

УДК 624.132:622.281.4

## Методика определения параметров взрывного набрызгбетонирования горных выработок

Шевцов Н. Р. \*, Хоменчук О. В., Рублева О. И.

*Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина*

Поступила в редакцию 26.05.10, принята к печати 01.10.10.

### **Аннотация**

Решена задача по определению доли распыленного вещества, наносимого взрывом на обрабатываемую поверхность. Дана последовательность решения прямой и обратной задач взрывного набрызгбетонирования. Приведены результаты промышленного испытания способа.

Ключевые слова: взрыв, распыление, набрызгбетон.

Одним из направлений снижения себестоимости добытого угля является снижение затрат на поддержание и ремонт горных выработок. Существенное сокращение затрат на эти операции может быть достигнуто за счет снижения себестоимости и металлоемкости крепи, улучшения ее конструктивных и технических характеристик, а также повышения производительности труда по креплению.

В тоже время традиционные виды крепи (металлическая арочная, монолитная бетонная, металлобетонная, сборная железобетонная и др.) являются весьма дорогостоящими и материалоемкими, требуют больших затрат ручного труда на возведение, плохо поддаются механизации. Кроме того, они не обеспечивают плотный контакт с породным массивом, не позволяют использовать несущую способность приконтурного слоя породы и выполняют лишь роль ограждающих конструкций.

Многолетняя практика использования набрызгбетона при проведении выработок доказала, что набрызгбетон есть и будет самым эффективным, с точки зрения снижения трудоемкости и материалоемкости, видом крепи, который в сочетании с другими видами крепи может использоваться в различных горно-геологических условиях.

В 80..90 г. XX столетия рядом авторов был предложен способ, при котором жидкие покрытия наносятся на поверхности защищаемых объектов с помощью энергии взрыва [1, 2]. Предлагалось осуществлять способ при помощи различных средств: углубления в почве выработки, в котором располагался заряд и бетонная смесь; специальных сосудов (устройств) на рельсовом ходу; легкоразрушаемых сосудов. Наиболее простым в реализации оказался последний из перечисленных способов [3].

Сущность взрывного способа набрызгбетонирования состоит в том, что направленный поток цементно-песчаной (бетонной) смеси формируется путем её диспергирования из легкоразрушаемого (полиэтиленового) сосуда при помощи взрыва размещенного в нём центрального заряда ВВ [4].

Одним из важных преимуществ способа является безлюдность, т.е. в момент нанесения смеси на поверхность выработки рабочие не находятся в загрязненном пространстве, что является неизбежным при сухом и мокром набрызгбетонировании механическими способами. Следует отметить также, что взрывной способ является довольно гибким и может быть использован при нанесении не только бетонной смеси, но различных жидких веществ (побелка, краска и т.п.) на

---

\* Для переписки: const@mine.dgtu.donetsk.ua

поверхности различного рода конструкций (трубопроводы, коллекторы, камеры, емкости, цистерны и т.п.) [5].

Целью данной работы является разработка методики определения эффективных параметров взрывного способа набрызгбетонирования, которая позволит рационально возводить качественный слой набрызгбетонной крепи.

Методика определения параметров способа при проектировании технологии набрызгбетонирования сводится к решению одной из главных задач – определению доли распыленного вещества, которая окажется нанесенной взрывом на обрабатываемую поверхность. Зная этот параметр, представляется возможным определить толщину наносимого слоя (при набрызгбетонировании) и соответственно количество последовательных взрываний для создания защитного слоя нужной толщины.

Для решения этой задачи необходимо, в первую очередь, рассмотреть механизм образования многофазного облака, формируемого центральным взрывом заряда ВВ, и взаимодействие этого облака со стенками обрабатываемого объекта (конструкции, подземной горной выработки и т.п.). Согласно современным теоретическим и экспериментальным представлениям, не позже чем через 2,5 мс от начала распыления, продукты взрыва распыляющего заряда ВВ и капли диспергированной жидкой оболочки перемешиваются с образованием однородного двухфазного потока. С течением времени прорыв в такого рода дисперсную систему окружающего воздуха приводит к образованию трехфазного потока и к росту облака, а это в свою очередь приводит к росту аэродинамического сопротивления, и как следствие, к резкому торможению процесса расширения через 25...40 мс от начала распыления. В последующие промежутки времени радиус формируемого облака, при предельном его значении в 5,1 м, практически не возрастает. Учитывая, что при применении цилиндрического распыляющего заряда ВВ радиус облака вдоль оси центрального заряда примерно в 2 раза меньше радиуса в направлении, перпендикулярном оси ( $R_{np}$ ), облако по форме близко к эллипсоиду вращения с предельным объемом, равным:

