

А.Ю. Ларичев

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЗАРЯДА НА ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ

Рассмотрено влияние конструкции заряда на процесс образования мелкодисперсной пыли на различных расстояниях от заряда. Представлены зависимости интенсивности образования пыли различных фракций и ее концентрации на различных расстояниях от места взрыва для условий карьеров строительных материалов.

Ключевые слова: гранит, пылевая фракция, пылегазовое облако, буровзрывные работы, заряд.

Массовые взрывы на карьерах наносят значительный урон атмосфере, гидросфере, литосфере земли.

При разработке месторождений открытым способом источниками пылевыделения являются технологические процессы добычных работ, связанные с бурением, производством массовых взрывов и погрузочно-транспортными работами. На долю взрывных работ и экскавацию горной массы в сумме приходится 60–80% от общего количества частиц пыли, поступающих в атмосферу карьеров [1].

Исследованиями установлено [2], что наиболее неблагоприятными по признаку выхода пыли и формирования пылегазового облака являются взрывные работы. На 1 кг взрывчатых веществ при взрыве в горных породах выделяется 80–320 г пылевой фракции до 20 мкм.

Степень загрязнения карьера и прилегающей территории во многом определяется характеристиками пылевого облака, формирующегося в результате взрыва, скоростью выпадения пылевых частиц при заданной скорости сноса пылевого облака.

Одними из активно-эксплуатирующихся являются карьеры «Каменногорского Карьероуправления», специализирующиеся на добыче гранитов и гранито-гнейсов. Объем добычи этих материалов составляет 1 282 000 м³/год, что приводит к существенному загрязнению окружающей среды.

Для определения распределения частиц по размеру и оседания пылевых фракций были проведены промышленные эксперименты [3] на карьерах «Каменногорского Карьероуправления» по методике, предусматривающей инструментальные измерения концентрации пылевых фракций у поверхности земли на различных расстояниях от места взрыва. Измерения проводились следующим образом. Перед экспериментальным массовым взрывом в направлении предполагаемого ветрового сноса пылегазового облака в пределах промышленной зоны карьера устанавливались планшеты для приема пыли.

Планшет представляет собой прямоугольный лист плотного картона с бортиками площадью 0,5 м с прикрепленным кнопками листом ватмана. Во избежание заноса пыли с поверхности грунта в месте установки, планшет крепился на деревянной стойке высотой около метра. Первые планшеты устанавливались на границе опасной зоны по разлету осколков, что составляло 300 м.

Далее, планшеты устанавливались в направлении от взрываемого блока с шагом 100 м. Выбор расстояния в 300 м для первого планшета, обусловлено тем, что при более близком расположении планшетов на них могла попасть пыль, вовлеченная в движение ударно-воздушной волной (УВВ).

Накопление пыли на планшете осуществлялось в течение всего времени ветрового сноса и рассеяния облака над местом установки планшетов, которое составляло не менее 30 мин.

Собранная с каждого планшета пыль подвергалась ситовому анализу с распределением по фракциям от 1 мкм до 400 мкм, просеивая пробы исследуемой пыли через набор сит, для облегчения эксперимента применяется встряхивающий аппарат – Анализатор ситовой вибрационный АСВ-200. Нижняя граница определения размера пылевых частиц ограничена пределом возможностей метода ситового анализа. По причине ограниченности применения ситового метода, для фракции менее 40 мкм мы проводим микроскопический анализ на микроскопе измерительном отсчетном Мир-2, предназначенном для измерения расстояния между отдельными деталями, например между штрихами и точками объекта, а также для измерения мелких линейных предметов, в нашем случае, пылевых фракций. Пылевой состав, видимый в объектив, подсчитывался и разделялся на фракции 0–40 мкм, а, затем, взвешивался. Таким образом, каждой точке измерения соответствовало свое распределение пылевых частиц по фракциям.

Измерения распределения частиц по размеру при производстве массовых взрывов проводилось на блоке № 1 в условиях карьера «Островский». Использовались удлиненные заряды с воздушным промежутком, $D_{СКВ} = 165$ мм, тип ВВ – граммонит 79/21. Полученные зависимости выхода массы пыли от расстояния представлены на рис. 1.

