

УДК 622.272.6

Г.Я. Полевщиков, Е.Н. Козырева, М.В. Шинкевич, О.В. Брюзгина

ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОЙ РАЗРАБОТКИ
УГЛЕМЕТАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА

Комплексное использование ресурсов углегазовых месторождений, как направление в горном деле, включает в себя добычу угля с обязательной попутной добычей кондиционного по условиям утилизации метана. Как показывает мировой опыт, такой подход максимально успешен при условии его обоснования на стадии проектирования горных работ. Попытки решения задачи использования шахтного метана в виде дополнений к проектам в период эксплуатации шахт создают технологические трудности при минимальной экономической эффективности. Эти трудности вполне ожидаемы, т.к. условия утилизации требуют, например, высокую концентрацию каптируемого газа и, как следствие, бурение дегазационных скважин непосредственно к источникам – сближенным пластам. А условия снижения метанообильности выемочных участков предусматривают перехват потоков, движущихся к выработанному пространству по трещинам расслоения, в которые неизбежно поступает и часть воздуха, подаваемого системой вентиляции. Эти и другие

метан. До 90 % заключенного в угле метана находится в метастабильном состоянии в микропористой структуре угля и способного к достаточно интенсивному выделению при значительной разгрузке массива от геостатических напряжений в процессе ведения горных работ.

Оценка ресурсов метана.

Расчет ресурсов метана выполняется по данным геологоразведочных скважин в пределах рассматриваемого шахтоучастка с применением методов пространственного моделирования, что позволяет учесть изменчивость газокинетических свойств массива даже в пределах выемочных столбов. Выполнены расчеты газовых потенциалов участков горных отводов на 6-ти месторождениях Кузбасса. На рис.1 представлен пример результатов расчета по разработанному (с участием авторов) методу. Видим, что геологический газовый потенциал измеряется в сотнях м^3 метана на м^2 дневной поверхности.

Метод позволяет выявить области массива с повышенным газовым потенциалом, указываю-

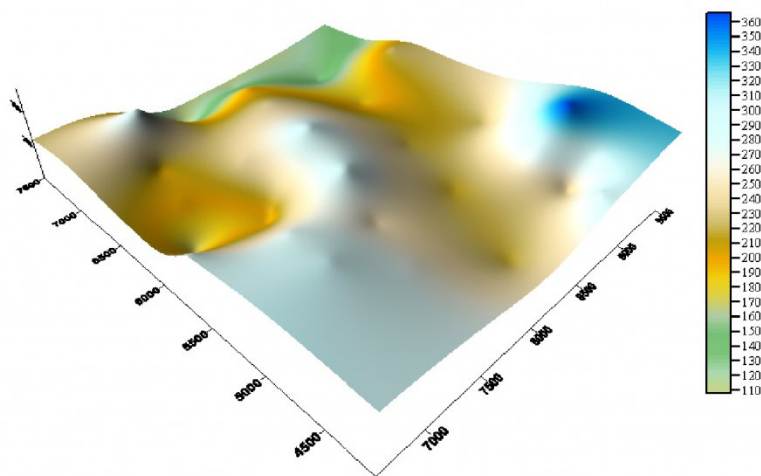


Рис.1. Компьютерная карта распределения природного газового потенциала ($\text{м}^3/\text{м}^2$) участка горного отвода шахты им.С.М. Кирова, Кузбасс

противоречия можно не только снять, но иметь дополнительные эффекты, если проектировать углеметанодобывающие комплексы (УМДК), где затраты на извлечение метана компенсируются ростом допускаемой по газовому фактору производительности участков, а затраты на утилизацию – введением в производственный процесс дополнительного энергетического продукта.

Основной причиной низкой эффективности добычи метана из угольных месторождений за пределами зон влияния горных работ является физико-химическая связанность системы уголь-

шие на перспективность участка по метанодобываемости еще до начала ведения горных работ. А также, оценить изменчивость технологического газового потенциала – объема газа, способного выделиться на участок при ведении горных работ.

Особенности метановыделения из основных источников и технологических параметров выемочного участка шахты.