$$V_{np} = 2,1R_{np}^3 \quad (1)$$

Прямыми экспериментами установлено [5], что преграда не оказывает влияния ни на размеры многофазного облака, формируемого центральным взрывом заряда ВВ в жидкостной и порошковой оболочке, ни на размеры предохранительного облака, ни на скорость его формирования в свободных направлениях (преграда как бы отсекает часть сформированного в неограниченном пространстве облака). Это означает, что предельный радиус облака в свободных направлениях остается примерно таким же, как и при распылении в неограниченном пространстве.

Учитывая, что процесс нанесения вещества на обрабатываемую поверхность длится только десятки миллисекунд, отскоком частиц цементно-песчаной смеси либо капель побелки от поверхности можно пренебречь.

Исходя из вышеизложенных положений, минимально возможная доля распыленного вещества, которая в динамике будет нанесена на внутреннюю поверхность обрабатываемой замкнутой конструкции, определяется по формуле:

$$\Delta_{np} = \frac{S_{np} - S_{об}}{S_{np}}, \quad (2)$$

где  $S_{об}$  – площадь поперечного сечения обрабатываемого объекта (выработки),  $m^2$ ;  
 $S_{np}$  – предельная площадь облака дисперсной системы в направлении, перпендикулярном оси распыляющего заряда,  $m^2$ .

Параметр  $S_{np}$  определяется ориентацией распыляющего заряда ВВ, а  $S_{об}$  – зависит от конфигурации обрабатываемой поверхности.

В действительности, на обрабатываемую поверхность может быть нанесено больше распыляемой смеси, чем определенной по формуле (2). Это происходит, во-первых, из-за неровности переднего фронта облака – его сплошное ядро подпирает отдельные струи, длина которых изменяется во времени в пределах 0,2...1,5 м; во-вторых, плотность слоя вдоль переднего фронта облака может быть несколько выше его средней плотности; в-третьих, после прекращения интенсивного роста облака под действием взрыва на его динамику могут оказывать влияние внешние факторы, в первую очередь, вентиляция.

Часть распыленного вещества, которое окажется в облаке в пределах поперечного сечения объекта, постепенно, по законам гравитации, осядет на нижнюю часть (почву, дно и т.д.) объекта.

Минимально возможная толщина наносимого слоя  $\delta_{сл}$  при распылении жидкой (пластичной) смеси из одного сосуда (взрывом одного заряда) равна:

$$\delta_{сл} = \frac{M \cdot \Delta_{np}}{F_{об} \cdot \rho_{см}}, \quad (3)$$

где  $M$  - масса распыляемой смеси, кг;

$\rho_{см}$  - плотность распыляемой взрывом смеси, кг/м<sup>3</sup>;

$F_{об}$  - поверхность объекта (выработки), обрабатываемая одним устройством, м<sup>2</sup>, равная:

$$F_{об} = P_{об} \cdot R_{np}, \quad (4)$$

где  $P_{об}$  - периметр обрабатываемого объекта, м.

Параметр  $R_{np}$  определяется через гиперболический тангенс по следующей эмпирической формуле:

$$R_{np} = 3,96 + 0,58 \cdot (M_{fэ} - 2,58) - 0,59 \cdot (M_{fэ} - 2,58) \cdot \tanh\left(\frac{M_{fэ} - 2,58}{6,66}\right), \quad (5)$$

где  $M_{fэ}$  – эквивалентная масса распыляемой навески (кг), приведенная к массам эталонных порошковой оболочки и распыляющего заряда ВВ, введенным проф. Н.Р.Шевцовым.

