

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА СНИЖЕНИЯ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА РУДНЫХ КАРЬЕРАХ

И.С. Аванесова, Г.С. Акопджанян

Национальный политехнический университет Армении

Эксплуатация многих месторождений в Армении проводится в основном открытым способом. Разработка месторождения полезных ископаемых открытым способом оказывает негативное влияние на атмосферный воздух в результате пыле- и газообразования. Основными источниками вредных выбросов при открытой разработке месторождения полезных ископаемых являются буровзрывные, погрузочно-транспортные работы и отвалообразование горных пород. Причем на долю буровзрывных работ приходится около 40% общей массы загрязняющих веществ, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

При разработке месторождений полезных ископаемых мощное техногенное воздействие на экологию окружающей среды оказывает образующая мелкодисперсная пыль, которая выделяется при ведении буровзрывных работ. Значительные объемы пыли мигрируют на большие расстояния от карьера. При взрыве скважинных зарядов взрывчатых веществ (ВВ) под воздействием детонационной волны вокруг зарядной камеры образуется ударная волна. Под действием ударной волны горная порода, находящаяся вокруг скважины, переизмельчается в тонкую пыль, которая через забоечные части скважины выбрасывается в открытую поверхность уступа. Под воздействием продуктов детонации скважинных зарядов ВВ на поверхности уступа образуется ударная воздушная волна, под действием которой переизмельченная тонкодисперсная пыль выбрасывается в атмосферу.

Рост добычи полезных ископаемых усугубляет процессы изменения климата и загрязнения окружающей среды. Задачей выбора способа является повышение эффективности пылеподавления и увеличение коэффициента полезного действия энергии ВВ при массовых взрывах на карьерах.

В этой связи актуальной экологической задачей является разработка способов снижения концентрации пылегазовых выбросов и повышение эффективности пылеподавления, выделяемых при массовых взрывах на глубоких карьерах.

Ключевые слова: карьер, взрывчатые вещества, скважинные заряды, газопылевое облако.

Введение. На карьерах взрывные работы сопровождаются выделением огромного количества газообразных продуктов. Если учесть, что при взрыве

1 кг ВВ в среднем образуется 850...900 л газообразных продуктов, то примерно 5...10% из них являются ядовитыми [1].

При разработке месторождений полезных ископаемых мощное техногенное воздействие на экологию окружающей среды оказывает образующая мелкодисперсная пыль, которая выделяется при проведении буровзрывных работ. Значительные объемы пыли мигрируют на большие расстояния от карьера. Медно-молибденовые руды, как правило, имеют разную трещиноватость по шкале М.М. Протодяконова, равную $f=8...20$. Разработка их осуществляется с использованием буровзрывных работ с увеличенным удельным расходом ВВ. Взрывающиеся породные и рудные массивы на глубоких горизонтах обычно характеризуются сложной геологической текстурой, структурой и трещиноватостью с различной системой трещин.

Постановка задачи и методы исследования. Известен способ пылеподавления при массовых взрывах на карьерах, включающий заполнение каждой скважины зарядами ВВ и размещение герметичной оболочки с водой на поверхности взрываемого блока вблизи устья каждой скважины рис. 1 [2].

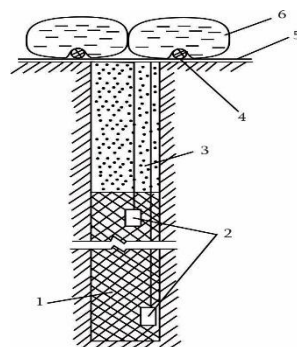


Рис. 1. Размещение герметичной оболочки с водой на поверхности взрываемого блока вблизи устья скважины: 1 – заряд скважины, 2 - зарядный патрон, 3 - наполнитель из глины, 4 – дополнительный заряд взрывчатки, 5 - пакеты с взрывчаткой, 6 - вода в полиэтиленовом пакете

Недостатком данного способа является то, что вода, распыляемая из герметичной оболочки над поверхностью взрываемого блока, недостаточно полно смачивает мелкодисперсные продукты разрушения горных пород. Это связано с тем, что распыляемая вода имеет достаточно крупные размеры, и поэтому в процессе перемещения пылевого облака над поверхностью взорванного блока частицы воды под собственным весом выпадают из облака, не реализовав в полной мере операции смачивания, коагуляции и осаждения

пыли. Пылевое облако в дальнейшем беспрепятственно расширяется, поднимается вверх, переносится под действием выталкивающей силы со стороны окружающего воздуха на значительные расстояния и в виде осадков загрязняет окружающую территорию, нанося природе экологический ущерб. К недостаткам следует также отнести значительные материальные затраты и трудоемкость операции размещения оболочек на блоке.

