

С.П. Минеев, О.В. Витушко

МЕТОДОЛОГИЯ ПЕРЕХОДА ПОЛОСТЕЙ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ГОРНЫМИ РАБОТАМИ

Розглянуто методологію безпечного переходу підготовчими виробками порожнин газодинамічних явищ, що відбулися поперед вибою та поблизу частини лави з виробкою.

Рассмотрена методология безопасного перехода подготовительными выработками полостей газодинамических явлений, произошедших впереди забоя и в примыкающей к выработке части лавы.

The methodology of transition of cavities of the gas-dynamic phenomena by preparation working which took place ahead of face and in joining to a part longwall is considered.

При ведении горных работ на выбросоопасных угольных пластах Донбасса, к сожалению, ежегодно происходят различные газодинамические явления, одним из наиболее серьезных среди которых являются внезапные выбросы угля и газа. Существующими в настоящее время нормативными документами предусмотрено [1-3], что после расследования причин произошедшего явления и последующей ликвидации его последствий, наступает очередь технологов шахты для безопасного перехода горными работами полостей ГДЯ. При этом необходимо иметь в виду тот факт, что сооружение выработок в зоне произошедшего выброса относится к особо сложным условиям ведения горных работ с повышенной опасностью [1]. К настоящему времени разработано большое количество частных и общих решений эффективного и безопасного ведения работ в сложных горно-геологических условиях на выбросоопасных угольных пластах [4-7 и др.]. Вместе с этим, отсутствуют методические рекомендации по выработке и принятию эффективных технологических решений при переходе выработкой полостей ГДЯ с учетом различных горно-геологических условий, а кроме того не разработаны такие мероприятия для всех горно-геологических условий ведения горных работ. Поэтому в данной статье авторы попытались дополнительно рассмотреть новые технические решения по переходу полостей ГДЯ горными работами с точки зрения возможного в дальнейшем уточнения самой методологии этого процесса.

Ранее, в рассматриваемой области был выполнен комплекс разработок [8-11], который, по мнению авторов, может быть использован в предлагаемой методологии эффективного и безопасного ведения горных работ в районе полостей газодинамических явлений. С учетом изложенного, ниже рассмотрим некоторые из предлагаемых технических решений по переходу полостей ГДЯ подготовительными забоями, когда явления произошли в примыкающей к выработке части лавы или впереди этой выработки.

Ниже рассмотрим технологии пересечения забоем полостей газодинамического явления при ведении горных работ. Для повышения эффективности ведения горных работ при выемке угля выемочными механизмами в зоне полостей газодинамических яв-

ний, происшедших в штреке была предложена специальная технология [9]. Эта технология заключалась в выемке разрушенной горной массы из полости, крепления кровли и забоя пласта в районе горловины полости, ее герметизации и непосредственном переходе очистным забоем зоны самой полости. Сущность предлагаемой технологии поясняется рис. 1, на котором приведен поперечный и продольный разрезы полости в момент выемки из нее угля и установки крепи. Поддержание пространства полости в момент пересечения полости забоем осуществляется с помощью, например, пневмобаллонной крепи. Целесообразность такого решения обуславливается необходимостью исключения проседания пород кровли в зоне полости, которое может привести к последующему расклиниванию в лаве выемочного механизма. Поэтому и было рекомендовано крепление полости в районе ее горловины выполнять последовательно полосами по длине этой полости, начиная с центральной части. Для этого в процессе очистки полосы по ее длине со стороны выработки выполняется временное крепление горловины полости. По мере выемки разрушенной угольной массы из полости для исключения проседания кровли осуществляется жесткий распор газонепроницаемыми оболочками, в которые затем подается агент под давлением, необходимым для поддержания соответствующего распора между кровлей и почвой пласта. Выемку разрушенной угольной массы из полости рекомендовано осуществлять, например, с помощью шнековой буровой штанги. При этом, немаловажным моментом является правильный расчет и поддержание давления агента в оболочке пневмобаллона. Расчет этого давления может быть в упрощенном виде основан на следующих предпосылках. При конвергенции вмещающих пласт пород в зоне полости давление агента, подаваемого в баллон, и число устанавливаемых в полости баллонов принимаются из соображения, что распор кровли и почвы должен быть не меньше величины горного давления (γH):

$$\gamma H A B \leq n_{\sigma} S P_{\sigma}; P_{\sigma} \approx A B \gamma H / n S,$$

где γH – горное давление; $A B$ – площадь полости ГДЯ; n_{σ} – число используемых баллонов; S – площадь боковой поверхности одного баллона.