В общем виде

$$M_{fэ} = \psi \cdot e_p \cdot M, \quad (6)$$

где  $\psi$  – коэффициент ранжирования веществ по их способности диспергироваться под действием центрального взрыва, характеризующий количественный переход распыляемой системы к порошковой (для порошков  $\psi = 1,0$ , для водного раствора ПАВ  $\psi = 1,15$ , для воды  $\psi = 1,32$ , для известкового раствора  $\psi = 1,55$ , для цементно-песчаного раствора  $\psi = 1,67$ , для прессованных порошков  $\psi = 1,83 \dots 3,44$ );

$e_p$  – коэффициент распыляющей эффективности заряда ВВ, определяемый по формуле:

$$e_p = \frac{88,3 \cdot 10^8}{f_{зар}}, \quad (7)$$

где  $88,3 \cdot 10^8$  кг·с<sup>-1/2</sup>·Дж<sup>3/2</sup> – энергетический критерий распыляющей эффективности 0,2 кг угленита Э-6, принятого проф. Н.Р. Шевцовым за эталонный распыляющий заряд ВВ;

$f_{зар}$  – энергетический критерий заряда ВВ, принятого для производства набрызгбетонирования, кг·с<sup>-1/2</sup>·Дж<sup>3/2</sup>, равный:

$$f_{зар} = \frac{m_{зар}^{5/2} \cdot Q_v^{3/2} \cdot D^{1/2}}{l_{зар}^{1/2}}, \quad (8)$$

где  $m_{зар}$  – масса распыляющего заряда, кг;

$l_{зар}$  – длина заряда, м;

$Q_v$  – удельная теплота взрыва, Дж/кг.

$D$  – скорость детонации распыляющего заряда, м/с;

Зависимость предельного радиуса ( $R_{np}$ ) от эквивалентной приведенной массы вещества  $M_{fэ}$  показана на рис. 1.

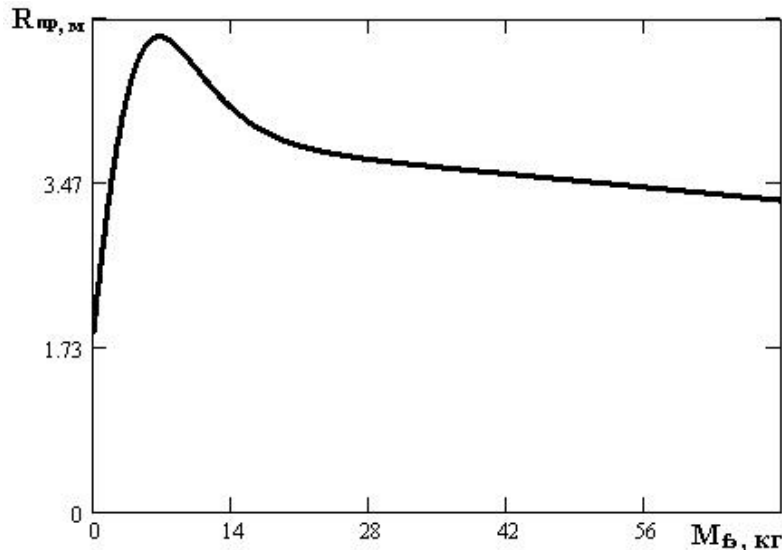


Рис. 1. График зависимости предельного радиуса облака взрыва от эквивалентной массы распыляемой навески

При использовании ручного труда для подвески сосудов, следует использовать легкоразрушаемые сосуды, наполненные распыляемым веществом общей массой не более 20 кг. Распыление небольших масс нерационально при набрызгбетонировании взрывом, т.к. из-за большой плотности цементно-песчаной смеси на обрабатываемую поверхность наносится слой незначительной толщины. Эффективность набрызгбетонирования взрывом значительно повышается при применении средств подъема (лебедки, краны и т.п.), а также легкоразрушаемых пакетов большой грузоподъемности, например, «биг-бэг» (широко применяемые в настоящее время для транспортирования сыпучих строительных материалов), которые могут выдерживать груз массой 1100 кг в подвешенном состоянии.

На практике чаще всего решается так называемая прямая задача, в которой заданы масса и плотность распыляемой навески, а также тип ВВ, величина и конструкция распыляющего заряда, и требуется установить предельный радиус облака, по величине которого рассчитать для заданного объекта, например, горной выработки параметры  $\Delta_{пр}$  и  $\delta_{см}$ . Решается задача путем последовательного расчета по формулам (8), (7), (6), (5), (4), (3), (2).

В табл. 1 представлены значения предельного радиуса облака, формируемого при распылении 20 кг различных по консистенции систем взрывом заряда из ВВ различных типов и масс.

