УДК 622.454.3

М.В. Шинкевич

АНАЛИЗ СПОСОБОВ И СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЕМ НА ВЫЕМОЧНОМ УЧАСТКЕ

В последние десятилетия российскими учеными активно развиваются знания о свойствах углеметанового пласта, как твердого углегазового раствора (приоритет научного открытия 1981 г.). Газосодержание твердого углегазового раствора (ТУГР) связано с действующими вертикальными напряжениями [1-3].

В 2001 г. специалистами ИУ СО РАН впервые установлено, что динамика метанообильности выемочного участка по длине столба имеет волнообразный характер и связана с процессами сдвижения горных пород подрабатываемого массива [4-9]. Это заставляет более подробно анализировать особенности газогеомеханических процессов, поскольку углегазоносный массив можно представить в виде анизотропной среды с вложенными пластинами-индикаторами, однозначно реагирующими на снижение напряжений с соответствующим выделением газа.

Таким образом, совокупность новых знаний позволяет рассматривать реакцию газовой компоненты отрабатываемого пласта на изменение геомеханической обстановки в массиве горных пород с целью повышения надежности технологических решений по управлению метанообильностью высокопроизводительных выемочных участков.

На основе выше изложенных положений ИУ СО РАН разработан и апробирован алгоритм расчета параметров волнообразной активации подрабатываемых углеметановых пластов, включающий особенности процесса сдвижений массива горных пород, который представлен иерархическим рядом зависимостей от глубины ведения горных работ, углов полных сдвижений и отхода очистного забоя от монтажной камеры.

Определено, что изменения метанообильности очистного забоя и прилегающей к нему части выработанного пространства по мере отработки выемочного столба связаны с долей свободного газа в структуре газоносности отрабатываемого пласта, образующегося при распаде твердого углегазового раствора под влиянием геомеханических процессов во вмещающем массиве [10].

Известно, что в структуре газового баланса выемочного участка доля метановыделения из отрабатываемого пласта, включая отбитый уголь, составляет около 20 %. Но если представляющий остальные 80 % метан выработанного пространства может быть изолированно выведен на поверхность средствами вентиляции и дегазации, то газ отрабатываемого пласта реализуется непосредственно в забое и транспортных выработках. Поэтому необходимо уточнять газокинетические характеристики призабойной части углеметанового пласта для повышения эффективности технологических решений по управлению метанообильностью очистного забоя.

Уточнение геомеханических процессов на выемочных участках шахты позволяет оптимизировать схемы и параметры газоуправления и дегазации, ориентируя их на снижение газопритоков в зону аэрогазового обмена забой - выработанное пространство. Тем самым, развивается научно-техническая основа целенаправленного перехода от типичной для Кузбасса комбинированной схемы проветривания к принятой на большинстве шахт мира, комплексной системе управления газовыделением на выемочном участке.

С использованием разработанного алгоритма расчёта метановыделения из отрабатываемого пласта с учётом геомеханических процессов обоснованы особенности управления газовыделением для горно-технологических условий выемочного участка Чертинского месторождения Кузбасса. Длина выемочного столба 1900 м, длина лавы со штреками 175 м, глубина залегания отрабатываемого пласта около 380 м, его природная газоносность 21-24 $м^3/т$ с.б.м. Отрабатываемый пласт имеет мощность 2 м. Кровля средней обрушаемости.

Расчеты, по [4-10] указывают на существенную изменчивость метановыделения из разрабатываемого пласта и отбитого угля. Установленные существенные колебания в динамике метанообильности лавы №569 в процессе работ способны привести к перекосу газовой нагрузки на отдельные элементы системы. Это обязывает выполнить проверку соответствия проектных показателей конечной задаче – нормализации газовой обстановки при отработке всего выемочного столба. Проверка заключается в расчете концентраций метана в контрольных точках при предусмотренном проектом количестве воздуха на различных интервалах подвигания очистного забоя.

Поскольку базовым способом нормализации газовой обстановки на выемочном участке является проветривание, то уточним эффективность его восходящей и нисходящей схем. Отметим, что «Проектом…» [11] предусмотрено комбинированное проветривание с коэффициентом распределения воздуха $K_p = 0{,}4$.