В 2001 г. Институтом угля и углехимии СО РАН установлены волнообразные изменения метанообильности (*газокинетический паттерн*) высокопроизводительных выемочных участков на

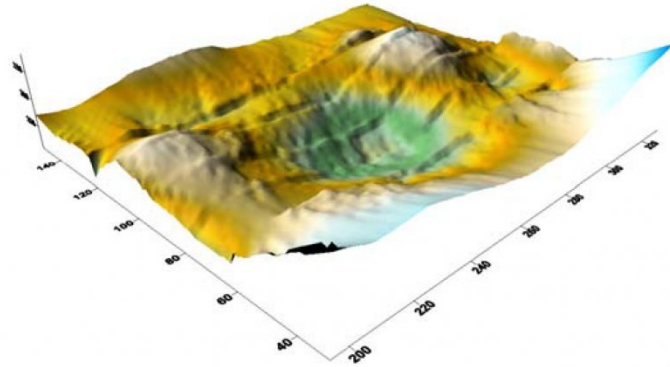


Рис.2. Давление в стойках механизированной крепи при отработке пласта 5 Чертинского месторождения Кузбасса

угольных месторождениях [1], расширяющие границы моделей (1921-2009 гг.) периодических процессов в подрабатываемом анизотропном массиве горных пород. Физическая суть подхода базируется на следующем: в массиве природой заложены пластины-индикаторы – углеметановые пласты, которые при снижении напряжений выделяют газ, непрерывно контролируемый системой рудничного мониторинга. По этим данным установлены параметры динамики выделения метана, уточняющие особенности геомеханического процесса, охватывающего реакцию сотен тысяч тонн пород вмещающего массива.

С применением результатов исследований ИГД СО РАН [2,3] уточнены особенности формирования иерархии блочных структур при одноосной разгрузке массива, находящегося в объемно-напряженном состоянии. Следствием этого вида разгрузки является образование сводов (полусфер, параболоидов) с площадью боковой поверхности, соответствующей упругой энергии среды в формирующемся объеме. Это условие минимизации

энергетических затрат на разрушение геоматериала определяет геометрию сводов и порядок их формирования. Высота ближайших к пласту сводов (мощность нижнего геомеханического слоя структурной иерархии) определяется величиной контролируемого структурного параметра (по направлению подвигания забоя) и углом полных сдвижений пород. По мере движения фронта разгрузки вмещающего массива от напряжений процесс саморазрушения охватывает все более мощный слой пород, включающий в себя и все предыдущие. Каждый слой имеет свои действующие напряжения, определяющие геометрические размеры сводов в его пределах. В дальнейшем, процесс дезинтеграции горных пород развивается вплоть до поверхности.

Натурными наблюдениями доказано, что реакция крепи очистного забоя носит так же волнообразный характер. На рис.2 представлены значения давления жидкости в стойках механизированной крепи при движении очистного забоя. Процессы, отраженные на рис.2 происходят в соответ-

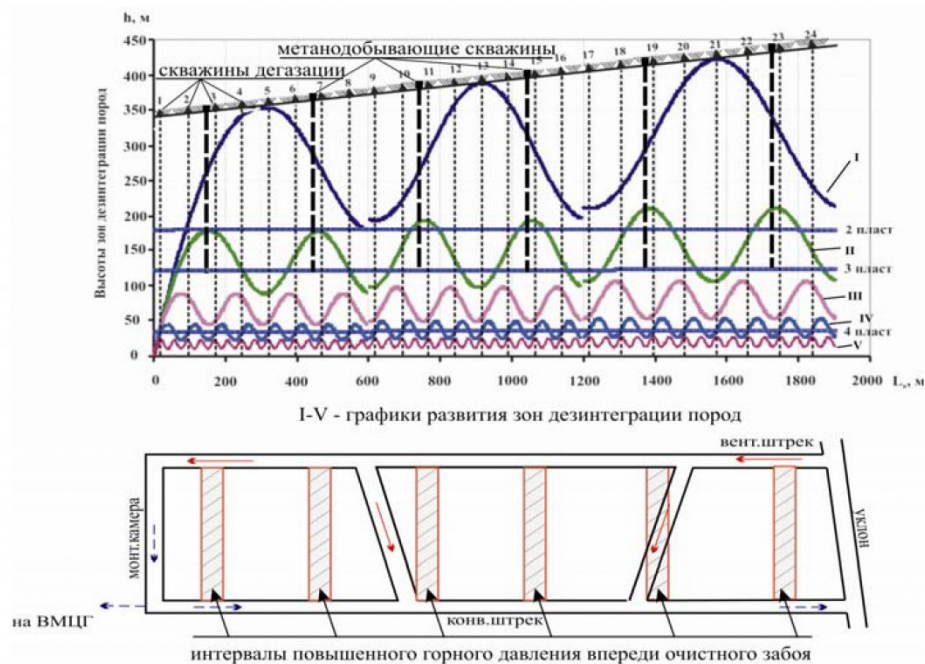


Рис.3. Схемы формирования зон дезинтеграции подрабатываемого массива на выемочном участке Чертинского месторождения Кузбасса

ствии с углом полных сдвижений 45 градусов. Указанные особенности по длине лавы отмечены и зарубежными исследователями [4].