Возможно решение и так называемой обратной задачи, в которой задается масса распыляемой навески ( $M$ ) и тип применяемого ВВ, а требуется установить массу распыляющего заряда ВВ, при взрыве которого формируется облако максимально возможных размеров, т.е. при  $R_{пр} = 5,1$  м с последующим нахождением  $\Delta_{пр}$  по формуле (2) и  $\delta_{см}$  по формулам (4) и (3). Решается задача путем расчета в следующей последовательности.

Вначале методом последовательных приближений, используя формулы (5) - (8), определяется масса заряда, при которой предельный радиус облака взрыва будет максимальным.

Затем полученную величину массы заряда округляют в большую или меньшую сторону таким образом, чтобы принятая величина  $m_{зар.ум}$  была кратной массе одного патрона. Если принятая масса заряда отличается от расчетной более чем на 5%, следует скорректировать энергетический критерий принятого заряда по формуле (8) и коэффициент распыляющей эффективности по формуле (7), по величине которого скорректировать принятую массу распыляемой смеси, сохранив расчетное значение  $M_B$  по формуле (6).

При решении обеих задач, необходимо иметь ввиду, что, если расчетное значение толщины слоя не удовлетворяет поставленным требованиям, то изменяют массу распыляемой навески и, если необходимо, величину распыляющего заряда и расчет повторяют.

Табл. 1. Значения предельного радиуса облака взрыва при распылении различных систем массой 20 кг

Параметры распыляющего заряда ВВ			Предельный радиус облака $R_{np}$ в зависимости от вида распыляемой взрывом смеси, м	
тип ВВ	масса, кг	$e_p$	цементно-песчаная смесь	известковый раствор
Аммонит 6ЖВ	0,2	0,351	4,48	4,59
	0,3	0,157	4,92	4,86
	0,4	0,062	3,68	3,58
Аммонит АП-5ЖВ	0,2	0,446	4,15	4,25
	0,3	0,200	5,01	5,01
	0,4	0,079	4,03	3,92
Аммонит Т-19	0,2	0,502	4,02	4,10
	0,3	0,225	4,98	5,01
	0,4	0,089	4,21	4,10
Угленит 13П	0,2	0,884	3,69	3,72
	0,3	0,397	4,32	4,42
	0,4	0,156	4,93	4,86
Ионит	0,2	1,873	3,34	3,39
	0,3	0,680	3,80	3,84
	0,4	0,409	4,27	4,38

В табл. 2 представлены некоторые значения массы распыляемой смеси в зависимости от массы заряда ВВ, при которой предельный радиус облака взрыва составляет 5,1 м. При этом заряд состоит как из одного, так и из связки нескольких патронов ВВ боковыми поверхностями.

При набрызгбетонировании стенок горных выработок, масса распыляемой смеси в сосуде может быть увеличена расположением последнего на почве горизонтальной или наклонной выработки или на забое вертикальной выработки.

Таким образом, используя формулы (6) – (8) и изложенные выше рекомендации, рассчитывают основные параметры взрывного способа набрызгбетонирования и побелки различных замкнутых конструкций. Однако, вся эта последовательность рассуждений и расчета применима для одиночных сосудов, расположенных по оси или в центре обрабатываемого объекта (подземной горной выработки). В тоже время при разработке схемы размещения снаряженных сосудов для обработки различных объектов (сооружений, изделий и др.) необходимо учитывать, что при направленных взрывах может иметь существенное значение, помимо движущихся воздушных потоков (при искусственном проветривании), также сопротивление атмосферного воздуха. В этом отношении характерен опыт по созданию первых искусственных островов (насыпных холмов) в поймах рек для установки опор высоковольтных линий и других целей, которые затем затапливаются в результате строительства гидротехнических сооружений. Идея устройства искусственного холма при помощи направленного выброса породы весьма проста. Необходимо обеспечить образование при помощи взрыва кольцевого заряда траншеи и отбросить к центру кольца возможно более значительную часть породы (удаляемой из выемки). Однако при первых попытках осуществить на практике подобный направленный выброс оказалось, что к центру кольцевой выемки перебрасывается меньше породы, чем следовало бы ожидать на основе опыта с прямолинейными выемками. Детальное исследование этого противоречия показало, что здесь отрицательную роль играет атмосферный воздух. При движении масс выброшенной породы к общему центру воздух сжимается и, не имея возможности быстро прорваться сквозь сходящиеся потоки раздробленной породы, интенсивно тормозит эти потоки. Далее начинается расширение этого воздуха, и порода разбрасывается в стороны, не имея возможности достигнуть намеченного центра. Чтобы преодолеть эту трудность, разделили круговую систему зарядов на четыре равные части, которые взрывали по отдельности. Сначала взрывали какие-либо две противоположные секции. В этом случае воздух сможет уходить из центральной части кольца зарядов над секциями, которые еще не взрываются. После образования навала породы, вызванного этим взрывом, производится взрыв двух оставшихся секций и завершается, таким образом, формирование искусственного холма.

