

Анализ изменения  $v$  при каждом последующем  $B$  показал, что, по мере роста  $B$ , интенсивность увеличения скорости постепенно снижается и при  $B$  порядка 18-20 м/ч темп составляет уже не более 2-4%. При данном диаметре ствола и увеличении  $f$  темп изменения скорости несколько повышается. В стволе меньшего диаметра, в соответствующих случаях, темп изменения скорости выше.

**Выводы.** Таким образом, в ходе исследования изменения скорости проходки стволов различного диаметра от совместного влияния эксплуатационной производительности бурового и погрузочного оборудования установлены соответствующие зависимости, охватывающие широкий круг условий.

Показано, что совместное воздействие факторов производительности бурения и погрузки, в пределах рассмотренного нами диапазона значений, позволяет увеличивать скорость проведения по отношению к принимаемому в каждом случае для аналогичных условий базовому уровню ствола  $\varnothing=6$  м в 2,76 раза при  $f=12$  и в 3,29 раза при  $f=18$ , а ствола  $\varnothing=8$  м соответственно в 3,39 и 3,56 раза.

Отмечено также, что, начиная с определенного момента, рост производительности средств бурения и погрузки практически не приводит к увеличению темпов проходки ствола и дальнейшее наращивание усилий в этом направлении нецелесообразно. В этом случае увеличение скорости проходки ствола может быть обеспечено в той или иной степени за счет других факторов, изучение степени влияния которых представляет дальнейший интерес.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Роснком А.М.  
Надійшла до редакції 12.04.10*

УДК 622.831

© С.П. Минеев, О.В. Витушко, М.А. Выгодин

## **ТЕХНОЛОГИЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В СТРУГОВЫХ И ЩИТОВЫХ ЛАВАХ**

Рассмотрены основные технологические решения, применяемые при ликвидации последствий газодинамических явлений произошедших в очистных забоях на крутых и наклонных угольных пластах

Розглянуті основні технологічні рішення, що вживаються при ліквідації наслідків газодинамічних явищ, що трапилися в очисних вибоях на крутих і похилих вугільних пластах

Basic technological solutions, of liquidation of consequences of the gas-dynamic phenomena in cleansing backwalls on steep coal layers are discussing

При ведении горных работ на выбросоопасных угольных пластах, к сожалению, в шахтах периодически происходят различные газодинамические явления, последствия которых необходимо устранять перед началом дальнейшего продолжения выемочных работ, т.е. необходимо ликвидировать последствия газодинамического явления. Поэтому в данной статье авторы рассмотрели техноло-

гию ликвидации последствий газодинамических явлений, которую можно использовать на пологих и крутых угольных пластах в струговых и щитовых лавах.

Ликвидация последствий газодинамических явлений (ГДЯ) — сложный и трудоемкий технологический процесс, включающий обеспечение надежного проветривания, уборку горной массы, крепление выработки, приведение забоя, машин и механизмов в рабочее состояние. На каждый случай ликвидации последствий крупного ГДЯ (выбросы интенсивностью 50 т и более) технические службы шахт вынуждены самостоятельно разрабатывать проектно-технологические мероприятия по приведению очистного забоя в рабочее состояние. Завалы, образовавшиеся в лаве, как правило, разбираются вручную. Сложность этого технологического приема заключается в высокой его трудоемкости, вызванной необходимостью многократного перемещения горной массы, переноской и ремонтом конвейера, установкой надежной крепи в стесненном пространстве забоя. Один из возможных путей ускорения и облегчения этих операций в очистных забоях был предложен авторами как гидравлический размыв навалов углепородной массы с последующим ее смывом в виде пульпы в откаточные выработки [1- 3].

