

И.А. Поздеев

ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» ООО «Шахта «Есаульская»

АНАЛИЗ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ИМИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Стратегия развития угольной отрасли неразрывно связана с увеличением нагрузок на подземные очистные забои и проектированием выемочных участков мощностью не менее 2 – 3 млн. т угля в год. Однако техническое перевооружение, ориентированное на высокопроизводительную технику, с одновременным увеличением глубины ведения горных работ вызвали значительный рост метановыделения в горные выработки шахт. В этих условиях безопасная отработка метанодонных пластов угля выполняема лишь при использовании эффективных методов управления газодинамикой на выемочных участках [1 – 3, 5].

Существующие способы управления метановыделением можно разделить на три основные группы: горнотехнические, средствами вентиляции, дегазация. В первом случае управление газодинамикой осуществляется за счет изменения параметров системы разработки, порядка отработки пластов в свите, управления горным давлением. Эти способы в ряде случаев являются высокоэффективными, но жесткая связь с технологией не позволяет осуществлять оперативное управление газодинамикой. При использовании этих способов необходимы большие трудовые и экономические затраты, сопоставляемые с затратами на реконструкцию, а продолжительность перехода от одного способа к другому может достигать нескольких лет [2].

В настоящее время одним из основных методов борьбы со скоплением метана является вентиляция шахт. Это выражается в том, что ее доля в удалении газа из шахты редко бывает менее 70 – 75 % даже при самом усиленном применении дегазации. Управление газодинамикой вентиляцией основывается на выборе рациональных схем проветривания выемочных участков, регулировании утечек воздуха через выработанное пространство, а также применении изолированного отвода метановоздушных смесей по специальным выработкам [1, 2, 6].

Вследствие увеличения глубины ведения горных работ вентиляция как основной способ

борьбы с газодинамикой имеет определенные ограничения. Анализ возможных путей интенсификации горных работ и практика применения в различных горно-геологических условиях свидетельствуют, что наиболее эффективным является борьба с газом средствами дегазации.

Опыт дегазации в угольных бассейнах России показал, что применение этого активного способа управления газодинамикой способствует созданию безопасных условий труда в угольных шахтах. Основным способом дегазации источников метановыделения являются дегазационные скважины, пробуренные веером, параллельно или навстречу движения очистного забоя, а также в купола обрушения выработанного пространства и пласты-спутники [1, 7, 8, 4, 5]. На эффективность работы дегазационных скважин большое влияние оказывает напряженно-деформированное состояние массива разрабатываемого пласта. На рис. 1 показаны участки различного напряженного состояния пласта 1 – 5, изменение вертикальной составляющей σ_y горного давления, на участках пласта 1' – 5' и на кромке пласта, вскрытого скважиной 1'с – 2'с – 3'с – 5', а также качественное изменение газодинамики g в скважину, пробуренную в плоскости пласта, от времени t и расстояния L .

Видно, что на газодинамику в скважину большое влияние оказывает опорное давление, возникающее в результате перераспределения напряженного состояния горных пород. Под влиянием опорного горного давления снижается пористость пласта и ухудшаются условия для миграции флюидов газа к дегазационной скважине, что приводит к снижению эффективности дегазации [1, 9]. При значениях горного давления, превышающих прочностные свойства угля, происходит образование систем трещин в горном массиве, которые создают условия для ламинарного движения флюидов газа, что является причиной повышения каптажа метана дегазационной скважиной.

Для эффективного прогнозирования дебита метана в дегазационных скважинах необходимо

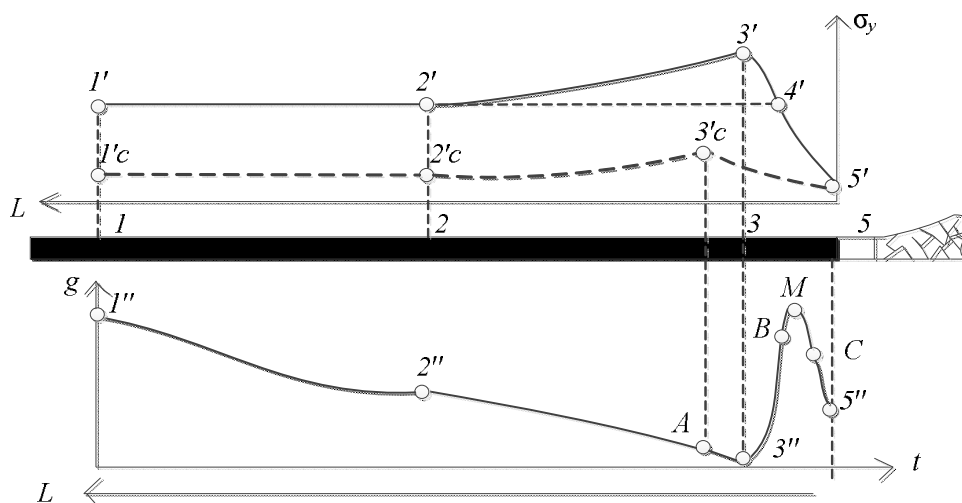


Рис. 1. Газовыделение в дегазационную скважину 1'' – 5'', функционирующую в зонах пласта с различным напряженным состоянием массива 1'' – 5'' [1]

