактора, стимулирующего эксперимент и содействующего таким образом экспоненциальному наращиванию технического опыта, остается обычно не понятой и не раскрытой. Подразумевается, что этот технический опыт не может принести никакого вреда, т.к. он все время контролируется наукой, а наука не может допустить ошибок в контроле, т.к. она все время утверждается и подтверждается техникой. Особенно важно в наше время на достаточно глубоком уровне ощущать взаимную связь и взаимное разделение науки и техники. Легкомысленное отождествление этих двух феноменов грозит самыми опасными ошибками и, может быть, необратимыми последствиями при выборе тактики научных и технических мероприятий, при обсуждении экологических проблем. Геометрический принцип научного рассуждения, выявляющий его проекционный характер, мог бы предвредить подобные иллюзии или освободить от них поток научной и научно-популярной литературы, уповающий лишь на мощь электронно-цифровых вычислительных машин. Использование геометрических принципов и методов позволяет сокращать объем исследований, увеличивает четкость суждений и обостряет интуицию.

УДК 372.8:514.18

НЕПРЕРЫВНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Т.А. Баздерова, А.А. Одегова

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

Развитие общества зависит от состояния образования и развития науки. Социально-экономическое развитие общества, состояние материально-технических ресурсов, научный потенциал и система народного образования претерпевают достаточно глубокие изменения, которые имеют

многоплановый характер. Бурное развитие науки и техники оказывает и негативное влияние на природу и человека: возникновение экологических проблем, ухудшение состояния здоровья людей, несостоятельность политиков. Жизнь показала, что решение проблем, стоящих перед человечеством, возможно только на основе интегрированных знаний из всех областей научных исследований, и заинтересованного отношения к этому всего народа. Возникает острая проблема: как адекватно ориентироваться в широком потоке получаемой информации и выпускаемой литературы, как наметить перспективные направления развития промышленности, сельского хозяйства, науки и социальной сферы? Функцией науки, как сферы человеческой деятельности, является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. Задачей современной педагогики является сделать науку достоянием народа, т.е. воспитание всесторонне развитой личности человека, имеющей абсолютные знания о достижениях человечества и культурных ценностях и умеющей постоянно их пополнять до использования утилитарных знаний для преобразования действительности по своему произволу.

Реально существующая действительность воспринимаются человеком через его внешние органы чувств, отражается в его сознании и фиксируется в памяти. В процессе мыслительных операций воспринимаемые факты реальности сопоставляются между собой, систематизируются, преобразуются, объясняются, раскрываются связи, отношения, выявляется их закономерный характер. Далее возникают идеи, формируются понятия, суждения, выдвигаются гипотезы, обобщаются научные факты, доказывається правильность гипотез и суждений, на основе получаемых законов объясняются и предсказываются другие процессы и явления. В процессе человеческого мышления от восприятия до формирования знания особое место занимают пространственные представления. Образ является результатом и идеальной формой отражения предметов и явлений материального мира в сознании человека, на чувственной ступени познания – ощущения восприятия представления, на уровне мышления – понятия, суждения и умозаключения. Одним из специфических свойств пространственных материальных систем является геометрическая форма и размеры. Поскольку наш мир является пространственно организованным, и пространственные представления и понятия отражают объективно существующие отношения, то не вызывает сомнения то, что все люди должны обладать развитым пространственным мышлением накопления, переработки и передачи информации о процессах и явлениях окружающего мира. Конечно, геометрические законы международного языка общения людей должны, прежде всего, знать архитекторы, дизайнеры и конструкторы, которым оно необходимо с профессиональных позиций, но они необходимы и специалистов других профессий. Наши пространственные представления об окружающем мире формируются у человека от рождения, на основе житейского опыта, кото-

рые затем перерастают в понятия. Являются ли эти представления и понятия верными, научно обоснованными, глубокими, или же поверхностными, зависит от целенаправленности, систематичности работы педагогов дошкольного воспитания, общего и вузовского образования. Развитие пространственных геометрических представлений у детей в дошкольном возрасте зависит от традиций семьи и дошкольных учреждений. Изучение геометрических законов в школе приходится на уроки рисования, черчения и геометрии. В последние годы учебный предмет черчение вместе с рисованием стали относить к образовательной области искусство, а затем черчение отнесли к образовательной области технология. При этом изучение свойств пространственных фигур, относясь к разделу стереометрии, имеет место в старших классах, в конце обучения в школе, а изучение правил и способов изображения деталей, образованных их сочетанием приходится на уроки черчения. При изучении изобразительного искусства детям необходимы основные понятия центральных проекций (перспективы). Изучение дизайна в школе возможно на основе предметных моделей и эстетики. Геометрия является разделом математики, науки о пространственных и количественных отношениях действительного мира, где нет диалектического равновесия между числом и формой. В последние десятилетия в школьном курсе геометрии была тенденция к сворачиванию образного геометрического материала и увеличению аналитического аппарата и теоретико-множественных представлений. Оперирование образными графическими, схематическими и знаковыми моделями объектов, позволяющими в абстрактной, символической форме выражать соответствие объектов и их графических изображений, является неизменной функцией интеллектуальной деятельности специалистов высшей квалификации. Был период, когда в школе совсем не изучали черчение, а в педагогических вузах прекратили изучение проективной геометрии. В технических вузах изучение способов геометрического изображения реальных объектов продолжается в дисциплине «Начертательная геометрия и графика». Пробел в школьной геометрической подготовке серьезно сказался на подготовке инженеров. Стала сильно тревожить тенденция к снижению престижа инженерного творческого труда, конкурса в технические вузы, а также увеличение отсева студентов из них, именно, по причине не усвоения учебного материала по начертательной геометрии и инженерной графике из-за недостаточной школьной подготовки по геометрии и черчению. Тогда произошло резкое сокращение количества часов, отводимых на изучении начертательной геометрии. В вузовских учебных программах дисциплины начертательная геометрия и черчение были объединены в общий курс инженерной графики, где черчение логически не согласовывалось с разделами начертательной геометрии. Пересмотр учебных планов и программ происходит периодически и вызывается необходимостью отразить движение и становление научной мысли. В науке все время имеют два противоположных процесса