Внедрение способа ликвидации последствий ГДЯ в струговых лавах было проведено на особо выбросоопасном угольном пласте  $h_8$  «Прасковиевский» шахты им. 60-летия Советской Украины ПО «Донецкуголь». Пласт  $h_8$  был мощностью 0,6-0,79 м и углом падения 16-20°. На рассматриваемой шахте использовалась комбинированная система разработки пласта  $h_8$  «Прасковиевский» (вариант «парные штреки»). Ряд лав западного уклона, где испытывался способ, обрабатывали по сплошной системе с прохождением вентиляционных штреков вслед за забоем, а откаточных — с опережением. Длина выемочных полей по простиранию составляла 400-1300 м. Выемка угля производилась по безлюдной технологической схеме струговыми установками типа УСТ-2М. Крепь очистного пространства — металлические стойки ТЗ-15у, установленные под деревянные верхняки. Управление кровлей осуществлялось способом полного обрушения на тумбы ОКУМ-02. Добыча угля из одной лавы составляла порядка 130-150 т/сут. Схема расположения навала углепородной массы, образовавшейся после произошедшего выброса угля и газа приведена на рисунке 1. При выбросе (рис. 1,а) на участке лавы, находящемся против полости выброса, постоянная и временная крепь, как правило, разрушаются, что обычно приводит к обрушению непосредственной кровли, разубоживанию выброшенной угольной массы породой в виде глыб различных размеров.

Сущность рассматриваемого способа заключается в следующем. Образовавшийся в забое навал горной массы, как правило, ликвидируется в два приема. Первоначально очищают конвейер лавы и пространство для передвижения рабочих (рис. 1,б), после приведения конвейера в рабочее состояние защищают остальное пространство лавы между ним и тумбами (рис. 1,в). Проветривают забой в это время благодаря общешахтной депрессии, так как после выброса навал уплотняется и между ним и кровлей формируется зазор, достаточный для эффективного проветривания. При необходимости для проветривания очистного забоя и полости выброса используется сжатый воздух.