прогнозировать параметры опорного давления, которые зависят от глубины ведения горных работ, мощности угольного пласта и физико-механических свойств угля.

Дегазация источников метановыделения осуществляется в соответствии с действующими «Инструкциями по дегазации угольных шахт» [10].

На основании анализа имеющегося опыта дегазации источников метановыделения и научных исследований можно сделать выводы о том, что теоретические основы закономерности формирования зон газодинамических явлений в массивах горных пород в зоне опорного давления не разработаны до уровня практического применения.

В результате отработки угольного пласта нарушается метастабильное состояние пластов-спутников и вмещающих пород. Образуются системы трещин, по которым флюиды мигрируют в выработанное пространство очистного забоя и прилегающие к нему горные выработки [7]. Согласно модели газовыделения, начало увеличения выделения газа в скважину соответствует началу разгрузки пласта от горного давления, а максимальное газовыделение наблюдается в разгруженной зоне. При дегазации пластов-спутников важно правильно определить зону повышенного газовыделения, которая зависит от горно-геологических и горно-технологических факторов [1, 4].

Комплексными исследованиями установлено, что взаимосвязь между снижением давления метана в подрабатываемых пластах и ростом интенсивности газоотдачи в скважины (рис. 2) в значительной степени зависит от мощности пород между пластами [1, 4].

Полученные результаты наблюдений за смещениями пород в районе сближенных пластов и газовыделением из них позволяют утверждать, что максимальное газовыделение из скважин и максимальная разгрузка сближенных пластов происходят примерно в одно и то же время после их подработки или надработки. Одним из основных факторов, определяющих зону активной газоотдачи соседних пластов, является величина шага обрушения вмещающих породных толщ. Наличие в над- или подрабатываемом массиве крепких пород способствует увеличению протяженности зоны активного газовыделения и, наоборот, наличие легко обрушающихся пород сокращает размеры зоны [4, 5].

Известные модели описывают газодинамические процессы в разрабатываемом пласте и пластах-спутниках при равномерном движении очистного забоя, но практически не изучена закономерность формирования газового коллектора от скорости движения очистного забоя.

Нарушение метастабильного состояния насыщенного газом угленосного массива в зоне сдвижения отрабатываемого, подрабатываемых и надрабатываемых пластов является основной предпосылкой для создания комплексной системы управления газодинамическими и геомеханическими процессами [11].

На рис. 3 – 5 представлены пространственно-временные модели выделения метана из отрабатываемого пласта и пластов-спутников, отражающие характер формирования газового коллектора. Видно, что модели форм газовых коллекторов по разработанным алгоритмам Б.Г. Тарасова, В.А. Колмакова, Ю.П. Ванжи и других авторов имеют различия, что свидетельствует о недостаточной изученности зако-