дифференциации и интеграции: вычленение и специализация с одной стороны, объединение и обобщение с другой. Если не учитывать интересы специализации, то будет закрыт путь для создания новых направлений в науке. Если не учитывать происходящих обобщений, то наука скоро станет необозримой и неуправляемой. Однако, решение этих вопросов – дело очень тонкое и ответственное, требующее высокой компетенции. Особенно опасно отсечение какой-либо области знания, что и происходит постоянно с геометрией, так, например, с появлением ортогональных проекций вся теория начертательной геометрии стала отождествляться с этим разделом. Геометрическая некомпетентность серьезно сказывается на подготовке специалистов и их дальнейшей деятельности. Итак, обнаружилось серьезное противоречие между современными требованиями жизни и состоянием образования в формировании геометрической культуры. Актуальность обозначенной проблемы определяется социальным заказом общества на специалистов, способных активно участвовать в реформировании производства и экономики, необходимостью социальной защищенности молодежи (устранение понятия "отсев" при профессиональной подготовке молодежи) и обеспечением реализации преемственности между звеньями образования и различными циклами дисциплин. Указанные противоречия выражаются в форме научной проблемы, как и на какой теоретической и практической основе спроектировать систему непрерывного геометрического образования. Для разрешения этого противоречия необходим интегрированный подход в составлении учебных программ и дальнейшая разработка методик развития пространственных геометрических представлений. Гипотеза исследования состояла в создании единого комплексного предмета по формированию и пространственных геометрических представлений как основы пространственного мышления: разработка и внедрение в учебный процесс специального курса геометрического моделирования будет способствовать систематическому и целостному формированию теоретических и практических геометрических знаний учащихся и студентов, необходимых в дальнейшей деятельности. Для чего необходима подготовка и переподготовка педагогических кадров, совершенствование методики обучения и содержания образования, подготовка учебных пособий и учебных программ. Поставленная проблема непрерывного формирования геометрической культуры решалась через выявление исторических тенденций развития геометрии, систематизацию существующих геометрических алгоритмов, дальнейшее их развитие, широкое применение, формирование фундаментальных геометрических понятий в школе и вузе, построение модели подготовки специалиста по геометрическому моделированию, выработку рекомендаций по созданию учебно-методического комплекса дисциплины и специальности; создание инновационных технологий. Опытной-экспериментальной базой стали филиалы и факультеты Кузбасского государственного технического университета, курсы повышения

квалификации учителей черчения, техническая гимназия, учебные группы колледжей и гимназические классы общеобразовательных школ области, а также школьные, студенческие, районные, городские, областные, региональные и международные конкурсы и олимпиады.

Потребность в использовании различных геометрических моделей, в особенности для изображения пространственных форм на плоскости, возникла из практических задач науки, техники, искусства и стала насущной необходимостью для многих отраслей человеческой деятельности. Первые попытки изображения на плоскости предпринимались еще в древности. Начертательная геометрия хотя и относится к математике, но с самого начала заняла особое место среди других наук: она играет роль переходного звена между физико–математическими науками и техническими. Чертежи машин и технических сооружений выполняют с соблюдением ряда условных обозначений, особых правил и определенного масштаба. Чертежи различают по отраслям производства, стадиям проектирования, методу изображений и способу исполнения. Графические построения могут служить для получения численных решений различных задач (нахождение разности или суммы, умножение и деление, возведение в степень решение уравнений, интегрирование, дифференцирование, решение системы уравнений и неравенств). Геометрические модели различают на предметные, расчетные и познавательные модели. К предметным моделям относятся чертежи, карты, модели, фотографии, рентгеновские снимки, телевизионные изображения и др. Номограммы и расчетные геометрические модели представляют собой геометрические изображения функциональных зависимостей, которые различают по операции в ключе. К познавательным моделям относятся графы, графики, диаграммы, теоретические модели. Графы – модели порядка и образа действия, изображают отношения между элементами множества. Особое значение имеют теоретические геометрические модели. В аналитической геометрии геометрические образы исследуются средствами алгебры на основе метода координат. В проективной геометрии изучаются проективные преобразования и неизменные свойства фигур, независящие от них. В начертательной геометрии изучаются пространственные фигуры и методы решения пространственных задач при помощи построения их изображений на плоскости. Свойства плоских фигур рассматриваются в планиметрии, а свойства пространственных фигур – в стереометрии. В сферической тригонометрии изучаются зависимости между углами и сторонами сферических треугольников. Теория фотограмметрии и стерео фотограмметрии позволяет определять формы, размеры и положения объектов по их фотографическим изображениям в военном деле, космических исследованиях, геодезии и картографии. Современная топология изучает непрерывные свойства фигур и их взаимного расположения. Фрактальная геометрия (введена в науку в 1975 Б. Мандельбротом), изучающая общие закономерности процессов и структур в природе, благодаря совре-