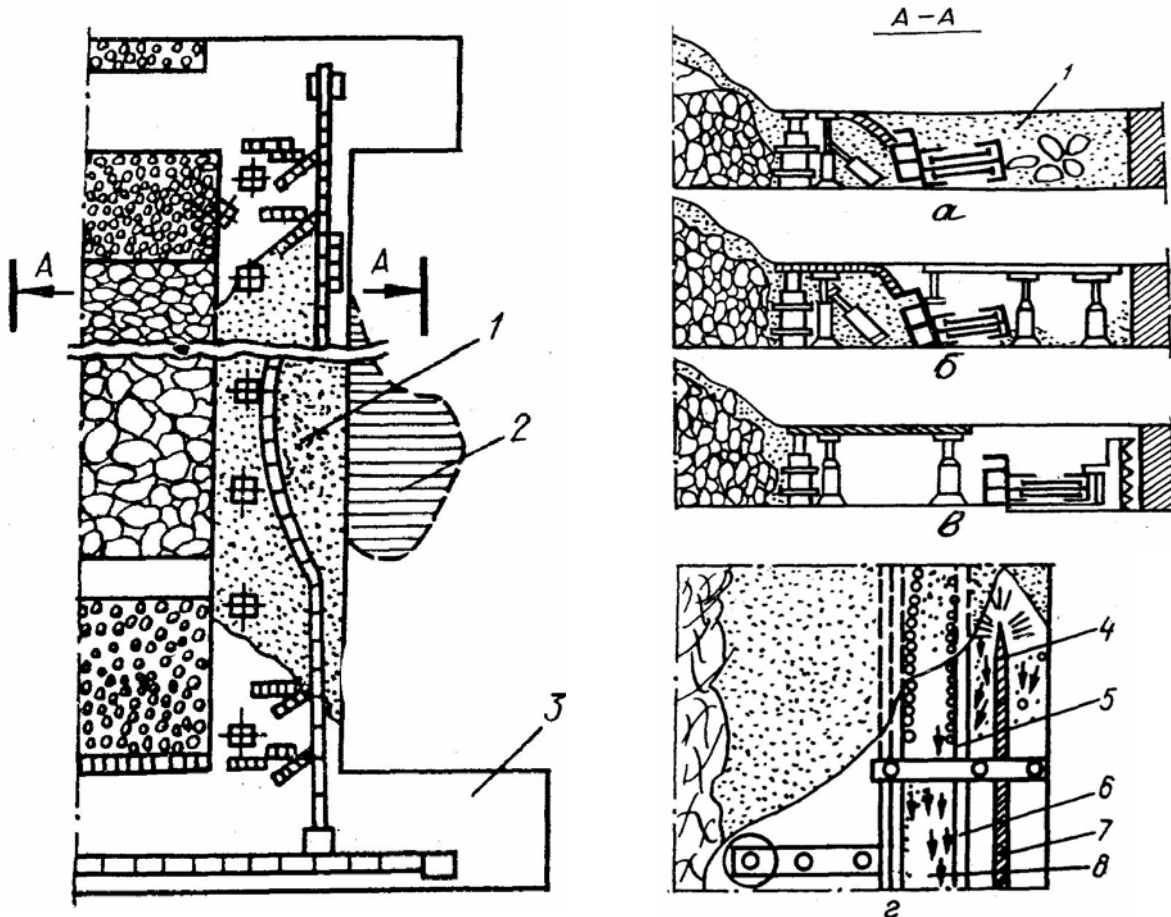


Рис. 1. Технологическая схема ликвидации последствий газодинамических явлений в очистных забоях: а – поперечный разрез по забою после выброса; б – то же в момент расчистки забоя; в – в момент приведения забоя в рабочее состояние; г – положение в забое в момент размыва навала; 1 - навал горной массы, 2 - полость выброса, 3 - откаточный штрек. 4 - насадка для формирования струи жидкости, 5 - перемычка, 6 - конвейер, 7 - шланг высокого давления, 8 - смываемая пульпа

Выброшенные уголь и породу в конвейерном отделении лавы (навал горной массы ограничен с одной стороны бортиком конвейера, с другой — забоем лавы) убирался гидроразмывом после установки временной крепи и освобождения решетчатого става конвейера от скребковой цепи (рис. 1,б). Этим обеспечивалась безопасность работ и свободное транспортирование пульпы по решетчатому ставу на откаточный штрек. Навал размывали водой под давлением 1-3 МПа. В процессе размыва навала углепородной массы рабочие находились либо сбоку от конвейера, либо на деревянном настиле, который перемещался по конвейерному ставу по мере размыва навала [4]. Как показывает опыт, размыв навала горной массы наиболее эффективно проводился при образовании струей жидкости передового забоя в виде врубовой полости с допустимо возможным опережением (рис. 1,г). Обычно опережение врубовой полости при размыве навала горной массы струями жидкости не превышала 0,5-1,5 м. В качестве водовода использовался гибкий высоконапорный магистральный шланг маслостанции диаметром 18 мм, который подключают к противопожарному

ставу диаметром 100 мм, расположенному в откаточном штреке. На конце водовода монтировали пробковый кран и коническую насадку с пропускным отверстием диаметром порядка 5-10 мм. При воздействии воды на горную массу образовывалась легко смываемая пульпа, транспортируемая самотеком по решетчатому ставу на откаточный штрек, где затем происходило ее обезвоживание. После чего, обезвоженную углепородную массу грузили вручную на конвейер или подавали в вагонетки.

Гидравлический размыв навала проводится снизу вверх по лаве. Работы по смыву пульпы выполняли обычно два горнорабочих очистного забоя: один занимался гидроразмывом, другой устанавливал временную крепь и дробил крупные куски породы. По мере продвижения забоя и увеличения пути транспортировки пульпы другие рабочие следили за ее перемещением по решетчатому ставу и ликвидировали возникающие заторы на его изгибах. Освободив решетчатый став от углепородной массы, опробывалась подвижность нижней скребковой цепи конвейера кратковременным включением электродвигателей. В случае положительного результата устанавливали верхнюю скребковую цепь и включали конвейер. При отсутствии подвижности нижней скребковой цепи зачищают пространство между конвейером и забоем лавы до почвы пласта, с помощью домкратов поднимают участки конвейерного става до кровли и осуществляется гидроразмыв угля под ставом в направлении снизу вверх до полного освобождения цепи. Затем восстанавливается крепь в очистном забое, домкраты и струговая установка, после чего приводят лаву в рабочее состояние.

Опыт применения гидроразмыва навалов горной массы при ликвидации последствий выбросов угля и газа в струговых лавах пласта  $h_8$  «Прасковиевский» шахты им. 60-летия Советской Украины показал, что его использование целесообразно на пластах при углах падения более  $10^\circ$ . В противном случае горная масса обезвоживалась уже на решетчатом ставе и требовались дополнительные трудовые затраты по ее перемещению. Гидроразмыв могут вести два-три человека со скоростью 3-8 м/смену, а иногда и быстрее в зависимости от однородности навала, наличия крупных кусков породы в нем, смачиваемости угля и пр. Так, например, в течение 1985-1996 гг на этой шахте с применением рассматриваемого способа было ликвидировано более полусотни последствий ГДЯ в струговых лавах [5].