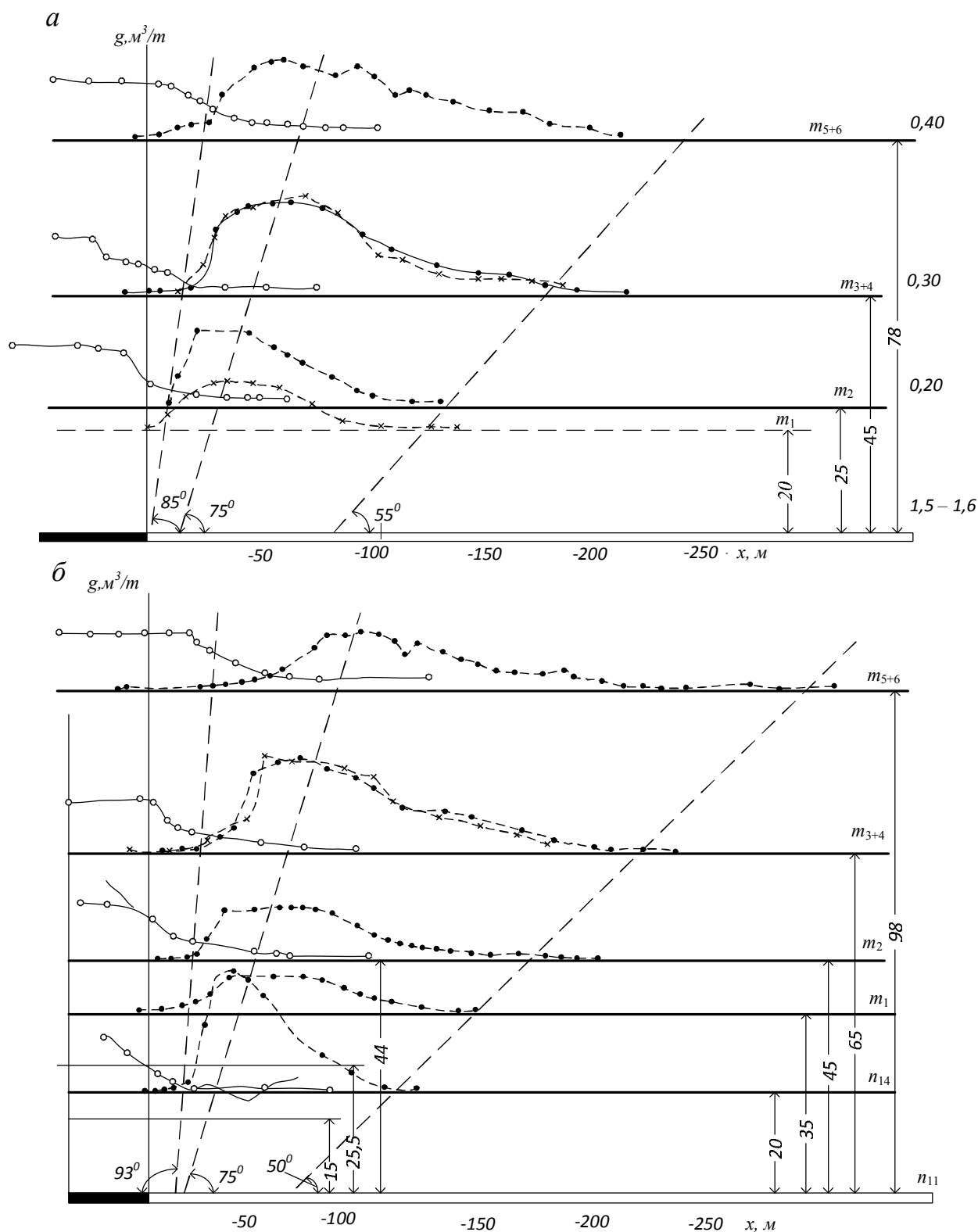


Рис. 2. Графики зависимостей динамики газового давления ($-\circ-$), газоотдачи q ($-\bullet-$) и оседания пород ($-\times-$) от опережения забоя x при подработке пологих угольных пластов на шахте Воркутского месторождения:
 а – при разработке пласта Первый; б – при разработке пласта Четвертый [4]

номерностей формирования газового коллектора выработанного пространства. И в большинстве случаев газопроницаемость угленосной толщи и пути миграции метановоздушной смеси изучены при равномерном дви-

жении очистного забоя или его длительной остановки.

По результатам проведенного анализа имеющегося опыта управления метановоздушной смесью в зоне влияния очистных работ обоснованы следующие выводы.