менным компьютерным технологиям стала одним из самых плодотворных и прекрасных открытий в математике. Фракталы пользовались бы еще большей популярностью, если бы опирались на достижения современной теории начертательной геометрии. Особенно интересным является использование геометрии для оценки теоретической и практической значимости математических рассуждений и анализа сущности математического формализма, т.е. для обсуждения общих вопросов методологии научного познания. Теория геометрического моделирования позволила взглянуть с новых позиций на некоторые проблемы теории множеств, теории вероятностей, на дискуссию о границах научного детерминизма, на сущность научного моделирования вообще. Отметим также, что общепринятые средства передачи приобретаемого опыта, знаний и восприятия являются заведомо гомоморфной проекционной моделью реальной действительности. Проекционный схематизм и понятие об операции проектирования относятся к начертательной геометрии и имеют обобщение в теории геометрического моделирования. С геометрической точки зрения, любой объект может иметь множество проекций, различающихся как положением центра проектирования и картины, так и их размерностью, т.е. реальные явления природы и общественных отношений имеют различные описания и воспроизведения, отличающиеся друг от друга степенью совершенства. В технических дисциплинах используются статические геометрические модели, которые помогают сформировать представления об определенных предметах, их конструктивных особенностях, о входящих в их состав элементах, и динамические или функциональные геометрические модели, которые позволяют демонстрировать кинематику, функциональные связи или же технические и технологические процессы. Очень часто геометрические модели позволяют проследить ход таких явлений, которые обычному наблюдению не поддаются и могут быть представлены на основании имеющихся знаний. Изображения позволяют не только представить устройство определенных машин, приборов и оборудования, но одновременно охарактеризовать их технологические особенности и функциональные параметры. Чертеж (язык техники) дает не только геометрическую информацию о форме деталей узла. По нему понимается принцип работы узла, перемещение деталей относительно друг друга, преобразование движений, возникновение усилий, напряжений, преобразование энергии в механическую работу и т.п. В техническом вузе чертежи и схемы имеют место во всех изучаемых общетехнических и специальных дисциплинах (теоретическая механика, сопротивление материалов, конструкционные материалы, электромеханика, гидравлика, технология машиностроения, станки и инструменты, теория машин и механизмов, детали машин, машины и оборудование и др.). Для передачи различной информации чертежи дополняют различными знаками и символами, а для их словесного описания используются новые понятия, в основу формирования которых положены фундаментальные понятия физики, химии и математики. Таким образом, геометрические модели становятся интегрирую-

щим звеном естественных и технических учебных дисциплин, методов деятельности. В основе становления профессиональной культуры инженера положена графическая культура, позволяющая разные виды деятельности объединить в рамках одной профессиональной общности. Основными компонентами графической культуры являются уровень развития пространственных представлений, совокупность геометрических знаний, умения использовать средства графики для решения профессиональных задач, владение методами научного познания. В процессе формирования графической культуры можно выделить различные уровни развития от первоначального графического знания к всестороннему овладению и творческому осмыслению способов их реализации в профессиональной деятельности. Содержание школьного образования должно включать изучение основных геометрических понятий и законов. Изучение различных свойств геометрических моделей и методов геометрического моделирования должно конкретизироваться применительно к специальности.

На основе многолетнего опыта решения проблемы развития пространственных геометрических представлений у учащихся школ и вузов разработаны концептуальные подходы непрерывного развития геометрической культуры:

- Обновление содержания образования по геометрии и черчению с целью формирования пространственных представлений, графических знаний и умений.
- Формирование творческой личности и первоначальных навыков технического проектирования и конструирования.
- Модернизация и совершенствование курсов начертательной геометрии на основе современных достижений в области геометрического моделирования.
- Поэтапное формирование графической подготовки будущих специалистов.
- Совершенствование учебных пособий, которые должны совмещать в себе достаточную широту обобщений со строго ограниченным объемом и с отчетливо выраженной специализацией.
- Постоянный поиск новых форм и методов организации учебного процесса с использованием берегающих здоровье технологий обучения школьников, учитывающих их состояние здоровья, психофизическое состояние и реакции на учебную нагрузку.

К ВОПРОСУ О ЛИНЕЙНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯХ

Т.А. Баздерова, Е.Е. Разумова

Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово

При решении многих задач начертательной геометрии возникает необходимость в преобразованиях изображений, полученных на плоскостях проекций. Из школьного курса геометрии хорошо известны следующие виды преобразований: растяжение или сжатие, осевая симметрия, преобразование подобия, центральная симметрия, параллельный перенос или вектор поворот и вращение. Преобразования, сохраняющие расстояния между точками, называются перемещением или движением. К таким преобразованиям относят: осевую и центральную симметрии, параллельный перенос и поворот. Все названные виды преобразований, кроме поворота, можно представить как различные частные виды гомологичных преобразований. В свою очередь, гомология является частным случаем коллинеации совмещенных плоских полей. Гомология задается центром S , с осью s и парой соответственных точек A_1 и A_2 (рис. 1). Этими элементами все точки и линии плоскости расставляются в пары. Соответственные точки лежат на линиях, проходящих через центр S . На оси s лежат точки сами себе соответственные, т.е. двойные точки заданного соответствия.