Нисходящая схема проветривания выемочного участка № 569 представлена на рис. 1. Проветривание осуществляется по комбинированной схеме с выдачей исходящей струи на уклон через конвейерный штрек и с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства через ВМЦГ на поверхность. Свежий воздух подается

Рис. 1 - Нисходящая схема проветривания выемочного участка № 569

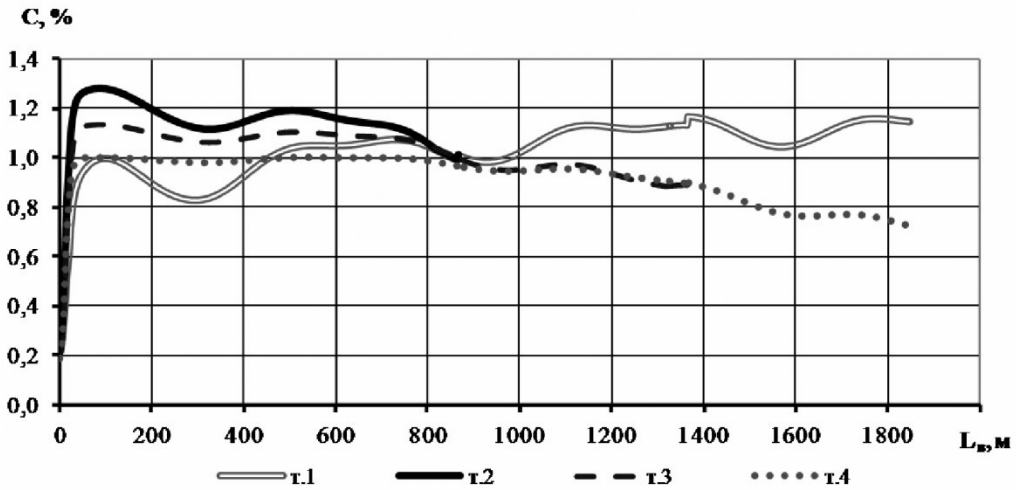

Рис. 2- Концентрация метана в контрольных точках при нисходящей схеме проветривания выемочного участка № 569 и проектной нагрузке на лаву

по вентиляционному штреку с частичным отводом по промежуточным печам (п/п1, п/п2). Точками 0-4 отмечены интервалы для расчета метановыделения из пласта и отбитого угля, а также контрольные точки для расчета допускаемой концентрации метана. Расстояния от монтажной камеры до точек пересечения пром. печей с конвейерным штреком: $L_{в,п/п1}$=866 м, $L_{в,п/п2}$=1366 м.

Результаты расчетов концентрации метана в контрольных точках при проектной нагрузке на лаву **А=2153 т/сут** представлены на рис. 2.

Таким образом, на всех интервалах отработки выемочного столба при заданных параметрах комбинированной схемы проветривания режим управления газовыделением не обеспечивает нормальные значения концентраций метана в контрольных точках, это концентрация метана во входящей струе воздуха $C_{доп,вх,оч}$ < 0,5 %; это концентрация метана в исходящей струе воздуха из очистного забоя $C_{доп,исх,оч}$ < 1 %; концентрация метана в исходящей струе воздуха со всего выемочного участка $C_{доп,исх,уч}$ < 1 %, что указывает на необходимость применения предварительной дегазации отрабатываемого пласта. Принимаем коэффициент дегазации пласта $K_{д,пл.}$ = 0,2.

Результаты расчетов концентраций в условиях применения предварительной дегазации представлены на рис. 3. Видим, что эффект весьма заметный, но на отдельных интервалах не достаточный. Поскольку более высокая глубина дегазации весьма проблематична, то остается единственный выход обеспечить нормальную газовую обстановку путем снижения производительности забоя.

Выполним расчет и построим график допускаемой по газовому фактору производительности забоя при нисходящей схеме проветривания.

Результаты расчетов представлены на рис. 4.

Таким образом, на всех интервалах отработки выемочного столба при заданных условиях комплексной схемы режим управления газовыделением ***обеспечивает*** допустимые значения концентраций метана в контрольных точках, при средней по выемочному столбу суточной производительности забоя $A_{ср}$ = 2094 т/сут

Выполним расчет концентрации метана при восходящей схеме проветривания. Восходящая схема проветривания выемочного участка № 569 представлена на рис. 5. Проветривание осуществляется по комбинированной схеме с выдачей исходящей струи на уклон через вентиляционный штрек и с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства через ВМЦГ на поверхность. Свежий воздух подается по конвейерному штреку с частичным отводом смеси по пром.

