

УДК 622.817.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА И РАЗРАБОТКА МЕР ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ СКОПЛЕНИЮ МЕТАНА

Плаксин М. С., к.т.н, доцент², ведущий инженер по динамическим явлениям¹,
Родин Р. И., старший преподаватель², инженер-исследователь¹, Логно А. О.¹,
инженер-строитель, Таюрский М. А.¹, ведущий инженер-исследователь

¹ ЗАО «Углеметан Сервис», г. Кемерово

² Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачева, г. Кемерово

Безопасность горных работ в значительной мере зависит от уровня прогнозирования газовыделений вредных и опасных газов и способности их разбавления до безопасных значений. Процесс обеспечения безопасных условий ведения горных работ по газовому фактору осложняется в случае наличия вблизи почвы горной выработки отрабатываемого пласта надрабатываемого сближенного угольного пласта, которые разделены породным междупластьем.

Газовый потенциал сближенного надрабатываемого угольного пласта может реализовываться в рабочую атмосферу горной выработки по двум сценариям: динамическому и кинетическому.

Реализация газового потенциала сближенного пласта через почву выработки в динамическом режиме согласно [1] относится к динамическому явлению – внезапные динамические разрушения пород почвы. Данному динамическому явлению приписывают следующие признаки динамического разрушения пород почвы (прорывов газа из почвы горной выработки) [1]:

- разрушение с образованием разломов пород почвы горной выработки;
- звуковой эффект, сотрясение массива;
- интенсивное выделение газа из газоносных пластов при их надработке;
- повреждение крепи горной выработки;
- образование пыли.

Динамический режим вызван в основном хрупким разрушением породного междупластья за счет реализации газового потенциала надрабатываемого сближенного пласта, согласно [2] давление газа в угольном пласте на глубине 500 м составляет около 4 МПа, что при больших площадях обнажения пород почвы разрабатываемого пласта в горной выработке

составляет огромное газовое усилие со стороны сближенного пласта на породное междупласть (природный газовый изолятор). В качестве примера на рисунке 1 представлено последствие реализации данного вида динамического явления, когда многотонный проходческий комбайн в результате пучения почвы был поднят к кровле выработки.