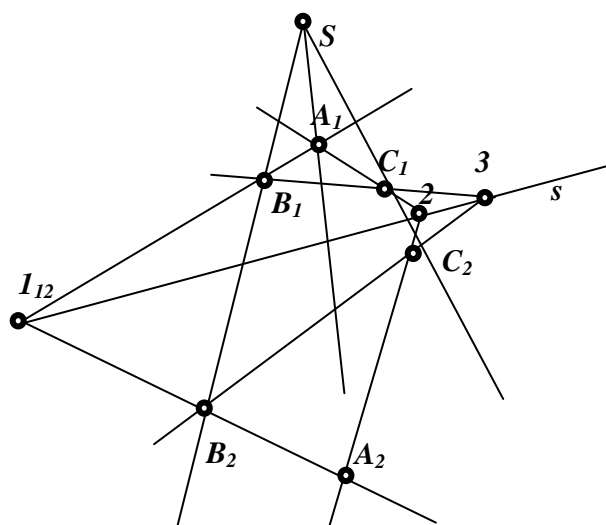


Рис. 1. Гомология (конфигурация Дезарга)

Указанные свойства определяют алгоритм построения соответственных образов. Зададим произвольную точку B_1 . Необходимо построить B_2 . Для этого через A_1 и B_1 проведем линию до пересечения с осью, и получим точку пересечения I . Затем через построенную точку I и A_2 проведем линию. На пересечении линий IA_2 и SB_1 получится искомая точка B_2 . Аналогично можно построить и другие соответственные точки. На рис. 1 показано построение ещё одной пары соответственных точек C_1 и C_2 , полученная геометрическая конструкция называется конфигурацией Дезарга, кото-

рая состоит из десяти точек и десяти прямых. В проективной геометрии пространственной конфигурацией называется фигура, состоящая из конечного числа точек, прямых линий и плоскостей, обладающих следующим свойством: через каждую точку проходит одно и то же число прямых линий и одно и то же число плоскостей; на каждой прямой линии лежит одно и то же число точек, и через каждую прямую линию проходит одно и то же число плоскостей; а в каждой плоскости находится одно и то же число точек и одно и то же число прямых линий. Простейшим примером служит тетраэдр. Плоской конфигурацией называется фигура, состоящая из конечного числа точек и прямых линий, обладающих следующим свойством: через каждую точку проходит одно и то же число прямых линий, на каждой прямой лежит одно и то же число точек. Конфигурацией Дезарга на плоскости является моделью плоскости по методу двух изображений с построением двойной линии. Гомология с бесконечно удаленным центром называется перспективно–аффинным соответствием (рис. 2). Задание плоскости тремя точками A , B и C на эюре Монжа соответствует заданию перспективно–аффинного соответствия.

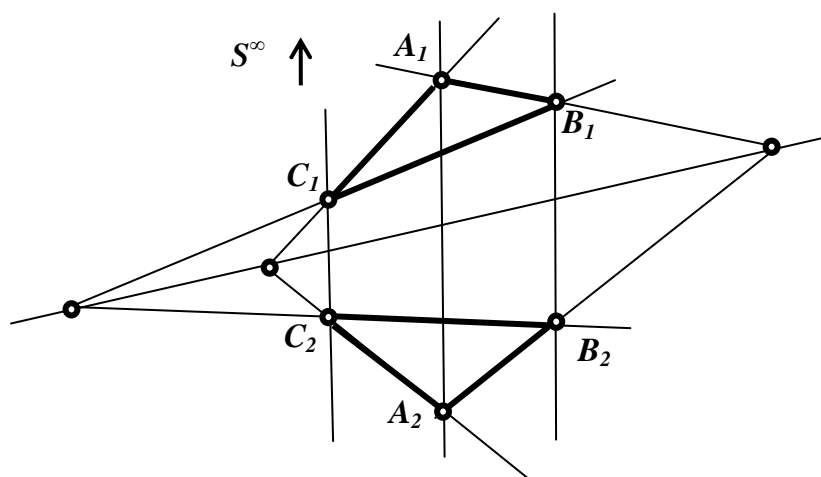


Рис. 2. Перспективно–аффинное соответствие

Перспективно–аффинное соответствие с центром, удаленным в бесконечность перпендикулярно к оси гомологии, определяет растяжение или сжатие (рис. 3). Если в перспективно–аффинном соответствии с центром, удаленным в бесконечность перпендикулярно к оси гомологии, пара соответственных точек выбирается по обе стороны от оси, на равном расстоянии, то получается осевая симметрия (рис. 4).