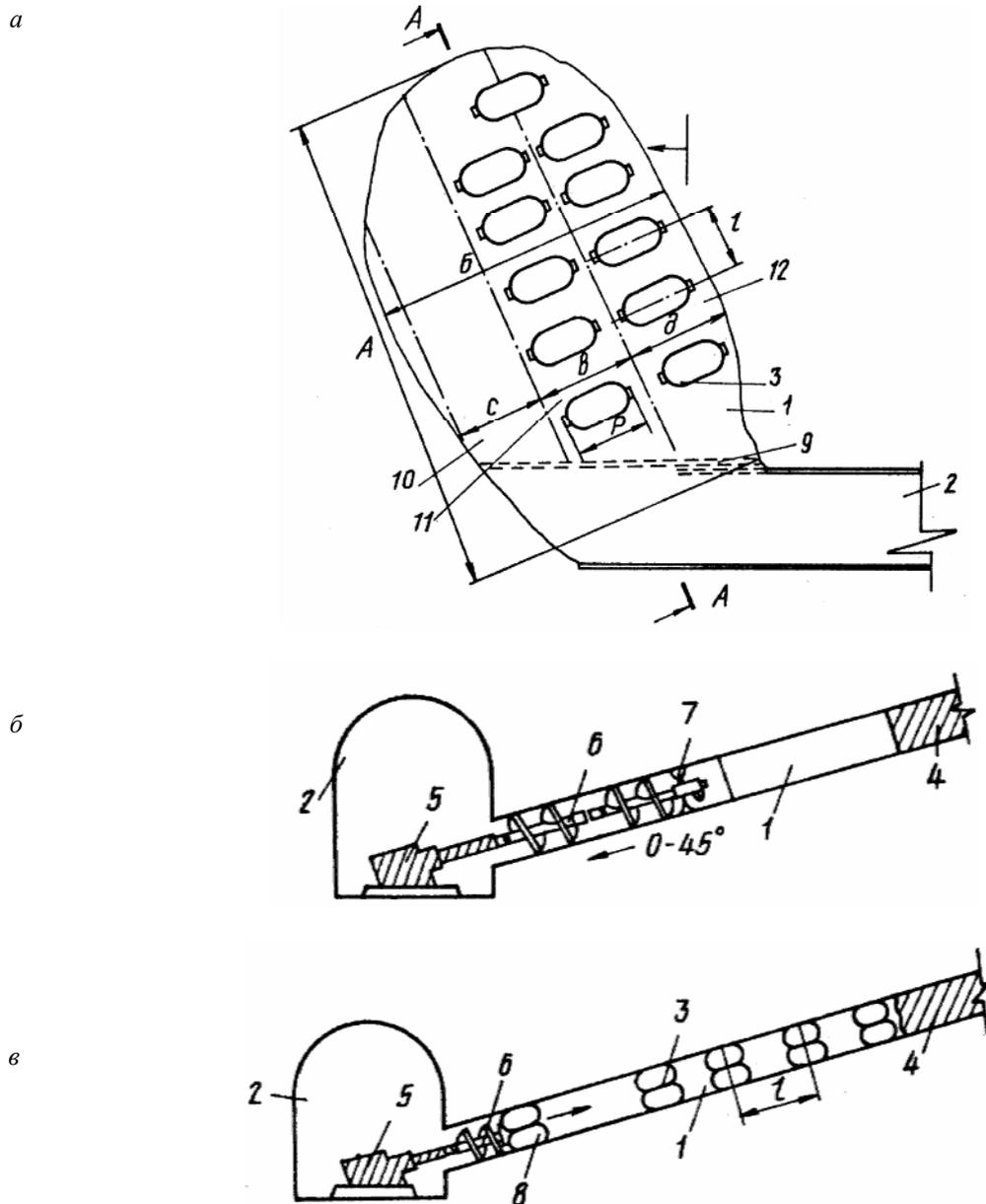


Рис. 1. Технологическая схема перехода очистным забоем полостей газодинамических явлений: а – поперечный разрез по полости ГДЯ, б – разрез по А-А при расчистке полости; в – разрез по А-А при установке крепления в полости, 1 – полость газодинамического явления, 2 – штрек, 3, 8 – пневмобаллонное крепление, 4 – угольный массив, 5 – буровой станок, 6 – шнековая буровая штанга, 7 – крепление при герметизации горловины полости, 9 – крепление выработки около горловины полости, 10-12 – условно-разделенные участки по ширине полости

Применение данной технологии позволит повысить безопасность работ при переходе очистным забоем полостей, образовавшихся вследствие газодинамического явления, с горловиной, направленной в сторону откаточной выработки. Кроме того, может быть достигнуто существенное повышение производительности труда рабочих за счет устранения сменных простоев очистного забоя в результате дополнительного образования непереходных зон для выемочного механизма.

Далее рассмотрим следующую технологию перехода полостей газодинамического явления забоем подготовительной выработки. Данная технология

была разработана для выбросоопасных угольных пластов, склонных также и к самовозгоранию, поэтому при пересечении полостей ГДЯ требовалась тщательная герметизация выработанного пространства. Поэтому авторами, для исключения в дальнейшем попадания кислорода в полость и проседания ее кровли при последующем ведении горных работ, была предложена технология пересечения полостей