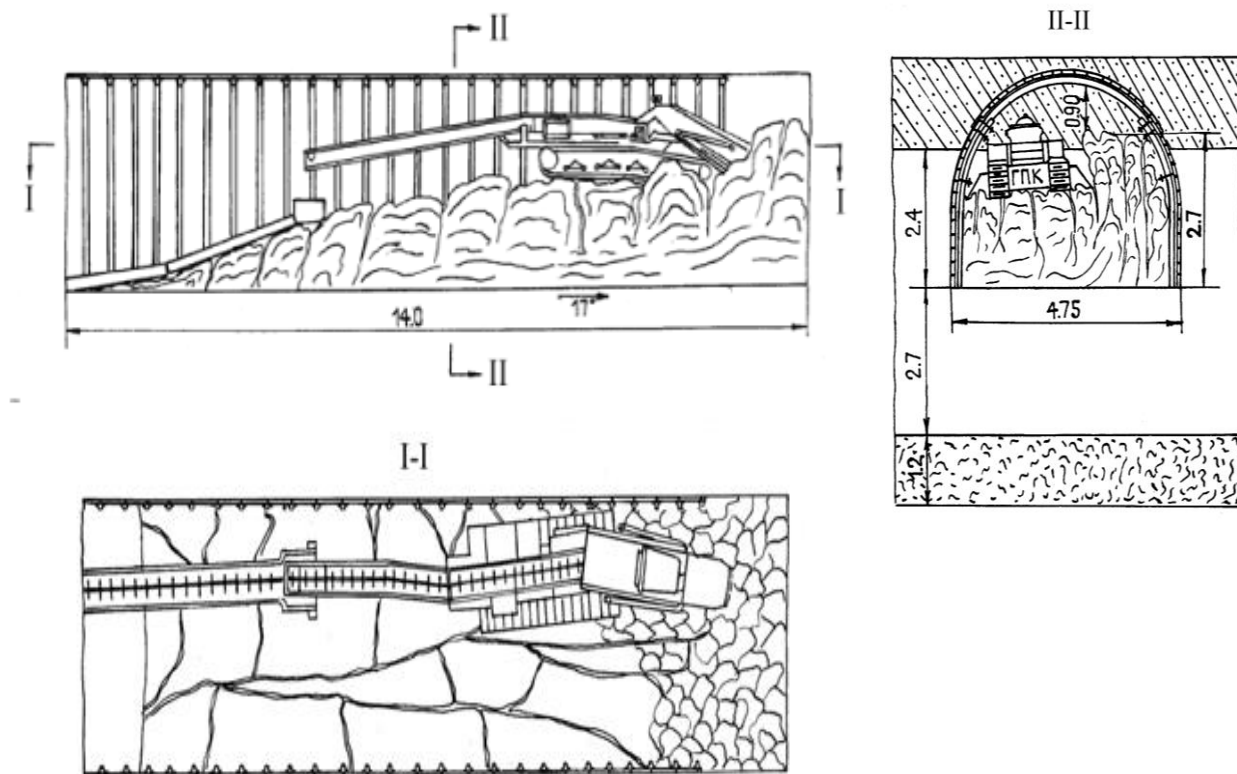


Рисунок 1 – Положение в людском ходке пласта д₆ шахты им. В.И. Ленина после внезапного прорыва газа из почвы выработки, происшедшего 03.12.80 г. [3, 4]

Кинетический режим газовыделения из сближенного надрабатываемого пласта характеризуется в основном фильтрационными свойствами пород междупластья и объемом газосодержания в угле [5]. На рисунке 2 представлен участок проведения горной выработки, в непосредственной близости от геологического нарушения и при наличии сближенного пласта и породного междупластья. Из рисунка 2 видно, что по мере приближения забоя выработки к центру тектонического нарушения и удаления от него характер газокинетических всплесков, как и объемы выделившегося метана заметно изменяются. Причиной тому может быть изменение структуры пласта и породного междупластья, вызванные влиянием геологического нарушения.

В работах [6, 7] по исследованию газодинамических явлений и неравномерности газовыделения из углепородного массива ключевую роль относят влиянию геологической нарушенности на физико-механические

свойства углепородного массива. В части газокинетического характера проявления газового потенциала возможно загазирование рабочей атмосферы выработки и создание взрывоопасной концентрации метана.