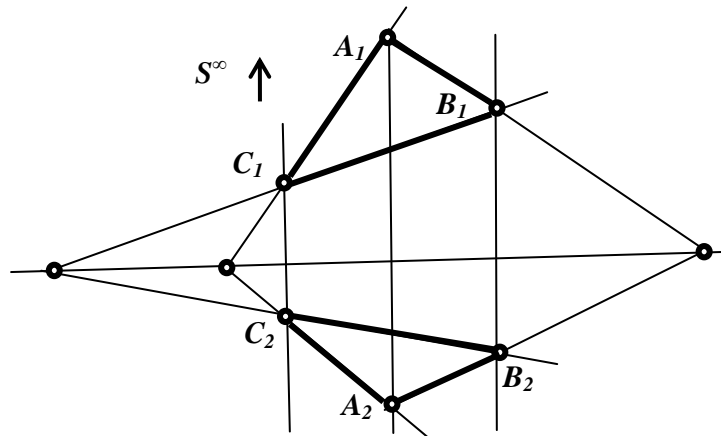


Рис. 3. Растяжение или сжатие

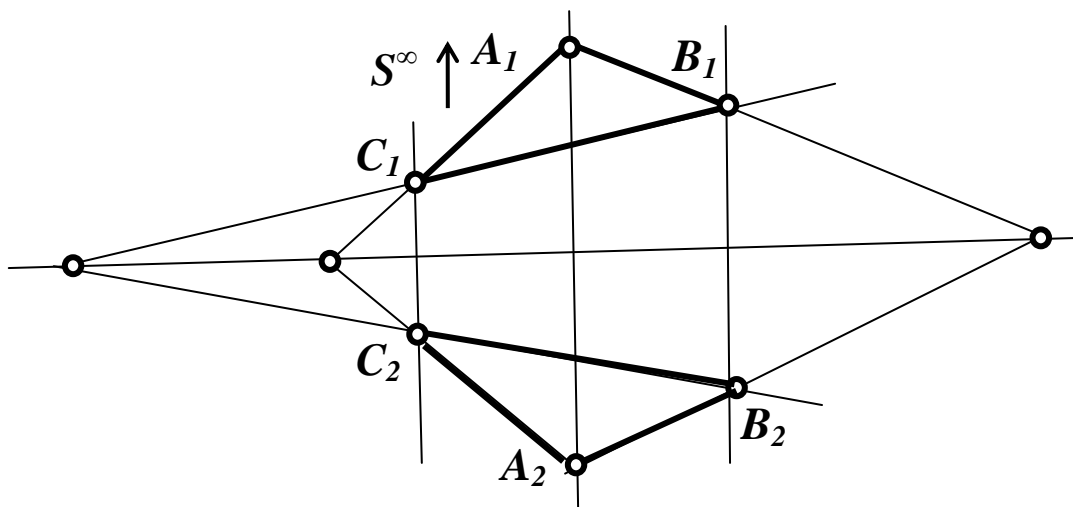


Рис. 4. Осевая симметрия

Гомология, с бесконечно удаленной осью, определяет на плоскости преобразование подобия или гомотегию (рис. 5). Отношение расстояний от соответственных точек до центра называется коэффициентом подобия.

Если в гомологии, с бесконечно удаленной осью, пара соответственных точек выбирается по обе стороны от оси, на равном расстоянии, то получаем центральную симметрию (рис. 6).

Гомология, с бесконечно удаленным центром и бесконечно удаленной осью (эляция), определяет параллельный перенос на вектор (рис. 7). Гомология, заданная бесконечно удаленными осью и центром и парой соответственных точек A_1 и A_2 , называется эляцией и определяет параллельный перенос на вектор A_1A_2 .

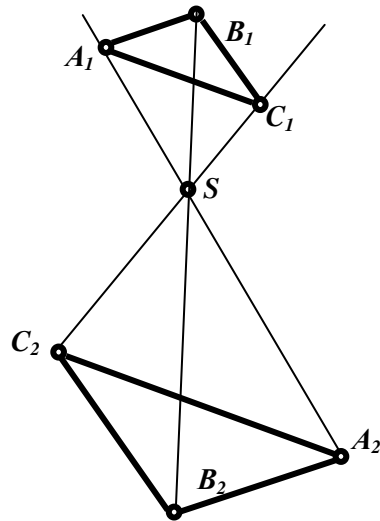


Рис. 5. Подобие или гомотетия

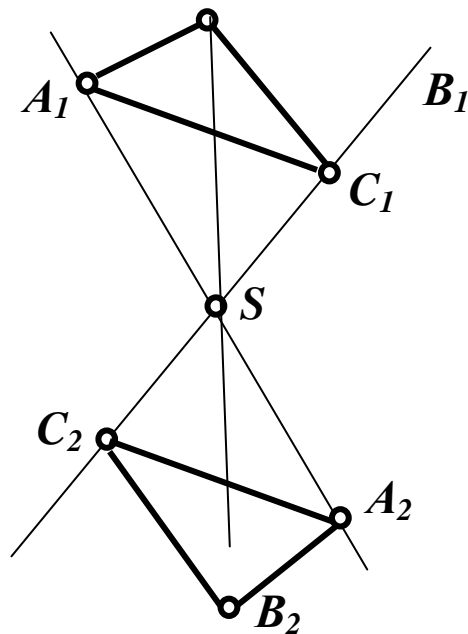


Рис. 6. Центральная симметрия

Преобразование вращения или поворот задается центром вращения, который сам себе соответствует, радиусом вращения и углом поворота. Так как любая точка на плоскости проекций является элементом модели точки пространства, уместно предположить, что любое преобразование на плоскости порождается преобразованием в пространстве и, наоборот, преобразование в пространстве вызывает преобразование на плоскости.

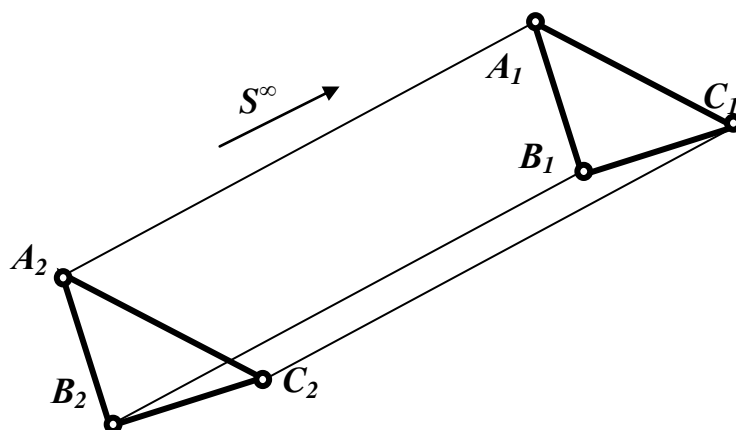


Рис. 7. Элация или параллельный перенос на вектор

Все преобразования, выполняемые в пространстве и на модели, проводятся с целью упрощения решения задач. Как правило, такие упрощения связаны с геометрическими образами частного положения и, следовательно, суть преобразований, в большинстве случаев, сводится к преобразованию образов общего положения в частное.

Построенная по методу двух изображений плоская модель трехмерного пространства вполне однозначно или, как говорят, изоморфно сопоставляет элементы трехмерного пространства с их моделью. Это позволяет решить на плоскостях практически любую задачу, которая может возникнуть в пространстве. Но иногда по некоторым практическим соображениям, бывает целесообразно дополнить такую модель третьим изображением объекта моделирования.