газодинамического явления забоем подготовительной выработки [11]. Предложенная технология включала в себя следующие основные элементы: уборку разрушенной горной массы из полости с последующей расчисткой полос, крепление полости и выработки в

районе полости, герметизацию устья полости, распор вмещающих пласт пород в полости. Причем, первоначально расчищалась полоса полости, прилегающая к выработке от угольной мелочи, а затем оборудовался в этой части полости барьерный целик с опережением по мере проведения выработки. При этом герметизацию устья полости ГДЯ осуществляли путем создания в ней с определенным опережением барьерного целика, а в качестве закладочного материала в полость посредством трубопроводов вводили инертную легкосхватывающую смесь. Расчистку полосы рекомендовано осуществлять либо ручным способом или гидросмывом. Заполнение полости осуществляли в несколько стадий, первоначально создавая слой толщиной не менее ширины барьерного целика, а затем в последней стадии полностью заполняли полость посредством использования трубопроводов. Сущность предлагаемой технологии поясняется иллюстрациями, которые приведены на рис. 2 и 3, а, б. На рис. 2 приведен поперечный разрез по полости ГДЯ, на рис. 3, а – поперечный разрез по проводимой выработке в районе полости ГДЯ, а на рис. 3, б – схема заполнения полости схватывающим раствором.

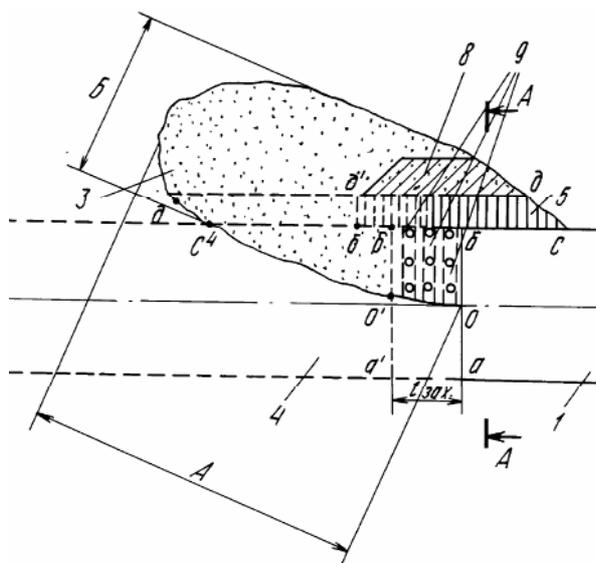


Рис. 2. Технологическая схема перехода подготовительной выработкой полостей газодинамических явлений – поперечный разрез по полости ГДЯ