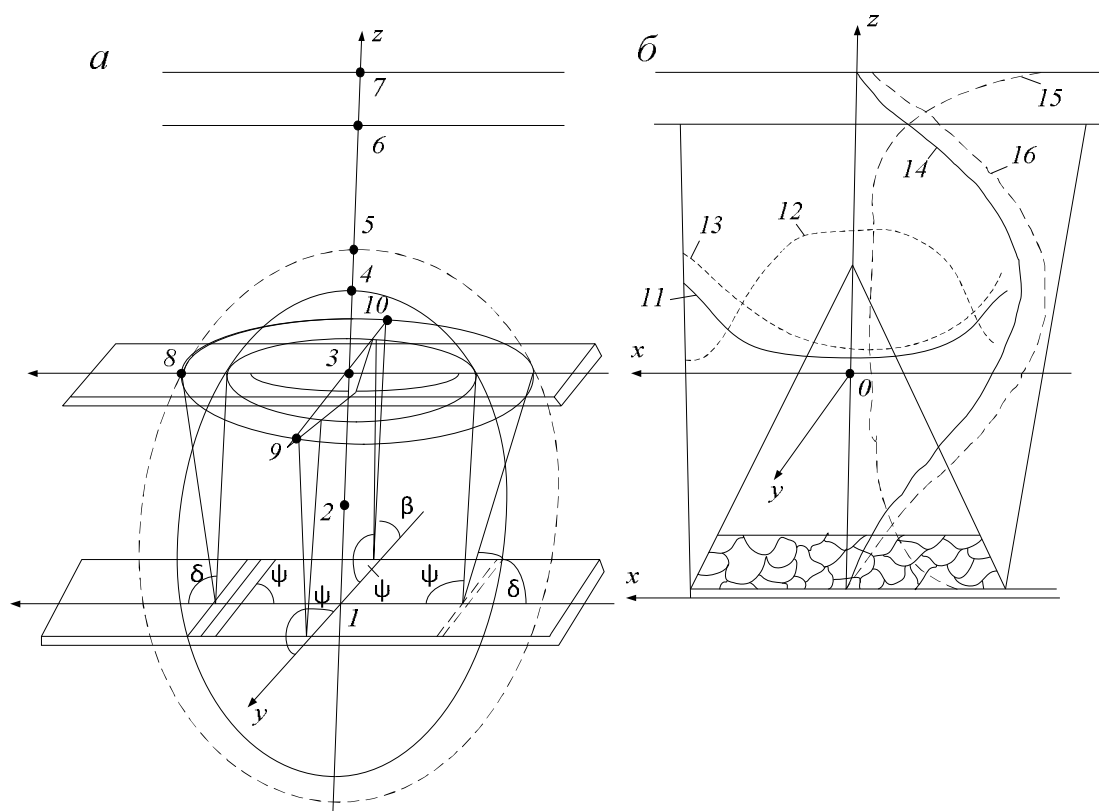


Рис. 3. Схемы к определению параметров зоны разгрузки (а) и газовыделения (б) в подработанном массиве:
 1 – 2 – зона обрушенных пород; 1 – 5 – зона полной разгрузки пород; 4 – 5 – зона смещений пород; 1 – 7 – глубина горных работ; 6 – 7 – зона газового выветривания; 3 – 8 – зона газового истощения толщи по простиранию; 9 – 10 – зона газоотдачи пласта-спутника по падению; 11, 14 – газовое давление в пласте-спутнике; 12, 15 – газопроницаемость пласта-спутника; 13, 16 – сопротивление пласта-спутника движению газа [12]

Выводы. Необходимо изучить закономерности аэро-газодинамических процессов в массивах горных пород, горных выработках и выработанных пространствах, а также закономерности обрушения и разгрузки пород подработанной толщи и их влияние на эффективную работу очистных комплексно-механизированных забоев (КМЗ) при их неравномерном движении. Необходимо установить закономерности формирования газового коллектора в выработанном

пространстве при отработке свиты пластов с учетом цикличности обрушения пород кровли при условиях неравномерной скорости движения очистного забоя. Для выбора оптимальных технологических параметров выемочного участка и режимов движения очистного КМЗ необходимо разработать методику прогноза миграции метановоздушной смеси при неравномерном движении очистного забоя.

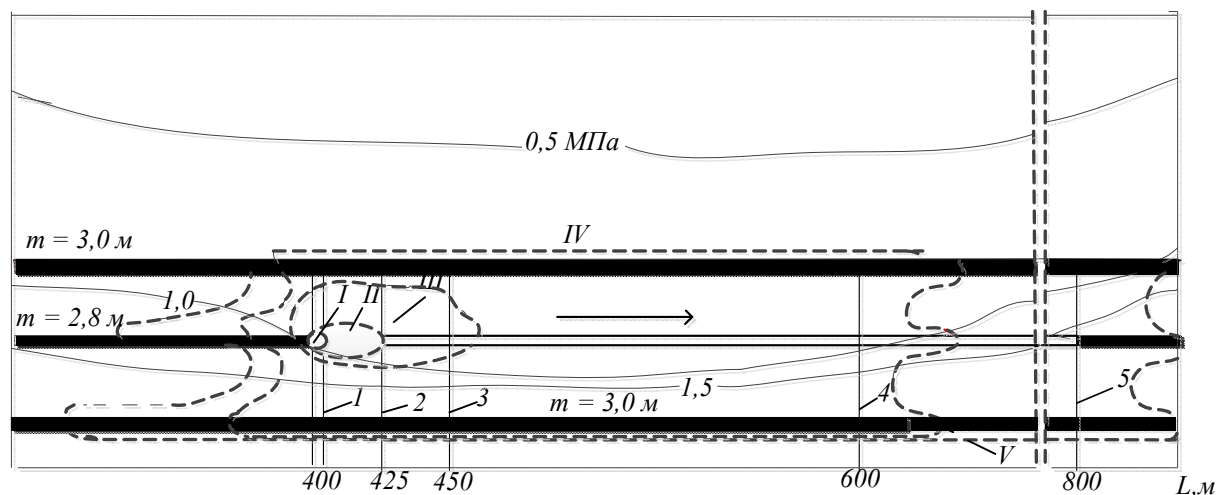


Рис. 4. Характер формирования зон дегазации при различном положении очистного забоя:
 1, 2, 3, 4, 5 – положение забоя; I, II, III, IV, V – контур зоны дегазации [3]