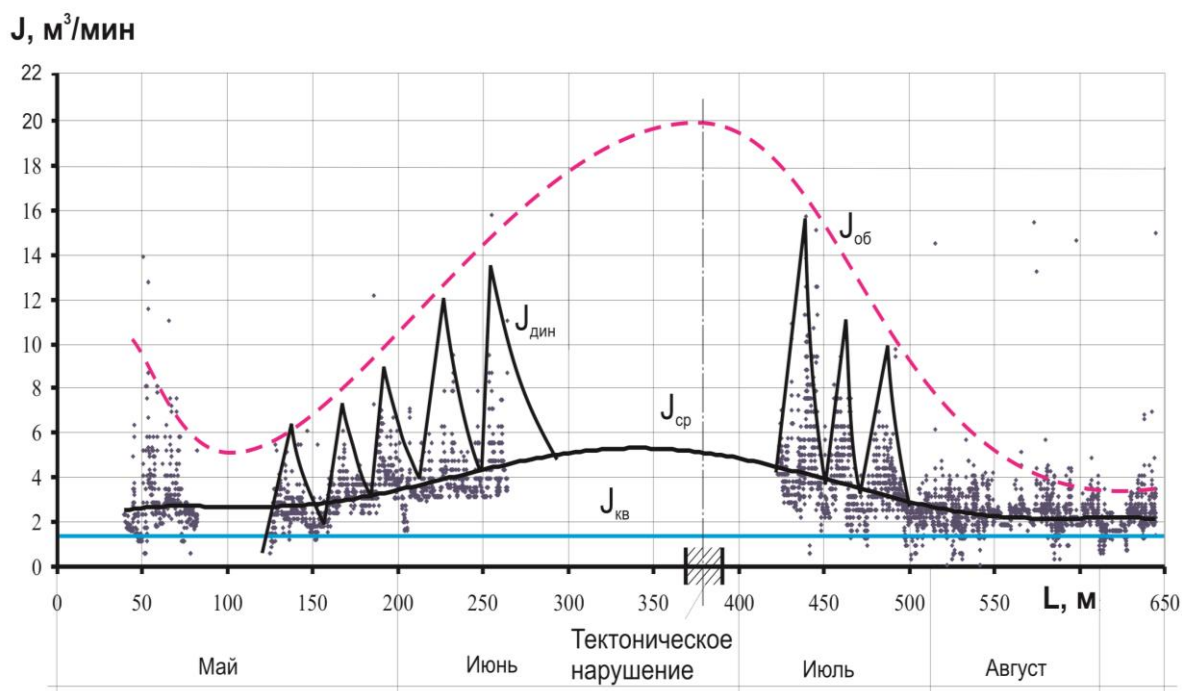


Рисунок 2 —. Метановыделение при проведении штрека по верхнему из сближенных пластов IV и V при наличии породного междупластья переменной мощности (Кузбасс)

В данной работе представлены результаты исследования метановыделения из почвы очистного забоя при отработке угольного пласта. Исследования проводились в следующих горно-геологических условиях, наличие породного междупластья в почве отрабатываемого пласта мощностью от 8 до 14 м (рисунок 3). Исследования показали периодические амплитудные изменения газовыделения в призабойном пространстве очистного забоя. Следующим этапом было измерение характера газовыделения из почвы выработки. С применением специальной замерной емкости и газоанализатора было выполнено 37 замеров из почвы очистного забоя по его длине. По результатам одного из замеров было зафиксировано газовыделение через поверхность почвы разрабатываемого пласта $18 \text{ л/мин} \cdot \text{м}^2$ (более чем в 100 раз превышает остальные замеры по средней величине), это доказало, что интенсификация газовыделения носит периодический характер. Можно предположить, что причиной резкого повышения дебита метана через поверхность почвы пласта является нарушение породного междупластья,

заблаговременный поиск которой возможен с применением геофизических методов [8].

Анализ данных аппаратуры газового контроля показал, что система вентиляции в целом справляется с дополнительным газопритоком. Однако замеры в пространстве нижней (холостой) ветви лавного скребкового конвейера (заштрихованная часть на рисунке 3) показали повышенные значения концентрации метана. На основании данных замеров, был выполнен расчет, на основании которого объем подачи свежего воздуха для разбавления максимально зафиксированной концентрации метана составляет около 200 л/мин на каждые 3-5 секции.

Причиной загазирования нижней (холостой) ветви лавного скребкового конвейера вследствие наличия источника газовыделения из почвы пласта является отсутствие принудительного проветривания. В результате было принято техническое решение по обеспечению пространства нижней (холостой) ветви лавного скребкового конвейера принудительным проветриванием (рисунок 4).