При решении позиционных и метрических задач начертательной геометрии очень часто удобна дополнительная проекция. Известные способы построения дополнительных проекций объединяются общим алгоритмом Гаука (названным по имени немецкого учёного, занимавшегося исследованием рассматриваемого вопроса). Известные методы построения профильной проекции, метод перемены плоскостей проекций, построение дополнительной проекции на тождественную плоскость, дополнительное проецирование на одну из основных плоскостей проекций являются частными вариантами алгоритма Гаука на эюре Монжа.

УДК 330.4

О МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДАХ В ЭКОНОМИКЕ

О.В. Глушко

Филиал ГОУ ВПО СпбГИЭУ в г. Череповце

Методом формирования математической культуры можно назвать способ упорядоченной и взаимосвязанной деятельности преподавателя и сту-

дентов, направленной на решение задач воспитанности и обученности как слагаемых культуры будущего специалиста. Использование методов становления и развития математической культуры студентов способствует и совершенствованию их мировоззрения. Высокий уровень математических знаний, адекватный требованиям, предъявляемым к соответствующему характеру деятельности экономиста, понимание студентами социальной значимости математических знаний, их компетентность в оперировании математическим аппаратом, умение не только добывать математические знания, но и обрабатывать их, наличие навыков и умений использовать математические методы и модели при анализе фактов профессиональной экономической деятельности формируют творческую индивидуальность специалиста.

Перечисленные показатели подготовки студента–экономиста раскрывают не только содержание математической культуры как степени математической их воспитанности и обученности, но и главные элементы мировоззрения индивида. Поэтому можно отметить, что методы формирования математической культуры студентов способствуют развитию основных элементов их мировоззрения в математическом и профессиональном аспектах.

При выборе методов важно учитывать их эффективность использования в интересах математической культуры. С.А. Розанова, например, отмечает, что «при организации учебного процесса необходимо учитывать, что человек усваивает 10% того, что слышит, 50% того, что видит, и 90% того, что делает сам» [4, с. 37]. Поэтому отбор и выбор методов словесного, наглядного и практического восприятия курса математики – ответственная сфера методологической деятельности педагога по формированию математической культуры и мировоззрения студентов.

Особенно важны для формирования математической культуры методы, определяющие характер познавательной деятельности. Применение преподавателем *индуктивного и дедуктивного методов* обучения обеспечивает раскрытие логики движения содержания учебного материала. Использование этих методов учит студентов–экономистов не только усваивать излагаемый материал, но и обнаруживать характер и способы использования знаний, умений и навыков в решении теоретических и практических задач. Например, рассмотрение статистических (математических) данных можно осуществлять от частных цифр и показателей к общим выводам (индуктивно) или от общих математических категорий к анализу конкретной статистики (дедуктивно).

Репродуктивный метод основан на способности воспроизводить и повторять учебный материал с целью его усвоения. Он предполагает активное восприятие и запоминание информации. При применении этого метода в завершённом виде предлагаются единицы знаний, факты, доказательства, определения, что особенно важно при изучении математики и специальных дисциплин. Эффективен этот метод тогда, когда содержание учебного материала носит преимущественно информативный характер, яв-

ляется весьма сложным или принципиально новым. Репродуктивный метод соотносится с продуктивным, творческим методом преподавания математики и усвоения математической информации студентами.

Продуктивный характер имеют *проблемно–поисковые методы*, которые применяются в проблемном обучении. Для этого создается проблемная ситуация, моделируется некая экономическая неясность, организуется коллективное обсуждение возможных подходов к ее решению, выдвигается вариантное задание, а затем подтверждается правильность выводов одного из вариантов.

Творческий, или собственно продуктивный, метод формирования математической культуры студентов позволяет им испытать не только удовлетворение от умственного труда, но и проверить свои силы, найти собственное решение в процессе работы над учебным материалом, когда удастся открыть новые стороны в уже известном, возникают неожиданные идеи, ассоциации, мобилизуется творческое воображение, догадка, интуиция, фантазия.

Организация преподавателем творческой деятельности как метода формирования математической культуры у студентов–экономистов состоит в осуществлении следующих процедур:

- выдвижение и решение математических и экономических задач поискового типа;
- выполнение заданий экспериментального, исследовательского характера, выходящих за рамки учебной программы по математике и экономической статистике;
- поиск, сравнение и анализ различных источников научной и учебной математической и экономической информации;
- задание на творческую переработку, обобщение и систематизацию учебного материала (например, задание межпредметного характера);
- задание по составлению импровизаций разнородного учебного материала;
- задания, связанные с ролевыми творческими играми и др.

Современная математизация знания в методологическом плане представляет собой сложное, противоречивое и во многих отношениях еще не вполне понятное явление [2, с. 62]. Она привела к появлению новых математических дисциплин, например, теории игр, математической экономики, математического моделирования и т.д. Наиболее распространенным методом освоения математики и формирования математической культуры студентов является моделирование. Его признаками считаются: а) наличие объекта–посредника, заменяющего оригинал; б) объект–посредник находится с оригиналом в отношении существенного свойства; в) изучение объекта–посредника должно быть эвристически плодотворным, приносить новую информацию об исходном объекте [5, с. 143].