При внезапных выбросах угля и газа в очистных забоях на крутых угольных пластах наиболее важным и ответственным моментом является быстрое восстановление проветривания аварийного участка. Причем наиболее сложные условия ликвидации последствий внезапных выбросов угля и газа создаются в тех случаях, когда выброс происходит в верхней части лавы, особенно при слабых боковых породах, которые при выбросе обнажаются на значительных площадях, что часто приводит к их последующему обрушению и завалу лавы. В большинстве случаев происходит обрушение вентиляционного штрека над лавой и довольно часто происходит перекрытие вентиляционной струи.

Для практической реализации способа ИГТМ НАН Украины были разработаны «Методические рекомендации по ликвидации последствий газодинамических явлений при ведении горных работ на крутых выбросоопасных уголь-

ных пластах» [6]. В них обусловлен порядок и последовательность выполнения технологических процессов, операций и соответствующих мер безопасности при ликвидации последствий ГДЯ и приведении очистного забоя в рабочее состояние на крутых выбросоопасных угольных пластах в щитовых лавах. Технологическая схема по ликвидации последствий ГДЯ в щитовой лаве с помощью метода гидроразмыва приведена на рисунке 2. Во время выброса угля и газа в щитовой лаве довольно часто полностью засыпается все призабойное пространство, перекрывается вентиляция, нарушаются породы кровли, вследствие чего в дальнейшем при ведении горных работ возникают дополнительные трудности с уборкой угля и переходом очистным забоем зоны обрушений. ГДЯ в щитовых лавах в основном происходят в кутке сопряжения вентиляционного гезенка с лавой, хотя имеют место и в других местах в средней части лавы и на сопряжении с углеспускным гезенком. Для исключения возможности обрушения пород кровли в зоне ГДЯ необходимо после усиления крепления забоя как можно быстрее выполнить работы по уборке выброшенного угля, приведению щитового агрегата в работоспособное состояние и переходу очистным забоем полости выброса и возможной зоны дополнительного обрушения пород.

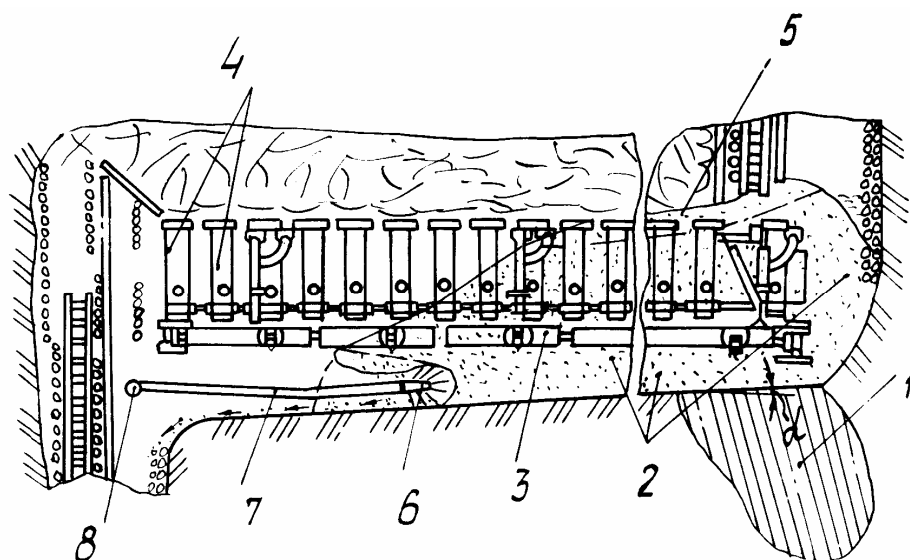


Рис. 2. Технологическая схема ликвидации последствий газодинамического явления в щитовой лаве гидросмывом

Рассмотрим кратко предложенную технологическую схему. На рис. 2 представлен очистной забой после произошедшего выброса угля и газа. Пусть полость выброса 4 расположена в кутке вентиляционного гезенка со стороны нетронутого массива. Вблизи полости выброса в очистном забое образуется навал горной массы 3. При этом часть конвейероструга 2 и ряд секций крепи 6 щитового агрегата будут заштыбованы. В процессе размыва навала осуществляют проветривание забоя, для чего при необходимости сооружают в верхней части забоя вентиляционный канал 5. Навал горной массы убирается со стороны движения воздушной вентиляционной струи. Размыв осуществляется с помощью гидронасадки первоначально в виде прохода для людей, а затем после приведения в рабочее состояние конвейероструга и секций крепи, убирается

горная масса из остальной части забоя. Размыв над конвейеростругом в районе полости выброса осуществляют под временной крепью.