Задачей выбора способа является повышение эффективности пылеподавления и увеличение коэффициента полезного действия энергии ВВ при массовых взрывах на карьерах. Интенсификация процесса осаждения пыли над местом взрыва и уменьшение удельного расхода взрывчатых веществ позволяют уменьшить загрязнение окружающей карьер территории, что благоприятно отражается на экологической обстановке в регионе, где ведутся горные работы. Данный способ пылеподавления при массовых взрывах на карьерах основан на заполнении каждой скважины зарядом ВВ и размещении в ней герметичной оболочки, заполненной водой [2, 3]. Герметичную оболочку с водой размещают внутри заряда ВВ, а диаметр оболочки составляет 0,2...0,4 от диаметра скважинного заряда (рис. 2).

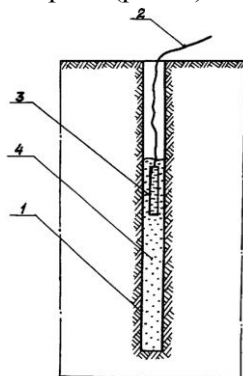


Рис. 2. Способ пылеподавления с размещением герметичной оболочки внутри верхней части заряда: 1 – взрывная скважина, 2 – трос, 3 – герметичная оболочка с водой, 4 – скважинный заряд

Способ пылеподавления осуществляют следующим образом.

При взрывном дроблении массива формируют взрывные скважины 1, каждую из которых заполняют ВВ, после чего опускают в скважину 1 посредством троса 2 герметичную оболочку 3 с водой. Затем заполняют этим же ВВ пространство между оболочкой 3 и стенкой скважины 1, а также пространство над оболочкой 3, образуя проектный скважинный заряд 4. При этом герметичная оболочка 3 с водой может быть расположена в верхней части скважинного заряда 4 (рис. 2).

После заряжения отбойных скважин 1 осуществляют взрыв зарядов 4 ВВ. Продукты детонации ВВ разрушают породный массив, и при этом в ближней от заряда 4 зоне образуется сильно измельченная порода, которая в дальнейшем выносится газообразными продуктами детонации из скважины 1 и составляет основу пылевого облака. Под давлением продуктов детонации ВВ в скважине 1 происходит мгновенное сжатие и соответствующее этому процессу повышение температуры воды, заключенной в герметичной оболочке 3. В результате данного процесса вода переходит из жидкого состояния в газообразное (закритическое, парообразное) и передает в качестве рабочего тела свою долю парциального давления на стенки скважины 1 в месте расположения оболочки 3. Тем самым усиливается запирающий эффект на пути вылета продуктов детонации ВВ из скважины 1, и, следовательно, большая доля энергии взрыва расходуется на полезную работу разрушения породного массива. Затем продукты детонации ВВ вместе с продуктами мелкодисперсного разрушения (пылью) в едином потоке с образованным при сжатии воды парогазом вылетают из скважины 1. Это приводит к конденсации насыщенных паров воды в пылегазовой среде, что вызывает вакуум, то есть физическое состояние газа, когда его давление меньше атмосферного. Следствием вакуумирования является то, что пылегазовая среда сжимается внешним атмосферным давлением и уменьшается в объеме [1, 4]. В результате конденсации водяного пара образующиеся при этом капли воды смачивают частицы пыли, что приводит к увеличению веса этих частиц. При случайном столкновении смоченных частиц пыли друг с другом происходит их слипание, т.е. реализуется процесс коагуляции и гравитационного осаждения, интенсивность которого повышается по мере уменьшения объема пылегазового облака. Длительность нахождения пыли во взвешенном состоянии при реализации данного способа минимальна.