Продуктивность математического моделирования как метода формирования математической культуры и мировоззрения студентов основана на том, что все модели прямо или косвенно отражают действительность. «Это могут быть как непосредственно математические модели реальных явлений, так и экономические объекты (структуры) для изучения этих моделей. Одна и та же математическая модель может описывать свойства далеких друг от друга по своему конкретному содержанию реальных явлений».[3, с. 7]. Так, одно и то же дифференциальное уравнение может описывать процесс роста населения и динамику экономического кризиса. Для математики важна не природа рассматриваемых объектов, а существующие между ними отношения. А для экономиста всегда необходима способность изучать экономические отношения.

Существующие математические модели позволяют решать экономические задачи большой размерности, учитывать значительное число экономических показателей и факторов влияния. Для решения конкретных экономических задач можно использовать следующий алгоритм.

1. Уяснить задачу – ее экономический смысл. Выясняется проблема. Уже давно высказана идея о том, что если всякое человеческое начинание связано с той или иной целью, то математическое творчество связано с постановкой проблем. Сила исследователя познается в решении проблемы: он находит новые методы, новые точки зрения, он открывает более широкие и свободные горизонты.

2. Сформулировать цели исследования, задачи.

3. Выбрать численный показатель, от которого достижение цели зависит в первую очередь.

4. Построить математическую модель операции, устанавливающую количественные зависимости избранного показателя от условий задачи. Для этого необходимо подобрать соответствующий экономический метод.

5. Решить задачу с помощью математической модели и найденного метода.

6. Проверить правильность найденного решения [1].

Переводя экономическую, управленческую и иную задачу на математический язык, специалист может использовать для ее решения разнообразные средства математики. Как видно, многие математические методы ориентированы не только на обучение, но и на формирование общей и профессиональной (математической и экономической) культуры, а также на совершенствование мировоззренческих ценностных ориентаций и убеждений, норм и принципов мышления и деятельности.

Умелое использование методов повышает у студентов эффективность овладения основными знаниями, необходимыми специалисту в его квалификации, формируют профессиональные умения и навыки. В результате использования активных методов преподавания математики повышается эмоциональный отклик студентов на процесс познания, возрастает мотивация учеб-

ной деятельности, стабилизируется интерес овладения новыми знаниями и умениями их практического применения. В целом, активные формы и методы преподавания математики способствуют успешному формированию математической культуры студентов экономического вуза и их мировоззрения.

Список литературы:

1. Абчук, В.А. Математика для менеджеров и экономистов [Текст]: учебник / В.А. Абчук. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2002.
2. Перминов, В.Я. Философско–методологические и исторические проблемы математизации знания [Текст] / В.Я. Перминов, С.Н. Бычков, Е.А. Зайцев // Современные философские проблемы естественных, технических и социально–гуманитарных наук. – М., 2006.
3. Кремер, Н.Ш. Высшая математика для экономистов : учебник для вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман ; под ред. проф. Н.Ш.Кремера. – 2–е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ, 2000. – 471 с.
4. Розанова, С.А. Математическая культура студентов технических университетов [Текст] / С.А. Розанова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
5. Ушаков, Е.В. Введение в философию и методологию науки [Текст] / Е.В. Ушаков. – М., 2005.

УДК 330.4

CRITERIA FOR CHOOSING AN ERP SYSTEM

Mariana Mateeva Petrova

St. Cyril and St. Methodius University of Veliko Turnovo

Department of Information technologies, Veliko Turnovo, Bulgaria

Enterprise Resources Planning (ERP) includes inside and outside for the company managing information, regarding finances, accountancy, production, sales, services and others by an integrated computer–based application. The purpose of this system is to organize and manage the informational streams between all business functions in the boundaries of the organization, as well as manage the connections with outside counteragents.

ERP is unified, using common database and communication environment, system of functional tools, which covers all the aspects of company management and provides the employees from all the departments to receive immediately the whole information, needed to perform their duties.

The implementation of an ERP system is just a step from a continuous process of company elaboration, to passing to a higher level of organizational and informational development.

The final goal is to improve the results from the organization activities: “higher competitive power”, “closer to the client” by targeted impact

on one or several of the following system elements: Processes; Technologies; Organizational structures; Role on the job and method of work.

Recommendations when implementing an ERP system:

– hire outside consultants (if there is a lack of inside know-how) on the phase of specifying the informational needs and finding an appropriate provider and ERP solution.

– the unjustified high self-esteem inside the organization is very harmful; the result is that it is not the optimal for the organization solution that is introduced.

– a very important part is the following evaluation and result analysis, based on the preliminarily specified criteria and parameters.

Possibilities for the companies when choosing ERP solutions:

Local production: orientation to the accountancy; fast implementation; low price; highly limited functionality; inability for fast and easy adaptation; lack of scalability.

Worldwide standards: complete functionality, but difficult to use; wide possibilities for settings and adaptation; high scalability; long and difficult process of implementation; management oriented; high price of the solution.

Very often, the inexperienced companies, which have not thought of using outside consultants on the subject, define as criteria on choosing an ERP solution only the following two factors: Product functionality and Price.

They are missing other, also very important, criteria such as:

- The ability of the Solution Provider to provide its implementation qualitatively, in time, and to satisfy the need and expectations of the Client.
- A very important thing, apart from the product itself, is the company-implementer, who is the local representative of the ERP project, and to what extent he can guarantee a high level and quality of settings and implementation of the solution at all.