Табл. 2. Масса распыляемой цементно-песчаной смеси, необходимая для получения облака взрыва с  $R_{пр}=5,1$  м

Параметры заряда ВВ			Масса распыляемой цементно-песчаной смеси за одно взрывание, кг
тип ВВ	масса, кг	$e_p$	
Аммонит скальный № 1 прессованный	0,4	0,0402	100
	0,8	0,0073	550
	1	0,0042	1000
	1,4	0,0018	2200
Аммонит 6 ЖВ	0,3	0,0926	43,00
	0,6	0,0232	180,00
	0,9	0,0103	400,00
	1,2	0,0041	1000,00
Аммонит АП-5ЖВ	0,3	0,1178	35,00
	0,6	0,0295	135,00
	0,9	0,0131	300,00
	1,2	0,0052	780,00
Аммонит Т-19	0,3	0,1325	30,00
	0,6	0,0331	125,00
	0,9	0,0147	275,00
	1,2	0,0059	690,00
Угленит 13 П	0,3	0,2334	17,00
	0,6	0,0584	70,00
	0,9	0,0259	160,00
	1,2	0,0103	390,00
Ионит	0,4	0,2409	17,00
	0,6	0,1236	32,00
	0,8	0,0602	68,00
	1	0,0345	115,00
	1,2	0,0268	150,00

Поэтому центральное размещение (подвеска) снаряженных сосудов (рис. 2) можно применять только в объектах, которые или имеют хотя бы один выход на дневную поверхность, например, в отрезках металлических труб, или же в протяженных горных выработках. Причем, инициирование распыляющих зарядов в нескольких последовательно размещенных сосудах следует производить или мгновенными электродетонаторами, или же замедленными (короткозамедленными) электродетонаторами, но последовательно, причем в направлении устья горной выработки (выхода на дневную поверхность) или открытого торца.

При центральном взрывании в закрытых (полузакрытых) емкостях (металлической цистерне, во взрывной камере и т.д.) у стенок воздух будет сжиматься и препятствовать нанесению на них распыленной жидкости. В таких объектах сосуды с наносимым веществом целесообразно располагать вблизи стенок (по периметру объекта) на некотором расстоянии от них (рис. 3), чтобы избежать разрушения. Снаряженный сосуд будет располагаться в этом случае на расстоянии ( $l_n$ ) от стенки, меньшем предельного радиуса облака ( $R_{пр}$ ), т.е. при  $l_n < R_{пр}$ . Тогда на стенку объекта будет нанесена только такая масса распыленного вещества (дисперсной фазы), которая взвешена в облаке с поперечным сечением, равным площади сегмента со стрелой, равной  $l_n$ . Однако величина стрелы весьма мала (порядка 0,05...0,1 м) по сравнению с величиной предельного радиуса облака. Учитывая это, а также то, что при круговом расположении сосудов вдоль внутренней поверхности обрабатываемого сооружения от взрыва распыляющих зарядов атмосферный воздух сжимается внутри емкости, и при его последующем расширении распыленное вещество будет прижиматься к поверхности сооружения, стрелой сегмента можно пренебречь и считать, что снаряженный сосуд контактирует с обрабатываемым объектом. Тогда

на стенки обрабатываемого объекта будет нанесена половина расплывенного вещества. Остальная его часть опустится на дно емкости и частично попадет на ее верх.