При размыве навала горной массы жидкость подается в лаву по забойному трубопроводу, проложенному по вентиляционному гезенку, соединенному с помощью быстроразъемных соединений гибких рукавов с участковым трубопроводом. При размыве навала углепородной массы под конвейеростругом, выполненном в электроварианте, жидкость может подаваться в забой посредством трубопровода для охлаждения, а забойный шланг с монитором присоединяться к нему на пульте управления щитом. Для подачи жидкости в забой можно использовать систему охлаждения электродвигателя привода конвейероструга и магистраль гидросистемы крепи агрегата. Для этого к участковому трубопроводу с помощью гибких рукавов присоединяется система охлаждения и магистраль гидросистемы крепи, а затем на их выходе подсоединяют трубопровод с монитором и, таким образом, осуществляют размыв навала горной массы.

Промышленную апробацию технология ликвидации последствий ГДЯ в щитовых лавах посредством гидросмыва прошла на шахте им. Карла Маркса ПО «Оржоникидзеуголь» в забое щитовой лавы, оборудованной щитовым агрегатом АНЩ при ведении горных работ на пласте  $l_8^1$  «Двойник». Пласт  $l_8^1$  «Двойник» был мощностью 1,1-1,4 м, залегал под углом  $65^\circ$  с природной газоносностью  $20,8 \text{ м}^3/\text{т.с.д.}$  и выходом летучих порядка 20%. На этом шахтопласте произошло около 30 ГДЯ, а на рассматриваемым нами участке № 56-бис горизонта 875 м 1.09.89 и 18.09.89г произошли выдавливания угля интенсивностью 50 и 65 т с газовыделением. Длина очистного забоя щитовой лавы в забоях, где произошли ГДЯ составляла порядка 63 м. Расстояние от очистного забоя щитовой лавы до откаточного горизонта по падению пласта соответственно составляло при рассматриваемых ГДЯ 26 и 10 м. При ГДЯ 1.09.89г угольной массой были засыпаны секции крепи щитового агрегата от № 4 до № 25, начиная отсчет от углеспускного гезенка. При ГДЯ 18.09.89г углем были засыпаны вентиляционный гезенк на 10 м и подщитовое пространство на 20 м. Проветривание очистного пространства в щитовой лаве после ГДЯ осуществлялось за счет естественной тяги по завальной части лавы и по старому вентиляционному гезенку, который до момента выемки данной полосы угля не был полностью забучен.

Воду для гидроразмыва последствий ГДЯ брали из противопожарной магистрали диаметром 100 мм, проложенной на полевом откаточном штреке. Затем с помощью пожарных рукавов вода подавалась через промквершлагги и углеспускной гезенк в очистной забой щитовой лавы. В одном из случаев вода в лаву подавалась по двум магистралям высокого давления диаметром 18 мм, проложенным по углеспускному гезенку от маслостанции щитового агрегата. Давление воды, подаваемой в очистной забой щитовой лавы для размыва угольной массы, составляло 0,5-0,8 МПа.

Размыв навала угольной массы в обоих случаях осуществлялся двумя рабочими в течение одних суток, а подготовка к размыву (подсоединение трубопроводов) при этом занимала порядка 1-3 ч. Размыв навала осуществляли со стороны углеспускного гезенка. Размытую угольную массу в виде пульпы транспортировали самотеком по подошве щитовой лавы, а затем по грузовому отделению

углеспускного гезенка. Угольная пульпа, поступившая самотеком вниз гезенка, с помощью деревянного лотка-перегрузателя направлялась на скребковый конвейер типа СП-70 длиной 20 м, расположенной на промквершлагае, а с него после частичного обезвоживания, угольная масса поступала в вагонетки откаточного горизонта. Для этого скребковый конвейер устанавливался в промквершлагае с подъемом таким образом, чтобы вагонетка на полевом штреке свободно заходила под приводную головку конвейера. Проведенная проверка показала, что данный способ ликвидации последствий ГДЯ в щитовых лавах является довольно надежным и технологически легко осуществимым [7].