На рис.3 с применением синусоидальных функций, аппроксимирующих границы иерархии сводов, изображена схема развития сдвижений подрабатываемого массива горных пород при движении очистного забоя.

В верхней части рис.3 представлен *геомеханический паттерн* массива горных пород, учитывающий нелинейность развития геомеханических ситуаций, формирующихся во вмещающем массиве при выемке угольного пласта. На нижней части рисунка представлен выемочный столб с заштрихованными областями – интервалами повышенного горного давления, местоположение которых определяется в зависимости от максимумов высот зон дезинтеграции геомеханического слоя, содержащего подрабатываемые пласты 2 и 3. В этих местах не рекомендуются остановки забоя, заложение промежуточных печей и демонтажной камеры. Для снижения вероятности зависаний основной кровли на сопряжениях со штреками длина очистного забоя должна быть кратна периоду сдвижений в третьем геомеханическом слое.

С учетом нелинейности геомеханического процесса выявляются и оптимальные места бурения дегазационных и метанодобывающих скважин (пунктирные линии на рис.3. Подключение их к

общей системе утилизации газа обеспечивает выполнение требований кондиции метановоздушной смеси.

В развитие полученных результатов разработаны [5] основы алгоритма расчета изменений динамики метанообильности выемочного участка под влиянием стратиграфических особенностей разрабатываемого горного блока, пространственного распределения его природного газового потенциала, порядка отработки пластов в свите и выемочных столбов на выемочном поле. Алгоритм позволяет учесть особенности динамики притока метана из геомеханических слоев структурной иерархии вмещающего массива, в том числе в условиях, когда вышележащий пласт ранее отработан частично.

При определении порядка отработки лав на выемочном поле так же необходимо учитывать формирование соответствующих сводов сдвижений по падению пласта. Установлены особенности геомеханического процесса (рис.4 и 5), когда только одна лава 1107 отработывалась в целиках с параметрами сводообразования: в основании – квадрат со сторонами, равными длине лавы. Далее отработывалась лава 1105 с развитием основания общего свода до двух длин лав, и далее лава 1109 с развитием основания общего свода до трех длин лав.

Горно-экспериментальные исследования по-

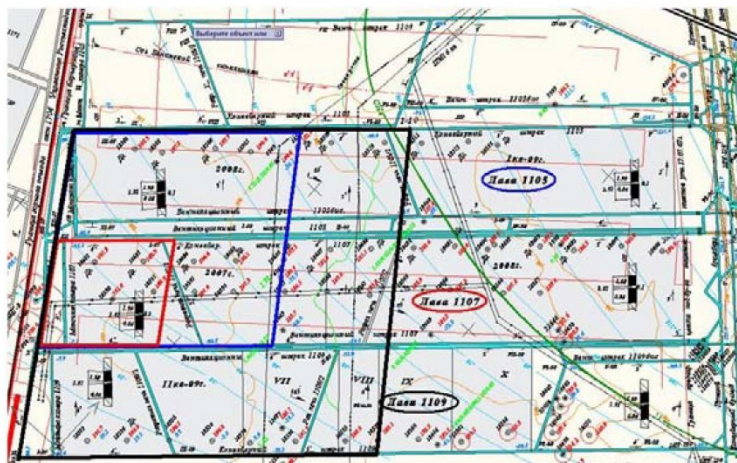


Рис.4. Выводка с плана горных работ шахты

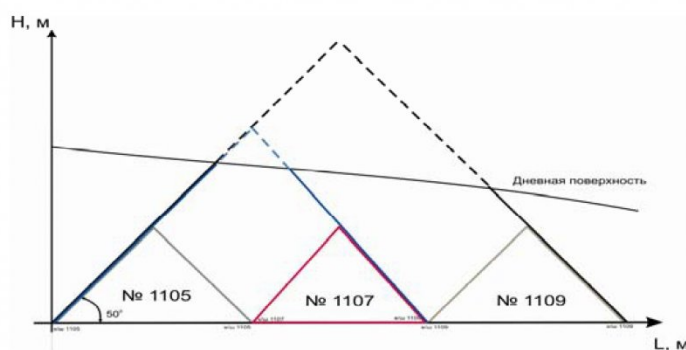


Рис.5. Схема формирования зон дезинтеграции подрабатываемого массива вкост простиранья пласта