Технология выполнения предложенного способа состоит в следующем. В процессе проведения подготовительной выработки 1 по выбросоопасному угольному пласту при развязывании выброса угля и газа в нем образуется полость газодинамического явления 3, которая, как правило, пересекает проектное сечение выработки 4. Согласно требованиям существующих нормативных документов после расследования причин аварии на шахте приступают непосредственно к работам по пересечению полости выработкой. Вначале расчищают вручную или путем гидросмыва угольной массы пространство в полости под барьер-

ный целик 5, который оборудуют, например, цилиндрами из саморасширяющихся растворов, обернутых сеткой, укладываемых в виде штабелей шириной около 1 м.

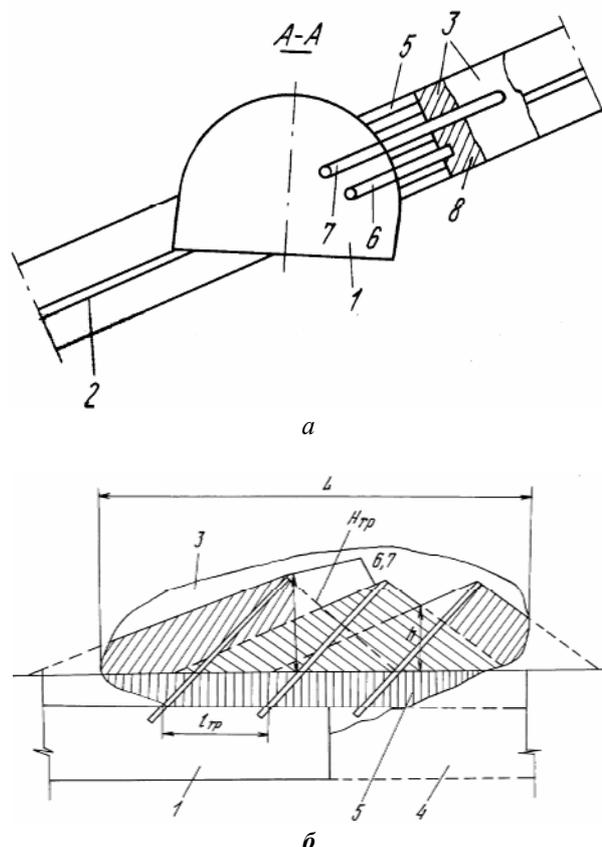


Рис. 3. Полость газодинамического явления пересекаемая подготовительной выработкой: а – разрез по полости ГДЯ по А-А (см. рис. 2) при расчистке полости, б – схема герметизации и заполнения полости ГДЯ

По мере оборудования барьерного целика в нем устанавливают трубопроводы 6, 7 для двухстадийного заполнения полости, причем в первой стадии заполняют трубопроводом меньшей длины 6, а затем используют трубопровод большей длины для заполнения полости во второй стадии процесса 7. Количество необходимых пар скважин, оборудуемых для заполнения полости, определяют по упрощенной методике расчета. При заполнении полости раствором на основе цементных составов около каждого трубопровода образуется купол под углом естественного откоса. Расстояние между трубопроводами для подачи раствора, расположенными по оси выработки, определяют на основе расчета величины зоны расплыва закладочной смеси с учетом взаимного перекрытия конусов расплыва (рис. 3, б) по следующей зависимости: $l_{mp} = 2ctg\varphi(H_{тр} - h)$, где φ – угол естественного откоса смеси; L – длина полости по оси выработки; $H_{тр}$ – высота установки трубопроводов для нагнетания; h – минимальная высота заполнения по-