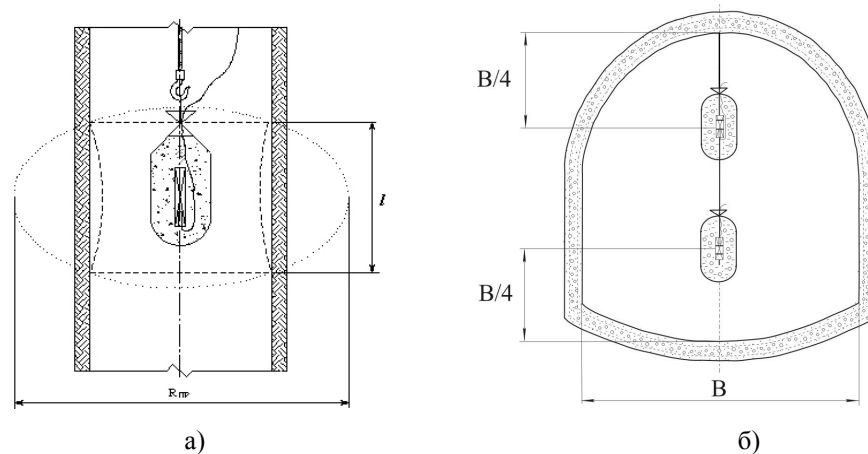


Рис. 2 Принципиальные схемы размещения сосудов с бетонной смесью в подземных горных выработках: а) в вертикальных выработках (скважинах); б) в горизонтальных и наклонных выработках

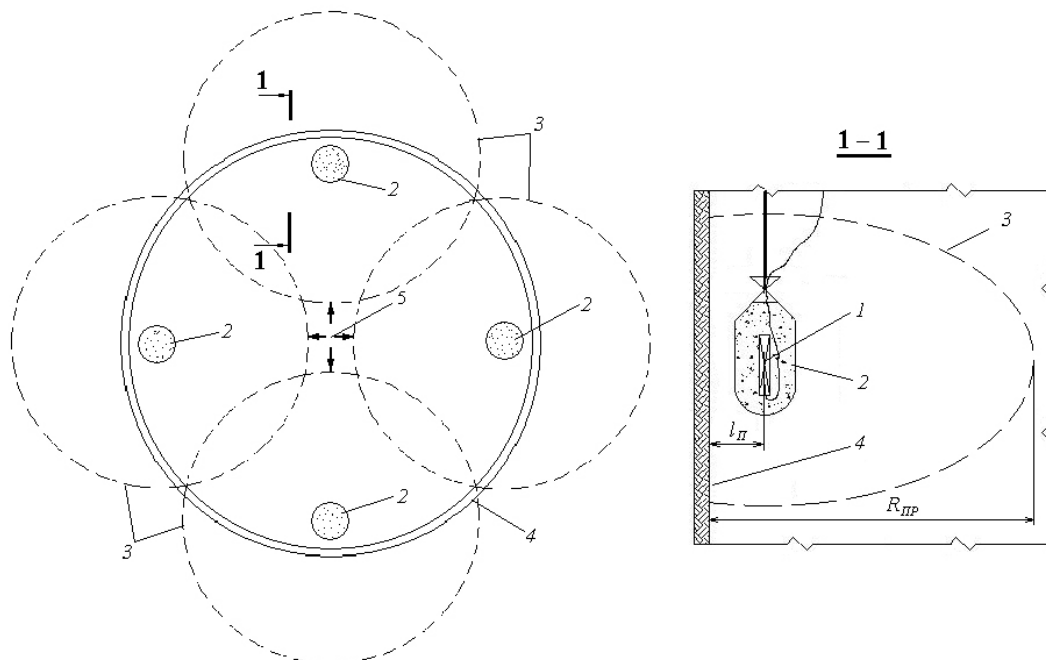


Рис. 3 Модель формирования облака взрывом центрального заряда в жидкой оболочке, размещенной вблизи стенок обрабатываемого объекта:

1 – расплывающийся заряд ВВ; 2 – жидкая оболочка; 3 – передний фронт расширяющегося облака; 4 – стенка обрабатываемого объекта; 5 – реакция сжимаемого воздуха.

Изложенные выше принципы построения схем расположения сосудов с наносимым на внутреннюю поверхность обрабатываемой замкнутой конструкции веществом являются фундаментальными и должны учитываться при проектировании набрызгбетонирования, побелки и покраски взрывом.

В 2002 г. взрывной способ набрызгбетонирования был применен для создания временной крепи при проходке вентиляционного вертикального ствола на шахте «Заря» ПО «Снежноантрацит» [6].