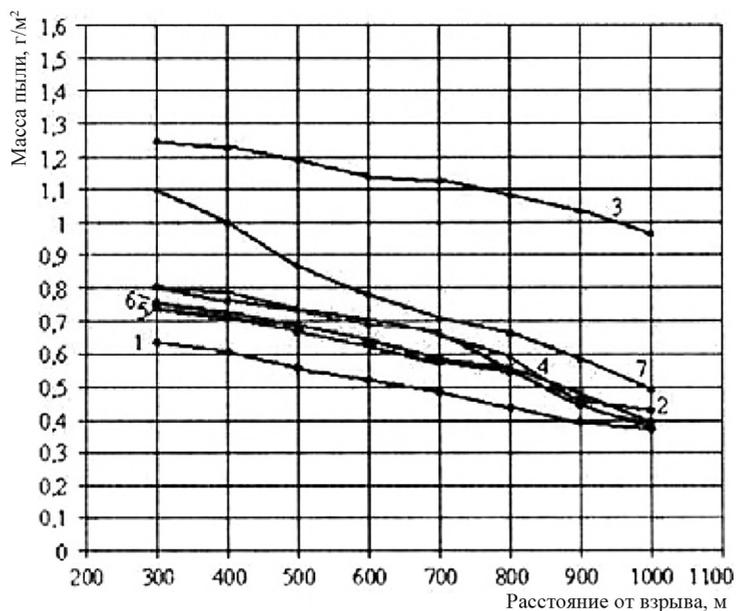


Рис. 1. Распределение частиц по размеру: 1 – фракция -30 мкм, 2 – 30–70, 3 – 70–100, 4 – 100–140, 5 – 140–200, 6 – 200–300, 7 – 300–400

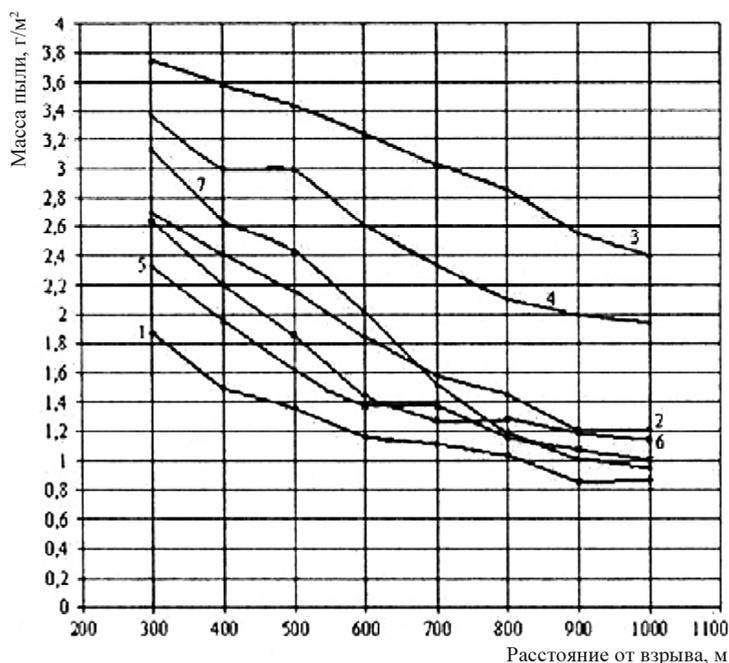


Рис. 2. Распределение частиц по размеру: 1 – фракция -30 мкм, 2 – 30–70, 3 – 70–100, 4 – 100–140, 5 – 140–200, 6 – 200–300, 7 – 300–400

Распределение частиц по размеру для условий карьера «Каменногорский» блока № 14, для штатного взрыва сплошного колонкового заряда графмонита 79/21 $D_{СКВ} = 165$ мм с забойкой из буровой мелочи приведены на рис. 2.

Анализ рис. 1, 2 подтверждает предположение [4], что для гранита размер критических трещин в соответствии с известной теорией Гриффитса равен $d_{кр} \leq 150$ мкм, так как в пылегазовом облаке самая преобладающая фракция пыли – 70–100 мкм.

Для оценки пылеобразования с точки зрения влияния ударно-воздушной волны на взметывание пыли с поверхности взрываемого массива горных пород, на ближнем расстоянии от блока нами устанавливались металлические пылесборники с шагом 25 м на расстоянии 50–150 м от края взрываемого блока. Результаты экспериментов, приведены в таблице.