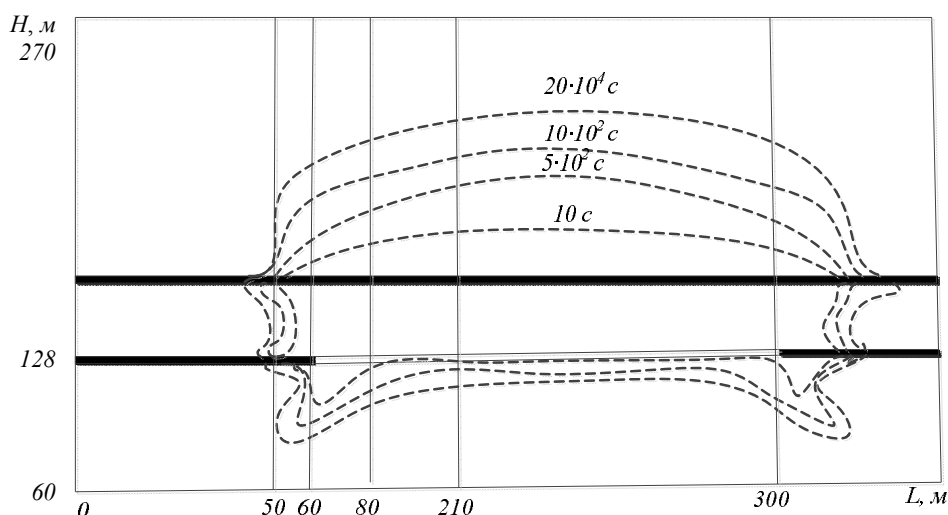


Рис. 5. Схема изменения зоны активной фильтрации во времени [3]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подготовка и разработка высокогазоносных угольных пластов: Справочное пособие / А.Д. Рубан, В.Б. Артемьев, В.С. Забурдаев и др. — М.: Горная книга, 2010. — 500 с.
2. Пучков Л.А., Сластун С.В., Колликов К.С. Извлечение метана из угольных пластов. — М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2002. — 383 с.
3. Ванжа Ю.П. Прогнозирование газовой выделения и управление газопылевоздушной средой в шахтах. — Томск: Изд-во Томского университета, 1995. — 147 с.
4. Айруни А.Т. Теория и практика борьбы с рудничными газами на больших глубинах. — М.: Недра, 1981. — 335 с.
5. Морев А.М., Евсеев И.И. Дегазация сближенных пластов. — М.: Недра, 1975. — 168 с.
6. Мясников А.А., Колотовкин Л.Д. Борьба с газом в очистных выработках шахт. — Кемерово: Кемеровское кн. изд-во, 1975. — 108 с.
7. Дегазация метаноносных угольных пластов и вмещающих пород на шахтах Кузбасса. История. Действительность. Будущее: Монография / А.В. Ремезов, В.Г. Харитонов, А.И. Жаров и др. — Кемерово: изд. КузГТУ, 2012. — 848 с.
8. Дегазация угольных пластов на шахтах Кузбасса: Брошюра / Светлаков Ю., Розанцев Е., Умрихин А. и др. — Кемерово: Кемеровское кн. изд-во, 1966. — 113 с.
9. Сергеев И.В., Ходыкин В.П. Закономерности газовой выделения в дегазационные пластовые скважины // Рудничная аэрология: Сб. науч. трудов. Вып. 115. — М.: Изд-во ИГД им. А.А. Скочинского, 1974. С. 3 — 6.
10. Инструкция по дегазации угольных шахт. Утверждена Ростехнадзором 01.12.2011. — М., 2011. — 226 с.
11. Фрянов В.Н., Павлова Л.Д., Ногих С.Р. Модель дезинтеграции углепородного массива и формирования газового коллектора в зоне сдвижения // Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: Сб. науч. статей. — Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2007. С. 21 — 28.
12. Колпак В.А. Метановыделение и борьба с ним в шахтах. — М.: Недра, 1981. — 134 с.

© 2013 г. И.А. Поздеев
Поступила 3 декабря 2013 г.