Таким образом, в результате коагуляции из пылевого облака, согласно предложенному способу, происходит выпадение укрупненных частиц пыли, связанных между собой поверхностными силами смачивающей воды. Освобожденное от пыли облако не загрязняет окружающую территорию. Одновременно с осаждением пыли достигается дополнительный эффект нейтрализации ядовитых газов, образующихся при взрыве. Ядовитые газы типа оксидов азота (NO_x) и окиси углерода (CO) вступают в химическую реакцию с водой с образованием жидкой фазы кислоты, которая также осаждается в месте взрыва. Тем самым предотвращается попадание ядовитых газов в окружающую атмосферу и исключаются кислотные дожди [4, 5].

Нами предложен более эффективный способ, включающий продолжительную обработку пылегазового облака водяным паром во время и после взрыва.

Пар получают от передвижного парогенератора путем введения в него воды, предварительно нагретой до температуры 65...70 °С. Парогенератор устанавливают на безопасном от взрыва месте и направляют по направлению ветра. При этом до взрыва осуществляют обработку атмосферы над местом взрыва. Технический результат заключается в повышении эффективности пылеподавления и маневренности установок [4, 6].

Техническим результатом рекомендуемого способа является повышение эффективности пылеподавления, маневренности соответствующих установок, возможности проведения пылеподавления на безопасном расстоянии от взрывных работ (рис. 3).

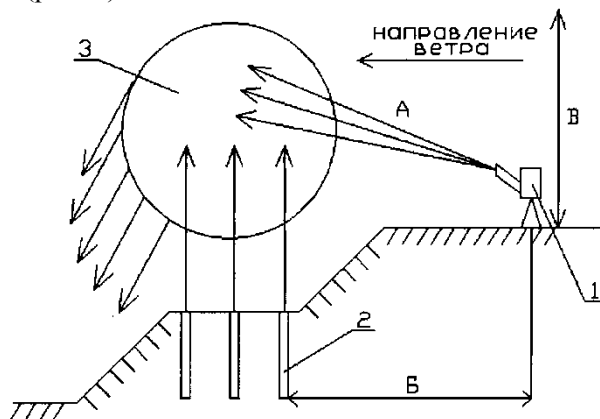


Рис. 3. Способ подавления пылегазового облака при ведении взрывных работ на сложноструктурных месторождениях: 1 – парогенератор; 2 – взрывная скважина; 3 - облако ядер кристаллизации пара в атмосфере; А – расстояние от парогенератора до конденсирующегося насыщенного мокрого тумана; Б – безопасное расстояние парогенератора (200...300 м); В – высота конденсирующегося насыщенного мокрого тумана

Технический результат достигается тем, что способ пылеподавления при взрывных работах включает продолжительную обработку пылегазового облака пылеподавителем во время и после взрыва. В качестве пылеподавителя используют водяной пар, полученный от передвижного парогенератора путем введения в него предварительно нагретой до температуры 65...70 °С воды, установленного на безопасном от взрыва месте и направленного по направлению ветра, при этом до взрыва осуществляют обработку атмосферы над местом взрыва [7].

Данный способ осуществляется следующим образом:

1. Перед проведением серии взрывов выбирается преобладающее направление ветра и устанавливается по его направлению портативный парогенератор на безопасном для нахождения людей расстоянии от взрыва. Такое расстояние варьируется от 200 до 300 метров (Б), в зависимости от вида взрывных работ.

2. Для использования рекомендуется парогенератор – 1 или ряд парогенераторов производительностью 50...60 кг пара/час, давление пара на выходе - 0,15...0,25 МПа, мощность электродвигателя - 55 кВт.

3. К парогенератору – 1 подается вода, нагретая до температуры 65...70°C, что является оптимальным значением для получения температуры воды на выходе – 100°C. Источником тепла для круглогодичного нагрева воды могут быть генераторные станции, котельные, биогазовые установки и т.п.

4. За 10...15 мин до начала взрывных работ начинает работу парогенератор, перенося на высоту (В) и расстояние (А) конденсирующийся насыщенный мокрый туман в летнее время и центры кристаллизации снежинок в зимнее время.

5. При взрыве ВВ облако пыли смешивается с облаком ядер кристаллизации пара в атмосфере – 3, и далее, двигаясь по направлению ветра и под действием силы тяжести и коагулируя между собой, оно оседает в безопасной для рабочих зоне, не превышающей 200...300 м.

6. Для конкретных условий взрывания в карьере количество парогенераторов и их технические характеристики должны определяться расчетно-экспериментальным методом.