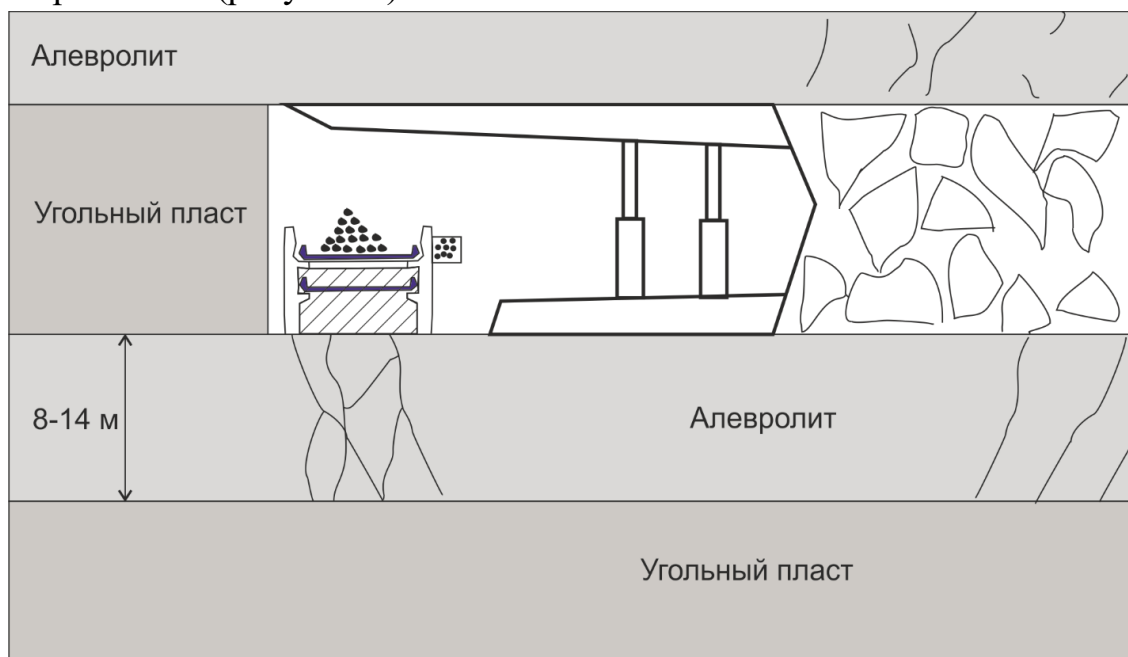


Рисунок 3 – Принципиальная схема формирования местных скоплений метана в нижней ветви лавного скребкового конвейера при метановыделении из сближенного пласта-спутника через породное междупласть

Схема проветривания осуществлялась с применением мощного компрессора (рисунок 4). На каждые 3-5 секций через технологическое отверстие в конвейере с применением рукава высокого давления с внутренним диаметром 12 мм подавался «свежий» воздух. При этом по мере удаления каждого следующего отвода от компрессора, снижался и объем подаваемого

через отвод воздуха. Обеспечить контроль подаваемого через отвод воздуха существующими средствами не представлялось возможным.



d60, d30, d12 - диаметр воздуховода

Рисунок 4 – Схема проветривания нижней (холостой) ветви лавного скребкового конвейера

С целью замера расхода подаваемого воздуха с учетом стесненности призабойного пространства было создано устройство состоящее из трубы с внутренним диаметром $d=110$ мм, длиной $L=2000$ мм и устройства АПР-2. К трубе с одной стороны приварен фланец для подключения быстроразъемного соединения воздушного отвода. Устройство АПР-2 помещалось через специальное отверстие в трубе, расположенное на расстоянии $0,66 \cdot L$ от места подключения отвода.

Результат замера представлен на рисунке 5.