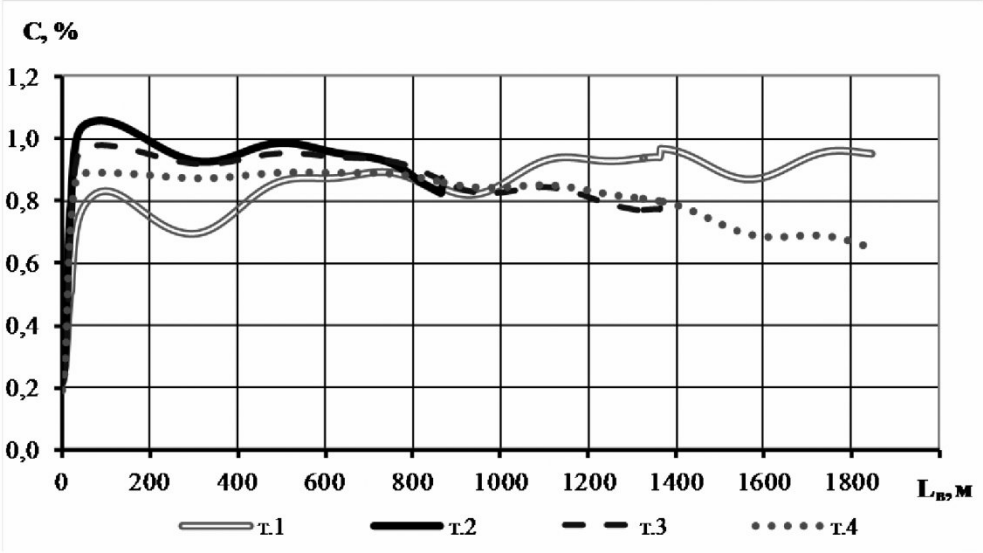

Рис. 3 - Концентрация метана в контрольных точках при нисходящей схеме проветривания выемочного участка № 569, дегазации разрабатываемого пласта и нормативной нагрузке на лаву

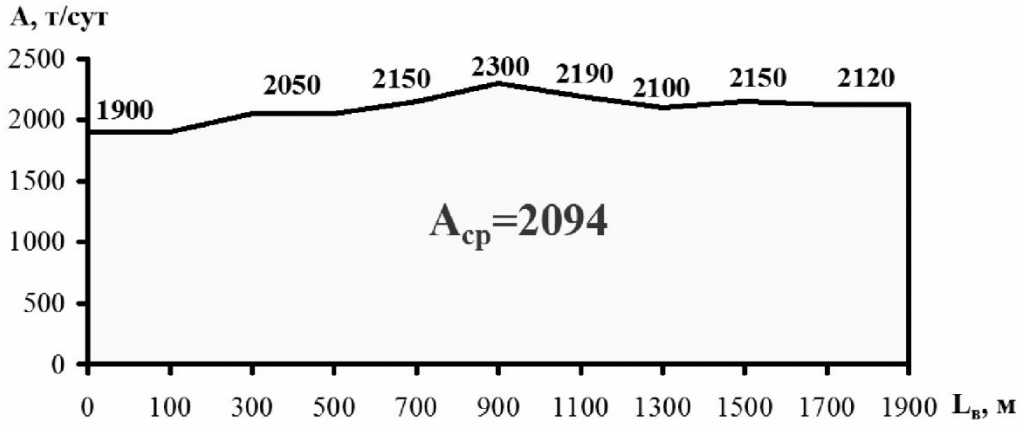

Рис. 4 - График нагрузки на лаву № 569 при нисходящей схеме проветривания

печам (п/п1, п/п2). Точками 0-4 и 1'-4' отмечены интервалы для расчета метановыделения из пласта и отбитого угля, а также контрольные точки для расчета допускаемой концентрации метана. Расстояния от монтажной камеры до точек пересечения пром. печей с вентиляционным штреком: $L_{в,п/п1}$=774 м, $L_{в,п/п2}$=1442 м.

Исходные данные такие же, как при нисходящей схеме проветривания: $C_{доп,вх,оч}$ < 0,5 %; $C_{доп,исх,оч}$ < 1 %; $C_{доп,исх,уч}$ < 1 %.

Результаты расчетов при проектной нагрузке на лаву А=**2153 т/сут** представлены на рис. 6.

Таким образом, при заданных условиях режим управления газовыделением ***не обеспечивает*** нормальные значения концентраций метана в контрольных точках.