Результаты исследования. Предложенный способ основан на создании тумана из пара и воздушных масс, направленного по розе ветров от взрыва на карьере, обеспечивая при этом смешение пыли и ее падение до расстояния, где могут находиться люди.

Влажный насыщенный пар содержит мельчайшие капельки жидкости (диаметром 10...40 мкм). Время витания капель влажного насыщенного пара (без ветровой нагрузки) с высоты 3 м варьируется от 1 минуты до 1 часа. При влажном насыщении и перенасыщении воздуха (газа) происходит процесс фазового перехода водяного пара в жидкость, т.е. его конденсация. При конденсационном пылегазоулавливании водяные пары в пересыщенном газе конденсируются на частицах мелкодисперсной пыли, обволакивают их водяной пленкой или растворяют их [3, 7].

Еще одним важным отличием в применении пара является тот факт, что при отрицательных температурах окружающей среды пар в атмосфере превращается в снежинки малого размера, а не в мелкие льдинки, не способные к взаимодействию с пылевым облаком при применении тонкодисперсной воды.

Заключение. Предложенный способ включает продолжительную обработку пылегазового облака водяным паром во время и после взрыва, что позволяет повысить эффективность пылеподавления. Максимальное снижение запыленности воздуха в пределах зоны взрывных работ достигается длительным увлажнением атмосферы с использованием пара, что способствует уменьшению загрязнения окружающей карьер территории и благоприятно отражается на экологической обстановке в горнодобывающих районах. При этом используемые средства борьбы с пылью являются экономичными, маневренными и годными к эксплуатации при различных температурных интервалах.

Литература

1. **Мислибаев И.Т., Заиров Ш.Ш., Тухташев А.Б., Норматова М.Ж.** Уменьшение пылегазового загрязнения атмосферы при производстве массовых взрывов на карьерах // Известия вузов. Горный журнал. - Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2017. - №2.- С. 39-43.
2. **Ավանեսյան Ի.Ս., Սահակյան Ն.Հ.** Բացահանքի արտադրական գործընթացների ազդեցությանը շրջակա միջավայրին հասցվող վնասների նվազեցման ուղիները // ՀԱՊՀ Լրաբեր. Գիտ. հոդվածների ժողովագր. Մաս 2.- Երևան, 2017.- էջ.915-921:
3. **Новиков И.В.** Обоснование и разработка способа пылеподавления с реализацией процесса насыщения водой пылевого облака при взрывных работах на карьерах. – М.: МГГУ, 2002.- 46 с.
4. Стратегия снижения риска опасного загрязнения окружающей среды на открытых разработках / **Б.Р. Ракишев, С.К. Молдабаев и др.** // Горный журнал Казахстана. – 2010. - №6.- С. 36-39.
5. **Михайлов А.М.** Охрана окружающей среды на карьерах: Учеб. пособие. – Киев: Высшая школа, 1990.- 264 с.
6. **Дубей В.В.** Способ защиты окружающей среды при массовых взрывах в карьерах // Экологические проблемы горного производства, переработки и размещения отходов: Доклад 2-й науч.-техн. конф. – М.: МГГУ, 1995.- 98 с.
7. **Каркашадзе Г.Г., Новиков И.В.** Разработка эффективного способа пылеподавления при производстве массовых взрывов на рудных карьерах // Записки Горного института. – СПб., 2001. - Т. 148.- С. 50-56.

*Поступила в редакцию 15.01.2024.
Принята к опубликованию 27.06.2024.*

**ՀԱՆՔԱՎԱՅՐՈՒՄ ՊԱՅԹԵՑՄԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ՝ ՇՐՋԱԿԱ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ
ՎՐԱ ՎՆԱՍԱԿԱՐ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՆՎԱԶԵՑՄԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ ՄԻՋՈՑԻ
ԸՆՏՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Ի.Ս. Ավանեսովա, Գ.Ս. Հակոբջանյան