лости. Тогда количество необходимых пар трубопроводов будет определяться следующим образом: $n = L/2ctg\phi(H_{TP} - h)$. Работы по непосредственному пересечению полости должны осуществляться заходками, как показано на рис. 2. Апробация предложенного технического решения была проведена на шахте им. 60-летия Советской Украины ПО «Донецкуголь» при переходе полости выброса угля и газа, произошедшего в геологическом нарушении на выбросоопасном угольном пласте h_4 «Мандрыковский». Полученный при этом опыт по переходу подготовительной выработкой выбросоопасных зон и полостей газодинамических явлений в нарушенных участках пласта, по нашему мнению, представляет определенный практический интерес (рис. 4).

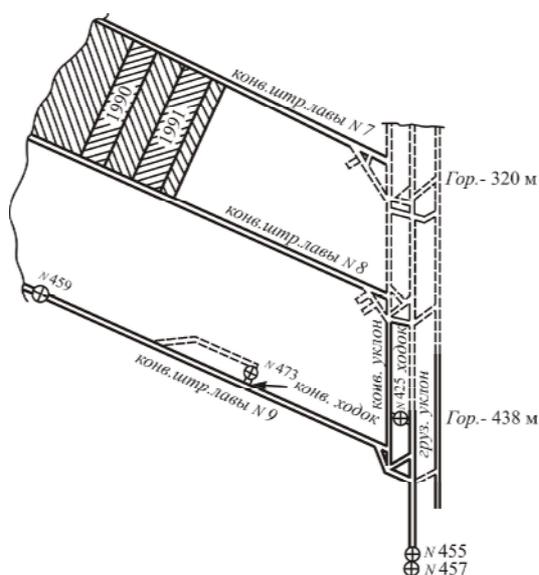


Рис. 4. Выкопировка из плана ведения горных работ по пласту h_4 «Мандрыковский»

При подготовке шахтой выемочного поля лавы №9 для отработки лавы обратным ходом (см. рис. 4) забоем конвейерного штрека был встречен флексурный перегиб пласта h_4 . Далее по мере прохождения штрека пласт приближался к его подошве, а затем выходил за контур выработки. Отсутствие пласта в нижней части лавы и в площади сечения штрека существенно осложняло горные работы. Поэтому для того, чтобы не переходить лавой зону геологического нарушения, было решено пройти конвейерный ходок в 13 м от флексурного перегиба пласта (со стороны Марковского надвига), находящегося на расстоянии 3,2 м от почвы выработки. В месте вскрытия забоем конвейерного ходка пласт h_4 состоял из трех пачек угля мощностью соответственно: верхней – 0,28 м, средней – 0,27, нижней – 1,16 м. Породные прослой между ними были представлены глинистым сланцем мощностью 0,21 и 0,09 м [4]. Необходимо вначале отметить, что при отработке одиночного пласта h_4 «Мандрыковский» все пять внезапных выбросов угля и газа на момент проведения испытаний произошли в зонах геологических нарушений. Пласт h_4 опасен по

газу, взрывчатости угольной пыли и суфлярным выделениям, природная газоносность его достигает $33 \text{ м}^3/\text{т}$ см, угол падения – $15-16^\circ$.

Вскрываемая пластом выработка проходила с бурением опережающих прогнозных и разведочных скважин. По полученным на основании бурения этих скважин данным, в частности: по газодинамике, йодистому показателю, мощности пачек пласта, свойств угля и пород делался прогноз выбросоопасности [5] и устанавливался режим вскрытия угольного пласта. Основные значения характеристик и параметров свойств угля принимались из угольного каталога данных, приведенного в [12]. При вскрытии пласта был применен паспорт БВР – с пятью сериями замедления взрывания. Для этого было пробурено 40 шпуров длиной 2,2-3,5 м с общим зарядом 42,8 кг аммонита Т-19, длина заходки 1,7 м. Обнажение пласта произошло правой стороной забоя ходка в первом цикле без газодинамических проявлений. В следующем цикле произошел выброс угля и газа интенсивностью 220 т угольной массы с выделением 9600 м^3 метана. Выброшенным углем был заполнен ходок и частично был пересыпан конвейерный штрек (см. рис. 5). Комиссией расследовавшей этот выброс были установлены его причины, заключающиеся в попадание забоя выработки в непрогнозируемое геологическое нарушение сдвигового характера с амплитудой смещения пласта около 0,5 м и наличия флексурного перегиба, т.е. была установлена неэффективность применявшихся на шахте мероприятий.