Значение концентраций метана в т.1'- 4' превышает допускаемое (рис. 6) и указывает на необ-

Рисунок 5 - Восходящая схема проветривания выемочного участка № 569

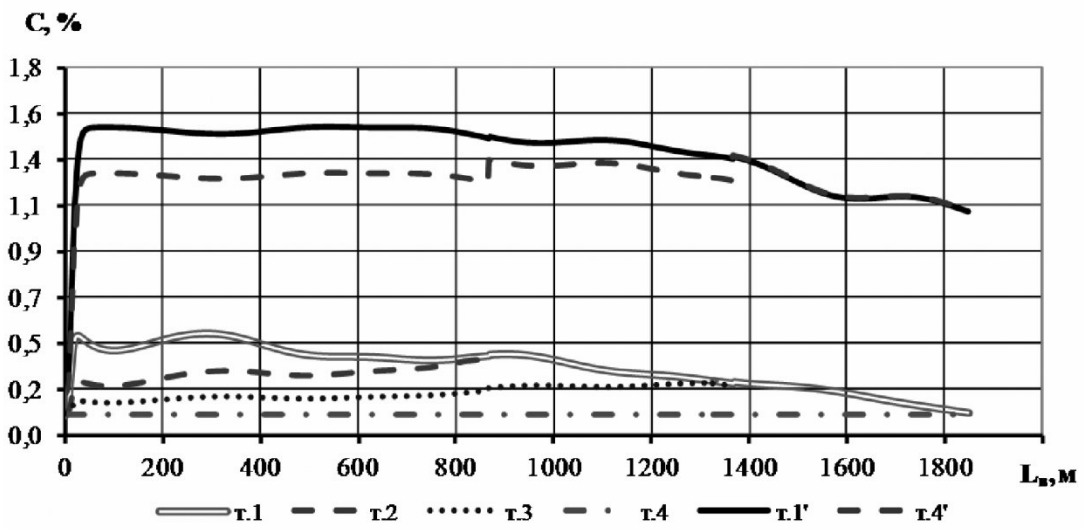

Рис. 6 - Концентрация метана в контрольных точках при восходящей схеме проветривания выемочного участка № 569 и проектной нагрузке на лаву

ходимость применения предварительной дегазации разрабатываемого пласта для снижения метанообильности горных выработок. Принимаем коэффициент дегазации разрабатываемого пласта $K_{д,пл}$ = 0,2.

Результаты расчетов концентраций с применением предварительной дегазации пласта представлены на рис. 7. Их общая оценка – не удовле-

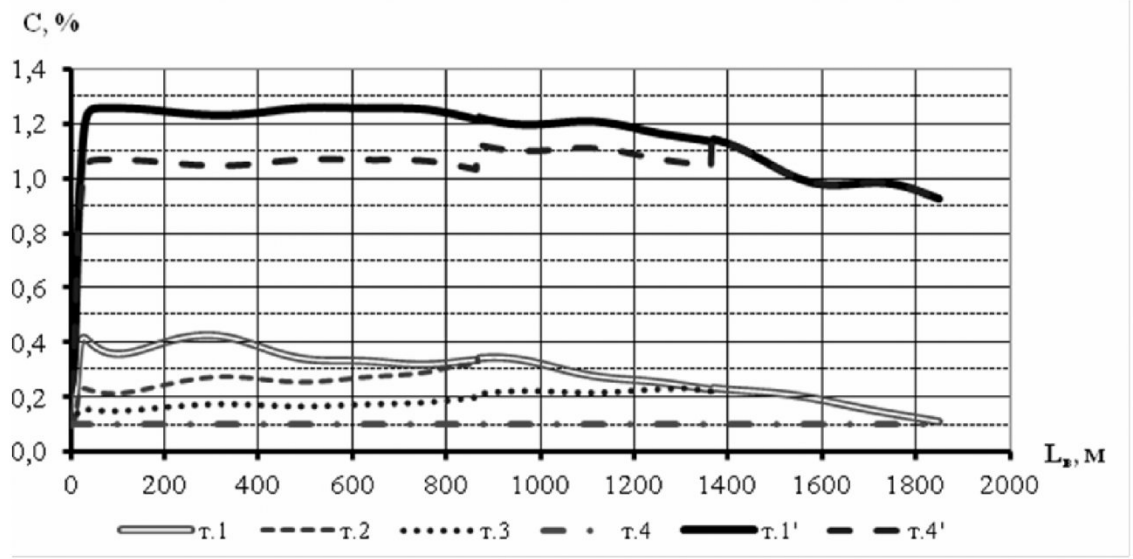

Рис. 7 - Концентрация метана в контрольных точках при восходящей схеме проветривания выемочного участка № 569, дегазации разрабатываемого пласта и проектной нагрузке на лаву