Для сравнения рассмотрим способ ручной разборки последствия ГДЯ в щитовой лаве при ручной уборке последствий ГДЯ, когда могут использоваться два подхода. Первый заключается в перекидке лопатами всего навала выброшенной угольной массы рабочими друг другу до углеспускного гезенка. Так, при средней дальности броска лопаткой до 3 м и длине очистного забоя до 45-60 м на выполнение данной операции необходимо 15—20 чел. При втором подходе требуется меньше людей, однако он более трудоемок и требует больше времени. Сущность его состоит в погрузке и последующей транспортировке угольной массы в специальных бадьях-волокушах вручную до углеспускного гезенка с помощью каната. Обычно на уборке ГДЯ средней мощности (50-70 т) вторым методом 5-7 рабочими, работающими одновременно, затрачивалось порядка 2—3 суток.

В последнее время для повышения эффективности извлечения горной массы из навала в рекомендациях [6] предлагается использование эжекционных элеваторов или различных других типов углесосов. В стесненных условиях очистного забоя целесообразнее применение эжекторов, поскольку они просты в конструкции, имеют небольшую массу, надежны в работе и не имеют подвижных деталей. Сущность их работы состоит в следующем: по трубопроводу водовоздушная смесь под напором попадает к насадке, которая помещена в элеваторе. Через насадку с большой скоростью, которая зависит от давления водовоздушной смеси и находится в пределах 20-80 м/с, струя вылетает, пройдя горловину, поступает в камеру смешения, диффузор и пульпопровод. Струя увлекает имеющийся в приемнике воздух, создает в нем разрежение, благодаря которому в камеру смешения поступает пульпа, которая увлекается струей и, пройдя горловину и диффузор, поступает в пульпопровод. Углеотсасывающие эжекторные агрегаты целесообразно использовать для извлечения угольной массы завала в лаве или выработке в сухом виде, а также в виде угольно-породной пульпы при ее извлечении параллельно размыву навала горной массы, особенно при малых углах наклона забоя. Технологическая схема работы установки «Турбо-С» при уборке продуктов внезапного выброса в щитовой лаве приведена на рис. 3. Монтаж установки проводят в следующей последовательности. Вплотную к навалу продуктов выброса 6 по угольному забою монтируют эжектор 5, затем диффузор 4 и секции транспортирующего трубопровода 3 до углеспускной печи; на последней секции монтируют гаситель кинетической энергии транспортируемого материала 2. Затем к эжектору подсоединяют рукава подвода сжатого воздуха и воды для пылеподавления.

Испытания эжекторной установки проведены на шахтах «Юный Коммунар», им. Карла Маркса ПО «Орджоникидзеуголь» и шахте им. Румянцева ПО "Артемуголь" [7]. При выбросе угля и газа интенсивностью 85 т на участке № 42—730 м шахты им. Румянцева в районе сопряжения лавы с вентиляционной печью выброшенным углем были засыпаны 31 секция агрегата АНЩ и частично вентиляционная печь. Последствия выброса ликвидировали с помощью эжекторной установки. Монтаж установки и ее доставка на участок заняли две смены, на монтаже были заняты три человека. На момент аварии щитовой агрегат находился на расстоянии 20 м от откаточного горизонта. Уголь после выброса был сухой, основную массу составили частицы крупностью 1-1,5 мм. В массе угля были куски глинистого сланца толщиной до 0,06 м, длиной и шириной до 0,2 м. Продукты внезапного выброса убирали всасывающим рукавом. Сжатый воздух к эжекторной установке подавался от шахтной воздушной магистрали диаметром 100 мм по двум прорезиненным рукавам диаметром 100 мм, проложенным по углеспускному гезенку. Продукты последствий выброса транспортировали в углеспускную печь по транспортному трубопроводу, который наращивался по мере продвижения фронта уборки. На уборку продуктов выброса было затрачено 16 рабочих смен. Средняя производительность установки по уборке составила 6 т на смену. Испытания показали, что применение эжекторных установок позволяет механизировать процесс уборки последствий газодинамического явления, увеличить производительность труда рабочего и значительно сократить простой очистного забоя. Однако производительность установки оказалась ниже расчетной, что объяснялось периодическим забиванием всасывающего трубопровода, приводящим к прекращению работы эжектора и извлечению породы из трубопровода.