Ниже приведены условия, в которых проводилось набрызгбетонирование: глубина ствола – 776 м; диаметр ствола в проходке – 7,3 м; пересекаемые породы – песчаник ( $f = 18 \dots 20$ ); приток воды в забой ствола –  $15 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; тип ВВ – аммонал скальный № 1 прессованный ( $D = 5050 \text{ м/с}$ ,  $Q_v =$

$54,09 \cdot 10^5$  Дж/кг); тип электродетонаторов – ЭДКЗ-ПМ и ЭДКЗ-ОП; соотношение компонентов бетонной смеси по объему (цемент : песок : щебень) – 1,00:1,11:2,24; водоцементное соотношение – 0,54; вид цемента – сульфатостойкий марки 400; ускоритель схватывания –  $CaCl_2$ .

Для нанесения слоя бетонной смеси на незакрепленные боковые стенки призабойного участка ствола высотой 5,0 м необходимо было распылить 1600 кг бетонной смеси. В качестве емкости использован полипропиленовый мешок вместимостью порядка  $0,785 \text{ м}^3$ , который ранее использовался для транспортирования и хранения хлористого кальция. Распыляющий заряд состоял из двух патронов (диаметр патрона – 45 мм, длина – 180 мм, масса – 0,4 кг). Патроны размещались в специально изготовленном из ватмана шпуре диаметром 56 мм. Для извлечения мощности взрыва (снижения времени детонации заряда) применили рассредоточенный заряд (рис. 4.). Промежуточная забойка длиной 180 мм была изготовлена из граншлака. Каждый патрон инициировался снизу вверх (обратное инициирование) отдельным электродетонатором мгновенного действия ЭДКЗ-ОПМ.

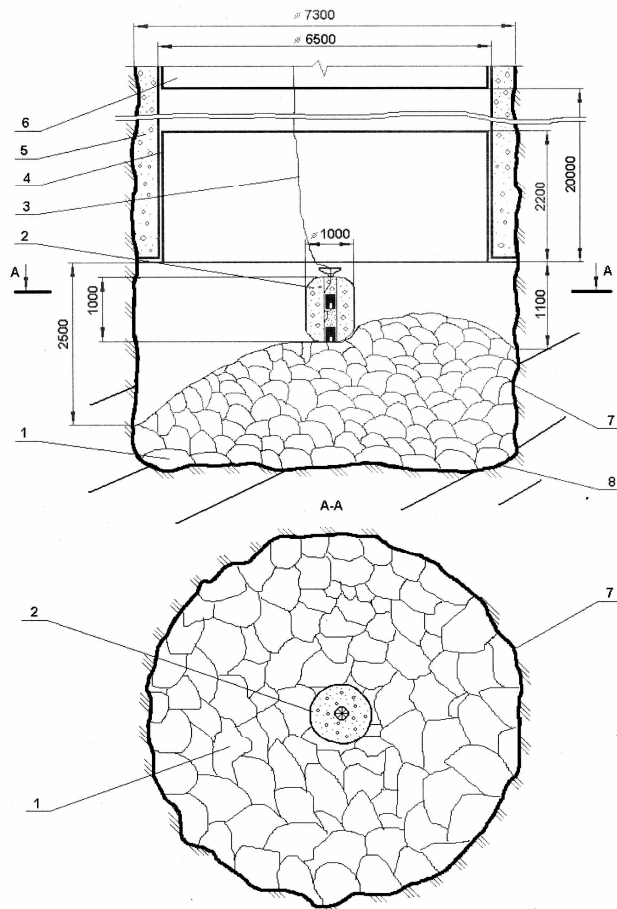


Рис. 4 Схема расположения устройства для набрызгбетонирования взрывным способом в вентиляционном стволе шахты «Заря»:

1 – развал породы после взрывания; 2 – устройство для формирования набрызгбетонной крепи взрывом; 3 – выводные провода; 4 – опалубка; 5 – бетон; 6 – полук; 7 – поверхность призабойного участка ствола; 8 – забой.

Для расчета параметров набрызгбетонирования решалась прямая задача.

В соответствии с (8) энергетический критерий заряда равен (т.к. заряд рассредоточен, то за величину  $\ell_{зар}$  принята длина одного патрона):

$$f_{зар} = (0,8^{5/2} \cdot (54,09 \cdot 10^5)^{3/2} \cdot 5050^{1/2}) / 0,18^{1/2} = 1,206 \cdot 10^{12} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1/2} \cdot \text{Дж}^{3/2}$$



По (7) коэффициент распыляющей эффективности заряда ВВ равен:  
 $e_p = 88,3 \cdot 10^8 / 1,206 \cdot 10^{12} = 0,0073$ .