После проветривания забоя на шахте приступили к ликвидации последствий выброса, для чего: восстановили вентиляционные трубопроводы и их стыки; разгазировали забой и убрали угольную массу с одновременным восстановлением разрушенных рам крепления. Полость выброса переходилась выработкой буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрывания общим забоем по углю и породе. Паспортом предусматривалось перед взрывными работами изолировать боковую часть полости (на величину заходки) чураковыми перемычками – шириной 1 м на глине, после чего полость заливалась глинистым раствором. Затраты времени на разгазирование выработки, расследование причины аварии, ликвидацию последствий выброса и переход полости составили 12 дней [6].

Отметим, что материальные затраты были достаточно высоки. Кроме того, существующие технологии перехода полости ГДЯ выработкой не могут в полной мере удовлетворять запросам практики с точки зрения безопасности. Возникают определенные сложности нормативного и практического характера в борьбе с самовозгоранием угля, проветриванием полостей при большой интенсивности выброса. Для снижения материальных и трудовых затрат была применена, разработанная ранее в ИГТМ НАН Украины, технологическая схема ликвидации последствий выбросов, предусматривающая уборку массы разрушенного и находящегося в забое угля струями воды [8]. Эта технология была в достаточ-

ной степени отработана на шахте им. 60-летия Советской Украины при размыве навалов горной массы, образовавшихся от выбросов угля и газа в струговых лавах.

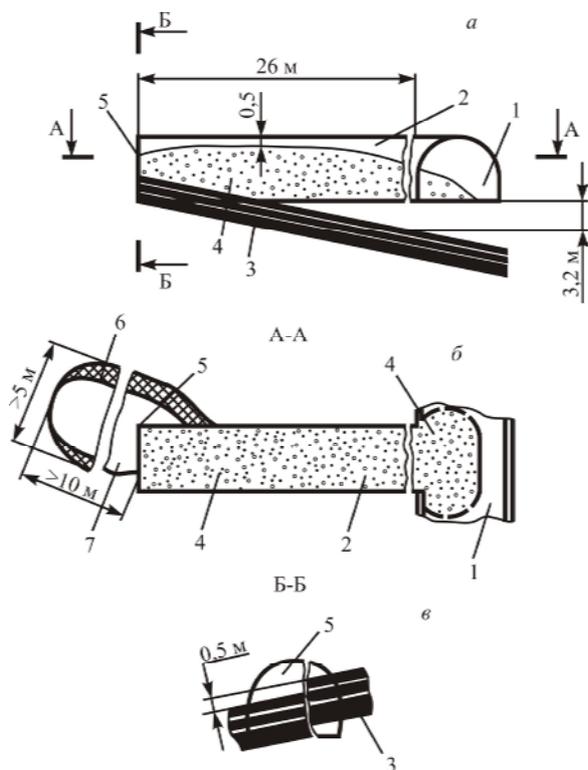


Рис. 5. Вертикальный (а), поперечный (б) разрезы по конвейерному ходу в момент реализации выброса, а также разрез пласта в забое ходка перед выбросом (в): 1 – конвейерный штрек лавы № 9; 2 – конвейерный ходок; 3 – угольный пласт h_4 ; 4 – навал выброшенной угольной массы; 5 – забой конвейерного ходка на момент выброса; 6 – часть угольного массива с измененными свойствами; 7 – полость выброса