Հայաստանի Հանրապետությունում շատ հանքավայրերի շահագործումն իրականացվում է հիմնականում բաց եղանակով: Բաց եղանակով օգտակար հանածոների հանքավայրի շահագործումը բացասական ազդեցություն է ունենում մթնոլորտային օդի վրա՝ փոշու և գազի առաջացման հետևանքով: Օգտակար հանածոների հանքավայրի բաց եղանակով մշակման դեպքում վնասակար արտանետումների հիմնական աղբյուրներն են հորատման, բեռնման և տրանսպորտային աշխատանքները և ապարների լցակայանների առաջացումը: Ընդ որում, շրջակա միջավայրի վրա բացասական ազդեցություն ունեցող աղտոտող նյութերի ընդհանուր զանգվածի մոտավորապես 40 %-ը կազմում են հորատման աշխատանքները:

Օգտակար հանածոների հանքավայրերի մշակման դեպքում շրջակա միջավայրի էկոլոգիայի վրա տեխնածին հզոր ազդեցությունը պայմանավորված է հորատման աշխատանքների ընթացքում մանրադիսպերս փոշու առաջացմամբ: Փոշու զգալի ծավալներն արտանետվում են բացահանքից մեծ հեռավորությունների վրա: Պայթուցիկ նյութերի (ՊՆ)՝ հորատանցքերի լիցքերի պայթեցման ժամանակ լիցքավորման խցիկի շուրջ ճայթյունային ալիքի ազդեցությամբ առաջանում է հարվածային ալիք: Հարվածային ալիքի ազդեցության պայմաններում հորատանցքի շուրջը գտնվող ապարը վերամանրացվում է նուրբ փոշու, որը հորատանցքի խորշերով դուրս է նետվում բաց մակերևույթ: Հորատանցքերի լիցքերի պայթեցման արգասիքների ազդեցությամբ հանքաստիճանի մակերևույթին առաջանում է հարվածային օդային ալիք, որի ազդեցությամբ վերամանրացված մանրադիսպերս փոշին արտանետվում է մթնոլորտ:

Օգտակար հանածոների արդյունահանման աճը խորացնում է կլիմայի փոփոխության և շրջակա միջավայրի աղտոտման գործընթացները: Մեթոդի ընտրությամբ խնդիր է դրվում բարձրացնել փոշու ճնշման արդյունավետությունը և հանքավայրում զանգվածային պայթյունների դեպքում ՊՆ էներգիայի օգտակար գործողության գործակիցը:

Այս առումով հրատապ բնապահպանական խնդիր է փոշու և գազի արտանետումների կոնցենտրացիան նվազեցնելու ուղիների մշակումը և խոր բացահանքերում զանգվածային պայթյունների ժամանակ արտանետվող փոշու ճնշման արդյունավետության բարձրացումը:

Առանցքային բառեր. բացահանք, պայթուցիկ նյութեր, հորատանցքի լիցքեր, գազափոշու ամպ:

SELECTING AN EFFECTIVE WAY OF REDUCING THE HARMFUL EFFECT OF BLASTING OPERATIONS ON THE ENVIRONMENT IN ORE QUARRIES

I.S. Avanesova, G.S. Hakobjanyan

The exploitation of many deposits in Armenia is carried out mainly in an open-pit manner. The development of an open-pit mineral deposit has a negative impact on the atmospheric air due to the result of dust and gas formation. The main sources of harmful emissions during the open-pit mining of mineral deposits are drilling and blasting, loading and transportation operations, and rock dumping. Moreover, drilling and blasting operations account for about 40 % of the total mass of pollutants that harm the environment

During the development of mineral deposits occurs a powerful man-made impact on the ecology of the environment from resulting fine dust, which is released during drilling and blasting operations. Significant amounts of dust migrate long distances from the quarry. When downhole charges of explosives (explosives) explode, a shock wave is formed around the charging chamber under the influence of a detonation wave. Under the action of a shock wave, the rock around the well is re-crushed into fine dust, which is ejected through the bottom hole parts into the open surface of the ledge. Under the influence of detonation products of downhole explosive charges, an air shock wave is formed on the surface of the ledge, under the action of which the over-ground fine dust is released into the atmosphere.

The growth of mining is exacerbating the processes of climate change and environmental pollution. The task of choosing the method is to increase the efficiency of dust suppression and increase the efficiency of explosive energy in mass explosions at quarries

In this regard, the development of ways to reduce the concentration of dust and gas emissions and increase the efficiency of dust suppression released during mass explosions in deep quarries is an urgent environmental task.

Keywords: open pit, explosives, borehole charges, gas, and dust cloud.