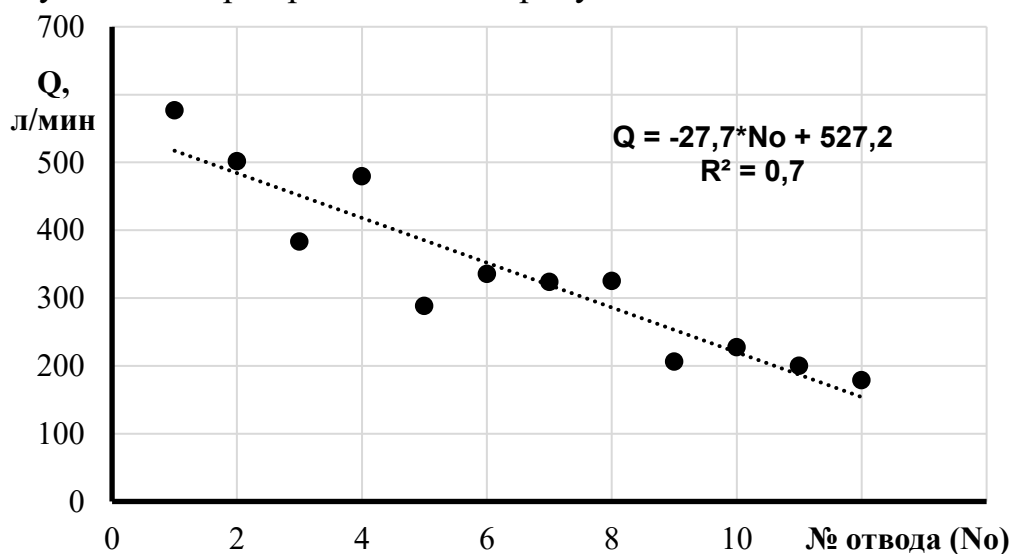


Рисунок 5 – График снижения расхода воздуха из отводов по мере удаления
от компрессора

В результате замеров, из 8000 л воздуха, подаваемых компрессором в минуту, обеспечить подачу воздуха в необходимом объеме (не менее 200 л/мин) удалось на 11 воздушных отводах, утечки воздуха в системе составили 27 %. Угловой коэффициент линейной функции аппроксимации $a=-27,7$ (рисунок 5) характеризует совокупность влияния отверстий отводов и аэродинамического сопротивления на производительность подачи воздуха по сети отводов в целом. Рассчитать падение производительности в воздушной сети проветривания пространства нижней ветви лавного конвейера без фактических замеров задача требующая применение «мощного» математического аппарата [9].

Выводы:

Прогноз газовыделения из надрабатываемых сближенных пластов в рабочую атмосферу горной выработки при наличии породного междупластья является трудновыполнимым, а газовыделение через поверхность почвы пласта может привести к необходимости применения дополнительных технических решений по вентилированию труднодоступных мест.

Таким образом, представленный подход по замеру производительности сети воздушных отводов, выполняемый в стесненных условиях, при обеспечении труднопроветриваемых пространств воздухом можно считать актуальным.

Список литературы:

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору приказ от 10 декабря 2020 года N 515 «Инструкция по прогнозу динамических явлений и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений»
2. Чернов, О. И., Пузырев, В. Н. Прогноз внезапных выбросов угля и газа. М.: Недра, 1979. 296 с.
3. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа // КазНИИБГП: Утв. Мин. энергетики и угольной промышленности РК 21.06.95 г. – Караганда: ДНТИ ГП «Карагандауголь», 1995. – 177 с.
4. Каталог динамических разломов почвы горных выработок на угольных шахтах. – Л.: ВНИМИ, – 1986. – 87 с.
5. Кормин А.Н., Застрелов Д.Н., Тайлаков В.О. Определение газоносности угольных пластов в процессе ведения горных работ // Горный

Информационно-аналитический бюллетень, Москва: Издательство «ГОРНАЯ КНИГА», 2013. – Отдельный выпуск № 6 – С. 155-159.

6. Зыков, В. С. Внезапные выбросы угля и газа и другие газодинамические явления в шахтах // ООО "НТЦ Восточный". – Кемерово: НТЦ "Восточный", 2010. – 334 с. – ISBN 5-8154-0027-0. – EDN QMZBUZ.

7. Полевщиков, Г. Я. Динамические газопроявления при проведении подготовительных и вскрывающих выработок в угольных шахтах: монография // Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т угля и углехимии. – Кемерово : , 2003. – ISBN 5-902305-04-7. – EDN QMXZWL.

8. Соколов, С. В., Салтымаков Е. А., Кормин А. Н. Комплексные геофизические исследования состояния углепородного массива в условиях Кузбасса // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2017. – № 2(120). – С. 66-71. – EDN YMVOZX.

9. Палеев, Д. Ю., Лукашов О. Ю. Программа расчета вентиляционных режимов в шахтах и рудниках // Горная промышленность. – 2007. – № 6(76). – С. 20-23. – EDN KWLYDT.