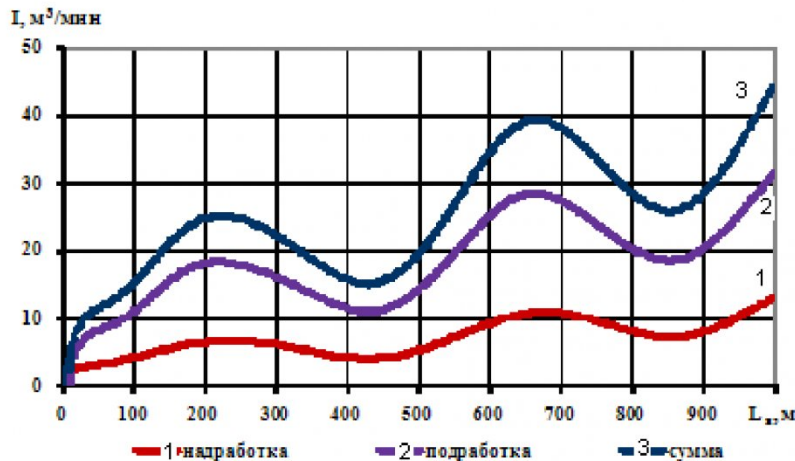


Рис. 6. Продуктивность дегазационных систем выработанного пространства выемочного участка на Чертинском месторождении

казали, что когда опора массива пород по падению пласта общей протяженностью, равной 3-х кратной длине лав, была вынута, зоны над этими столбами стали взаимодействовать, и тем самым, границы влияния выработанных пространств над ранее отработанными лавами развились до значительных размеров (рис. 5). Как следствие, метанообильность выемочных участков 1105 и 1109 значительно превысила проектные показатели. При наличии в кровле мощных и крепких слоев пород обрушение такой массы может вызвать локальные землетрясения.

На рис. 6 приведен пример расчета продуктивности дегазационных систем выработанного пространства скважинами, пробуренных из горных выработок в под- и надработываемый массивы по заданным параметрам комплексной схемы управ-

ления газовой дегазацией. Представленные на этом рисунке результаты соответствуют коэффициенту дегазации выработанного пространства 0,6; коэффициенту распределения воздуха 0,3 при поступлении его в забой 2000 м³/мин с нагрузкой на очистной забой 1500 т/сут.

В качестве инновационных перспектив фундаментальных исследований отметим, что они позволят успешно решать прикладные задачи комплексного использования ресурсов углегазовых месторождений Кузбасса с целью:

- повышения эффективности управления метанообильностью участка;
- планирования добычи угля и метана при отработке углеметановых пластов;
- оптимизации длины очистного забоя, длины выемочных столбов и мест проведения промежуточных печей;
- уточнении условий сохранения выработок с учетом нелинейных нагрузок;
- уточнении параметров дегазации, в том числе определение количества и мест заложения дегазационных скважин, с расчетом требуемого количества каптированного метана.

Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционных проектов СО РАН №№ 60 и 61 и грантов РФФИ №№ 10-05-90001-Бел_а, 10-05-98009-р_сибирь_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газокинетический паттерн разрабатываемого массива горных пород / Г.Я. Полевщиков, Е.Н. Козырева // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2002. – № 11.
2. Открытие № 400 СССР. Явление зональной дезинтеграции горных пород вокруг подземных выработок / авт.: Шемякин Е.И., Курленя М.В., Опарин В.Н., Рева В.Н., Глушихин Ф.П., Розенбаум М.А // Опубл. в БИ, 1992, № 1.
3. Зональная дезинтеграция горных пород и устойчивость подземных выработок / В.Н. Опарин, А.П. Тапсиев, М.А. Розенбаум, В.Н. Рева, Б.П. Батдиев, Э.А. Троп А.И. Чанышев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. – 2008. – 278 с.
4. Волнообразное распределение горного давления вдоль забоя лавы./ М. Ройтер, В. Курфюст, К. Майрховер, Ю. Векслер. // ФТПРПИ. – 2009, №2. – С. 38-44.
5. Влияние процессов разгрузки и сдвижений вмещающих пород на выделение метана из разрабатываемого пласта / Г.Я. Полевщиков, М.В. Шинкевич, Е.Н. Козырева, О.В. Брюзгина // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008, №2. – С. 139-143.

□ Авторы статьи:

Полевщиков
Геннадий Яковлевич,
докт. тех. наук, проф., зав.
лаб. газодинамики и геомеханики угольных месторождений Института угля СО РАН.
Gas_coal@icc.kemsc.ru

Козырева
Елена Николаевна,
канд. тех. наук, ст. науч.
сотрудник лаб. газодинамики и геомеханики угольных месторождений Института угля СО РАН.
Gas_coal@icc.kemsc.ru

Шинкевич
Максим Валериевич,
канд. тех. наук., науч. сотрудник лаб. газодинамики и геомеханики угольных месторождений Института угля СО РАН.
Gas_coal@icc.kemsc.ru

Брюзгина
Ольга Викторовна,
вед. инж. лаб. газодинамики и геомеханики угольных месторождений Института угля СО РАН.
Gas_coal@icc.kemsc.ru