Criteria for choosing an ERP solution provider

1. Corporative vision for the ERP Provider

– Progressive development and domination on the market;

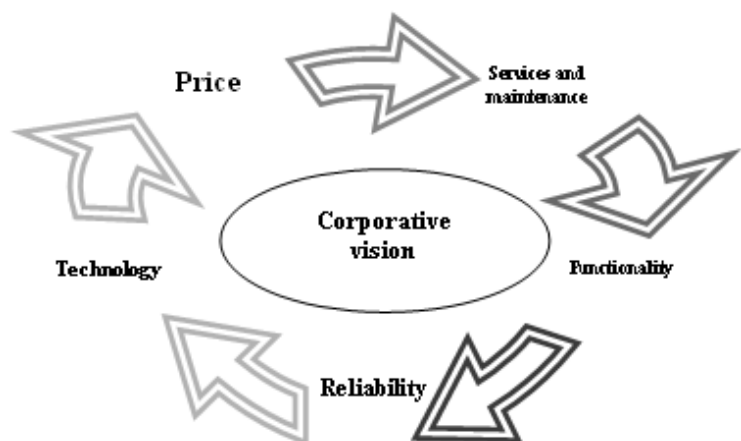
– Changes in the product in the last years;

– Expected changes in the product in the following years?

– Knowledge of the last trends in the ERP solutions, and vision on how to keep on the market with growing competition?

2. Used technology and system architecture

– Reliable technology, in order to manage not only the current, but also an increased future capacity of data;



- Ability to work in real time and speed of implementation, processing and retrieval of data;
- Methods for security and data protection in the system;
- Does the provider have the source code, in order to easily make changes needed for adaptation and settings of the solution?
- Provided multi-company, keeping different currencies, and alternative, test database for the same company;
- Restrictions and limitations from technical point of view – what can't the solution do, due to technical limitations?

3. Product functionality

- Consistency of preliminary expectations and developed work;
- Easy to use menus, is the product user-friendly;
- Is there a CRM module integrated in the offered ERP solution, or is it an additional product, with interface? How many working installations there are? Are there installations in the specific branch or in a similar business?
- Organization of the help menus and protection against improper or unauthorized entry; Are there individual settings according to the specific user?
- Is the product easily assimilated by the existing staff?
- Does it print out automatically consolidated financial reports?
- Does the accounting module let you record parallel amortization, in different standards, like US GAAP and HCC?
- Level of automation of the references and reports, compared to other, best products on the market;
- What are the standard reports, offered by the solution? Are they enough to take management decisions and for the current functions? Is there a report generator? How does the system print out new reports?

4. Price of the solution

- Are the licenses and the implementation price clearly differentiated?
- Does the provider offer license flexibility, for example concurrent users, and not registered users. For bigger number of licenses, does the price for a single license retain or fall?
- Is the recommended database, which the application works with, on an affordable price or not?
- When does the annual maintenance fee start to accrue? What is the maintenance fee for the first year of the implementation and in the next?
- Does the maintenance fee (annual) fit in as a percentage in the world established standards (no more than 15% of the licensed fees)?
- What is the ratio between the total project cost and the licenses cost? Is the ratio of the software costs (the licenses) close to around 1/5 of the total project cost, i.e. around 20% of it, which are the world standards? *
- Is the ROI (Return of investment) indicator calculated for the whole solution, before any contract is signed for its implementation? What is the redeemability, compared to the company branch, and to other preceding investments?

– Using the “Period for buying back the investment” method, for how many years it would pay off?

5. Services and maintenance

– Is the provider competent? Do his representatives answer clearly each question?

– Is the provider able to offer a complete solution or not? Will there be any upgrades needed and what?

– What kind of Project management does the Provider offer?

– Which specialist at which degree are involved?

– What is the expertise of the involved Specialists and managers of the project? How many similar projects have they had?

– What is the Provider’s experience with companies from the same branch? Are there successful implementations and where?

– What kind of staff education does the Provider offer? How will it be organized?

– What is the average level of expertise of the consultants, which the Provider offers? What degrees and certificates do they have, for how long, and what experience do they have?

– What is the offered and expected time for removal of non-critical problems?

– Is there a 24/7 support and how is it organized?

– Does the Provider accept the condition to adhere to a fixed in advance “go live” date, and under what conditions? Does he express confidence and is he ready to make a firm commitment to date, on which to launch a working system?

– Does the Provider offer “business process re-engineering” as part of the implementation process?

– What is the Provider’s knowledge on the particular business? Are there business management specialists in his team? Can he give examples of implementation, combined with restructure processes or optimization of the processes and management?

6. Reliability and “continuation of the business” of the Provider

– For how many years is the Solution Provider on the market? Since when does the Provider for Bulgaria have the rights to distribute this product?

– What is the business history of the Provider and what is his development by now? Where how does he stand now in the software and IT industry in Bulgaria?

– When was the first version of the product issued? And the version that is introduced, since when is it in use, and how many installations are there?

– What are the financial indicators of the Provider? Do the figures show sustained and upward business development?

– What is the ratio of rotation (changes in personnel) in the senior management staff? How about the consultants?

- Does the Provider increase or decrease his personnel in the last years?
- What references does the Provider offer? Can a particular referent be visited, in order to see how things are organized and work?

**Материалы IV межрегиональной научно-практической
конференция с международным участием
ИННОВАЦИИ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ
И ЭКОНОМИКЕ КУЗБАССА**

**Белово, филиал ГУ КузГТУ в г. Белово
28–29 апреля 2011**

Часть 1

Научное издание

Компьютерная верстка Л.И. Законновой

Оригинал-макет подготовлен на базе филиала ГУ КузГТУ в г. Белово

Подписано к печати 20.06.2011
Бумага офсетная
Усл. печ. л. 18.5
Заказ

Формат 60×84/16
Гарнитура «Times New Roman»
Тираж 100 экз.

Заказ филиала ГУ КузГТУ в г. Белово
652644, Кемеровская обл., г. Белово,
пгт. Инской, ул. Ильича, 32–а.

Типография ГУ КузГТУ
650000, г. Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а