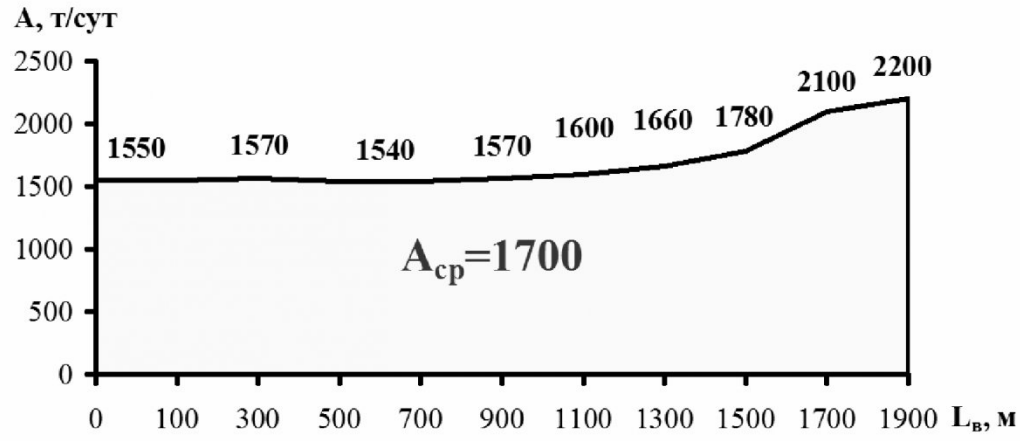

Рис. 8 - График нагрузки на лаву № 569 при восходящей схеме проветривания

творительна.

Нормальные значения концентраций метана в контрольных точках можно обеспечить поинтервальным изменением нагрузки на лаву. Выполним расчет концентраций метана в контрольных точках и построим график нагрузки на лаву № 569 при восходящей схеме проветривания.

Таким образом, на всех интервалах отработки выемочного столба при заданных условиях комплексной схемы режим управления газовыделением ***обеспечивает*** нормальные значения концентраций метана в контрольных точках при средней по выемочному столбу производительности забоя $A_{ср}$ = 1700 т/сут.

Учитывая результаты расчетов предельно допускаемой производительности забоя, можно рекомендовать нисходящее проветривание рассматриваемого выемочного участка.

Кроме того, для поддержания нормальной газовой обстановки в очистном забое по всей длине выемочного столба необходима дегазация отрабатываемого пласта с коэффициентом дегазации 0,2 и гибкий график производительности очистного забоя.

Работа выполнена при финансовой поддержке междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 99, партнерского интеграционного проекта СО РАН № 100.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эттингер И. Л. Метанонасыщенный угольный пласт как твердый метаноугольный раствор // ФТПРПИ. — 1990. — № 2.

2. Алексеев А. Д., Айруни А. Т., Зверев И. Т. и др. Распад твердых углегазовых растворов // ФТПРПИ. — 1994. — № 3.

3. Малышев Ю. Н., Трубецкой К. Н., Айруни А. Т. Фундаментально-прикладные методы решения проблемы угольных пластов. — М.:ИАГН., 2000.

4. Полевщиков Г. Я., Козырева Е. Н. Газокинетический паттерн разрабатываемого массива горных пород // ГИАБ. — 2002. — № 11.

5. Полевщиков, Г. Я. 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 // ГИАБ. — 2008. — № 2.

6. Козырева, Е.Н. Взаимосвязи основных особенностей процессов разгрузки и сдвижения вмещающих пород с динамикой выделения метана из разрабатываемого пласта при его отработке длинными выемочными столбами // Козырева Е.Н., Шинкевич М.В. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2006. № 6. С. 17-19.

7. Полевщиков, Г.Я. Влияние процессов разгрузки и сдвижений вмещающих пород на выделение метана из разрабатываемого пласта / Полевщиков Г.Я., Шинкевич М.В., Козырева Е.Н., Брюзгина О.В. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2008. № 2. С. 139-143.

8. Шинкевич, М.В. Динамика геомеханических процессов в призабойной части массива при движении длинного очистного забоя / М.В. Шинкевич, Н.В. Рябков, Е.Н. Козырева // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № 3. С. 356-359.

9. Козырева, Е.Н. Некоторые особенности управления метанообильностью высокопроизводительного выемочного участка / Е.Н. Козырева, М.В. Шинкевич, Н.Ю. Назаров // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 9. С. 322-325.

10. Шинкевич, М.В. Газовыделение из отрабатываемого пласта с учётом геомеомеханических процессов во вмещаюем массиве / М.В. Шинкевич // ГИАБ. − 2013, Отд. вып. № 6. — С. 278−285.

11. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. — Макеевка−Донбасс, 1989.

Автор статьи:

Шинкевич
Максим Валериевич
канд. техн. наук, старший научный сотрудник лаборатории газодинамики угольных месторождений Института угля СО РАН, доцент каф. АОТП КузГТУ
E-mail: gas_coal@icc.kemsc.ru.