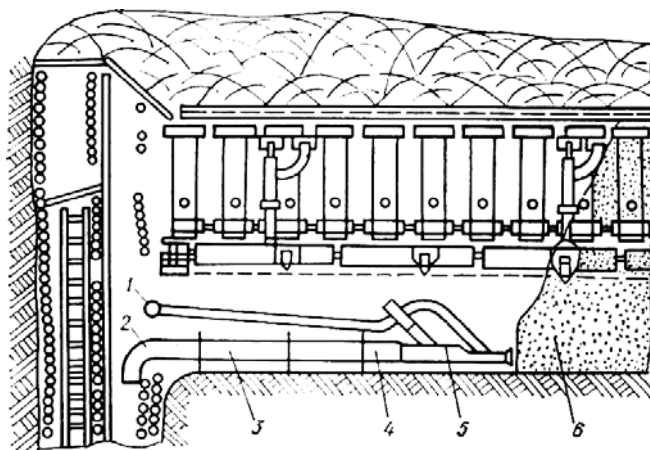


Рис. 3. Технологическая схема работы эжекторной установки «Турбо-С» при уборке последствий внезапного выброса

Таким образом, рассмотренная технология ликвидации последствий ГДЯ может быть рекомендована для эффективного применения на угольных шахтах при отработке крутых и наклонных выбросоопасных пластов.



#### Список литературы

1. А.С. № 1289129, СССР. Способ ликвидации навалов горной массы в горных выработках // А.Н. Зорин, С.П. Минеев и др.- 1987.- ДСП. -4 с.
2. А.С. № 1501609, СССР Способ ликвидации завалов очистного забоя и устройство для его реализации// В.Н. Потураев, С.П. Минеев и др. - ДСП.-1989. 4 с.
3. А.С. № 1621615, СССР. Способ ликвидации последствий газодинамических явлений // В.Н. Потураев, С.П. Минеев и др. – ДСП. -1989. -4 с.
4. Временное руководство по ликвидации последствий газодинамических явлений при ведении горных работ на пологих и наклонных выбросоопасных пластах /В.Н. Потураев, С.П. Минеев и др. – Донецк: ЦБНТИ Минуглепрома УССР, 1988.- 10 с.
5. Ликвидация последствий газодинамических явлений / Л.Ф. Гарягин, С.П. Минеев и др. // Безопасность труда в промышленности, 1988.- №4.- С. 38-42.
6. Методические рекомендации по ликвидации последствий газодинамических явлений при ведении горных работ на крутых выбросоопасных угольных пластах // С.П. Минеев. – Донецк: ЦБНТИ Минуглепрома УССР, 1988.- 15 с.
7. Потураев В.Н., Минеев С.П. Использование волновых и вибрационных эффектов при отработке выбросоопасных пластов.- Киев: Наукова думка, 1992.- 200 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Шашенком О.М.  
Надійшла до редакції 30.03.10*

УДК 622.8

© В.Н. Мокриенко

### **ПАРАМЕТРИРОВАНИЕ НОВОГО СПОСОБА ОХРАНЫ ВЫЕМОЧНОЙ ВЫРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЭКВИВАЛЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Приведены результаты лабораторного моделирования.  
Наведені результати лабораторного моделювання.  
Results of laboratory design

Повышение конкурентоспособности угля, как основного энергетического источника Украины, связано со снижением его себестоимости, в которой большую часть составляют затраты на горно-подготовительные работы. Одним из путей снижения этих затрат является применение систем разработки с повторным использованием выработок. При этом важным вопросом является охрана выемочных выработок в зоне влияния очистных работ. К настоящему времени разработано множество способов и средств охраны выработок, однако универсального, применимого в любых горно-геологических условиях, не существует. Поэтому необходимо разрабатывать новые или усовершенствовать уже существующие способы охраны, с учетом условий в которых они применяются. Так, например, применение жестких охранных сооружений, при традиционной схеме расположения (рис. 1а), не рекомендуется при слабых почвах, так как сооружения играют роль «штампа», выдавливая подстилающие их породы в полость выработки. Предлагается (рис.1б) охранные сооружения (2) возводить вблизи горной выработки (1) в виде отдельностоящих прямоугольных параллелепипедов между которыми образуют компенсационную полость (3). За счет такой схемы расположения (которая носит название способа охраны выработки