Согласно (6), эквивалентная приведенная масса распыляемой навески равна:  
 $M_{ф} = 1,67 \cdot 0,0073 \cdot 1600 = 19,5$  кг.

По (5) предельный радиус облака для данных условий взрывания равен:

$$R_{np} = 3,96 + 0,58 \cdot (19,5 - 2,58) - 0,59 \cdot (19,5 - 2,58) \cdot \tanh\left(\frac{19,5 - 2,58}{6,66}\right) = 3,91 \text{ м.}$$

Определяем минимально возможную толщину наносимого на стенки ствола бетонной смеси ( $\rho_{см} = 2000$  кг/м<sup>3</sup>) путем последовательного расчета по формулам (4), (2) и (3):  $F_{об} = 89,6$  м<sup>2</sup>;  $\Delta_{np} = 0,129$ ;  $\delta_{см} = 1,15 \cdot 10^{-3}$  м.

### Выводы

1. После проведенного взрывания вся поверхность ствола от опалубки до отвала породы (высотой 3,6...5,0 м) оказалась обработанной набрызгбетоном. Полученные практические результаты подтвердили работоспособность взрывной технологии набрызгбетонирования.
2. Разработанная методика расчета параметров набрызгбетонирования взрывом заряда ВВ пригодна для определения (прогнозирования) проектных параметров этой технологии.
3. В силу своих особенностей способ может применяться, в основном, в тех случаях, когда невозможно использовать традиционные способы или их использование затруднено. К таким технологиям относятся: стесненные условия работы, обусловленные малым сечением выработок; отсутствие источников энергии, т.е. на месте производства работ отсутствует электроэнергия и трубопроводы для подачи воды и сжатого воздуха; малые объемы работ по набрызгбетонированию, делающие применение дорогостоящих машин и оборудования нецелесообразным. К случаям наиболее эффективного применения следует отнести: возведение крепи геологоразведочных выработок (скважин, шурфов и т. п.); возведение временной крепи и ремонт постоянной крепи в технических скважинах большого диаметра и в передовых скважинах при строительстве вертикальных стволов по комбинированной технологии; побелка подземных горных выработок, камер и других сложных сооружений.

Работа будет продолжена в направлении разработки технологических схем набрызгбетонирования взрывом заряда ВВ.

### Библиографический список

1. Томашев Г.С. Нанесение набрызгбетона на стенки выработки взрывным способом / Томашев Г.С., Кореневский В.В., Лукманов Р.Х. // Разработка месторождений полезных ископаемых Сибири и Северо-Востока. – Иркутск. – 1980. С. 47-50.
2. Ягнышев В.С. Возведение набрызгбетонной крепи взрывным способом / Ягнышев В.С., Дементьев И.В., Пропп В.Д. // «Известия вузов. Горный журнал». – 1982. – № 12. – С. 19 -23.
3. Гречихин Л. И. Основы теории распыления оболочек из жидких и порошковых материалов центральным взрывом. / Гречихин Л. И., Шевцов Н. Р., Хоменчук О. В. // Проблеми гірського тиску. Випуск 9 / Під заг. ред. О. А. Мінаєва. – Донецьк: ДонНТУ, 2003. – С. 236-256.
4. Гречихин Л. И. Основы теории распыления оболочек из жидких и порошковых материалов центральным взрывом. / Гречихин Л. И., Шевцов Н. Р., Хоменчук О. В. // Проблеми гірського тиску. Випуск 9 / Під заг. ред. О. А. Мінаєва. – Донецьк: ДонНТУ, 2003. – С. 236-256.
5. Шевцов Н.Р. Взрывозащита горных выработок: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. – Донецк: Норд-Пресс, 2002. – 280 с.
6. Шевцов Н. Р. Промышленные испытания технологии возведения набрызгбетонной крепи взрывным способом. / Шевцов Н. Р., Хоменчук О. В. // Наукові праці ДонНТУ: серія гірничо-геологічна. – Донецьк: ДонНТУ. -2002. - № 54. – С. 94-99.

© Шевцов Н. Р., Хоменчук О. В., Рублева О. И., 2011.