В дальнейшем для предотвращения провисания пород кровли и соответственно зажима угольного массива вблизи контура полости ГДЯ было рекомендовано вместо чураковых перемычек сооружать газонепроницаемый слой для распора пород кровли и почвы. Для герметичного перекрытия поступления кислорода в полость ГДЯ в качестве газонепроницаемого слоя было рекомендовано использовать продольные «чушки» из саморасширяющегося цемента или средств типа НРС с последующим тампонируванием ее цементно-глинистым или на основе полиуретановых смол раствором. Причем отмеченные проблемы могут быть решены на базе существующих нормативных документов [1] с последующим учетом результатов исследований и обобщений свойств выбросоопасных и газонасыщенных углей [12]. Однако окончательного решения в данной области пока нет.

Подводя итог, необходимо отметить, что авторы вполне осознают, что предлагаемая методология перехода полостей газодинамических явлений выработкой в большей степени имеет концептуальный ха-

рактер и нуждается в серьезном совершенствовании в части уточнения применяемых технологических приемов, механизации процессов герметизации полостей, повышения надежности используемого оборудования и уменьшения трудоемкости выполнения процессов с целью уменьшения продолжительности простоев забоя и стоимости работ.

Список литературы

1. СОУ 10.1.00174088.011-2005 Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям. – К.: Минуглепром Украины, 2005. – 225 с.
2. Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах (Сб. документов). Серия 05. / Колл. авт. – 2-е изд., испр. – М.: Гос. предприятие Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2001. – Вып. 2. – 320 с.
3. Правила пересечения горными выработками зон геологических нарушений на выбросоопасных пластах. – Макеевка: МакНИИ, 2009. – 39 с.
4. Опыт перехода выбросоопасных зон в геологических нарушениях / С.П. Минеев, А.А. Рубинский, А.Г. Исютин, А.Я. Удовика // Безопасность труда в промышленности. – 1992. – № 2. – С. 20-21.
5. Минеев С.П., Рубинский А.А. О методологии оценки степени выбросоопасности зон геологических нарушений на пологих угольных пластах Донбасса // Геотехническая механика. Сб. научн. тр. ИГТМ НАНУ. – Д., 2005. – № 59. – С. 50- 57.
6. Ликвидация последствий газодинамических явлений / Л.Ф. Гарягин, С.П. Минеев, А.М. Ковтун и др. // Безопасность труда в промышленности, 1988. – № 4. – С. 38-42.
7. Ведение горных работ в нарушенных зонах / С.П. Минеев, А.А. Рубинский, А.Ю. Афанасьев и др. // Безопасность труда в промышленности. – 1989. – № 4. – С. 55-58.
8. А.С. № 1289129 МКИ E21 F 5/00. Способ ликвидации навалов горной массы в горных выработках / А.Н. Зорин, С.П. Минеев, И.М. Беркович, Б.М. Наружный. – 1987. – 4 с.
9. А.С. № 1634786 МКИ E21 C 41/18. Способ перехода полостей газодинамических явлений / В.Н. Потураев, Л.А. Вайнштейн, С.П. Минеев и др. – Заявл. 20.03.89, Оpubл. 15.03.91. – Бюл. 10. – 6 с.
10. А.С. № 1627700 МКИ E21 F 17/00. Способ перехода полости от газодинамического явления / С.П. Минеев, А.А. Рубинский, А.Г. Исютин и др. – Заявл. 26.09.88, Оpubл. 15.02.91. – Бюл. 6. – 6 с.
11. Патент РФ № 2042814 МКИ E 21C 41/18. Способ перехода полостей газодинамических явлений / С.П. Минеев, А.А. Рубинский, А.Г. Исютин и др. – Заявл. 16.01.921, Оpubл. 27.08.95. – Бюл. 24. – 8 с.
12. Минеев С.П. Свойства газонасыщенного угля. – Д.: НГУ, 2009. – 220 с.

Рекомендовано до публікації д.т.н. А.М. Роєнком 06.11.09