Зависимость количества осевшей пыли фракции 0–400 мкм от расстояния при взрыве скважинных зарядов

Расстояние от места взрыва, м	Концентрация, 10^{-3} кг/м ²	
	Штатный взрыв	Экспериментальный взрыв заряда с воздушным промежутком
50	580	310
75	230	140
100	90	65
125	50	40
150	40	30

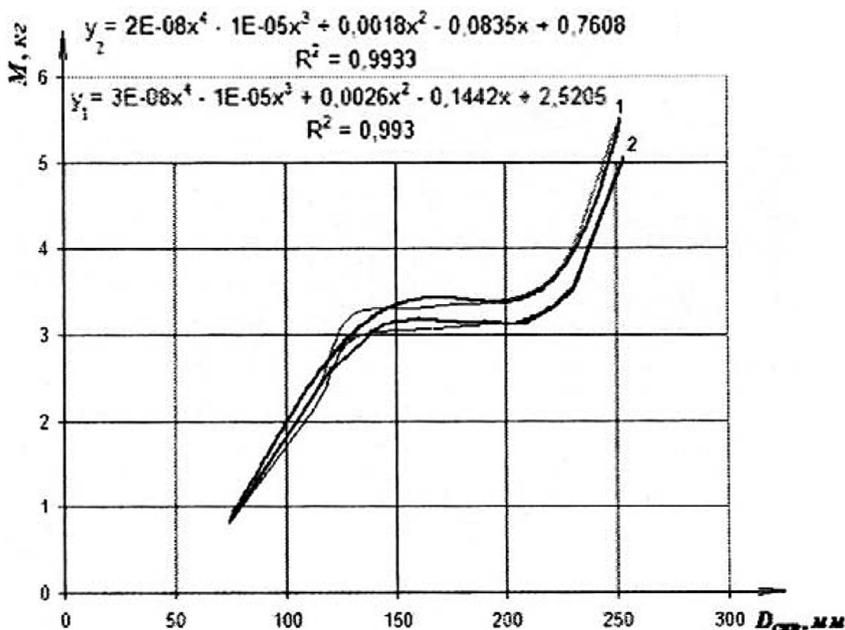


Рис. 3. Зависимость выхода M пылевой фракции 0-300 мкм с 1 п. м скважины от диаметра взрывааемых скважин $D_{\text{СКВ}}$ при взрыве заряда: 1 – аммонита 6ЖВ плотностью $\rho = 950 \text{ кг/м}^3$; 2 – граммонита 79/21 $\rho = 870 \text{ кг/м}^3$

Результаты экспериментов, приведенные в таблице, свидетельствуют об уменьшении пылеобразования при применении зарядов с воздушным промежутком на 25–30%.

С целью исследования влияния конструкции заряда на процесс пылеобразования нами были проведены модельные эксперименты [5] на образцах горных пород ЗАО «Каменногорское карьероуправление», для определения количества загрязняющих веществ, выделяющихся при производстве взрывных работ на открытых разработках, и были проведены с целью установления зависимости пылевыведения от диаметра скважин численные расчеты по методике [6].

Установленные нами графические зависимости выхода пылевой фракции от диаметра скважин и типа ВВ представлены на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что с увеличением $D_{\text{СКВ}}$ увеличивается выход пылевой фракции M , а при $D_{\text{СКВ}} = 130 \div 230 \text{ мм}$ увеличение M носит несущественный характер. С нашей точки зрения, то, что $M = f(D_{\text{СКВ}})$ имеет вид «полки» (в диапазоне $D_{\text{СКВ}} = 130 \div 230 \text{ мм}$) можно объяснить энергонасыщенностью горной породы: при уменьшении диаметра скважин происходит более равномерное распределение энергии в разрушаемом массиве и, как следствие, снижается выход мелкодисперсной пыли.

По результатам экспериментальных исследований установлена полиномиальная зависимость $M = f(D_{\text{СКВ}})$, описываемая формулой (1)

$$M_{\text{П } 0-300 \text{ мкм}} = f(D_{\text{СКВ}}) = (29781 \cdot D_{\text{СКВ}}^4 - 16485 \cdot D_{\text{СКВ}}^3 + 3045,3 \cdot D_{\text{СКВ}}^2 - 191,19 \cdot D_{\text{СКВ}} + 4,0064) \times K_{\text{П АММ}} \cdot K_{\text{пер.попр.}} \cdot \sum I_{\text{СКВ}} \cdot \rho_{\text{ВВ}} \cdot A_{\text{ВВ}} \cdot 38,6 \cdot 10^{-9}, \quad (1)$$

где $K_{\text{П АММ}}$ – коэффициент пылевыведения по аммониту [6]; $K_{\text{пер.попр.}}$ – переводной поправочный коэффициент прочностного породного пылевыведения [6]; $\sum l_{\text{скв}}$ – общая длина взрываеваемых скважин, м; $\rho_{\text{ВВ}}$ – плотность заряжения ВВ, кг/м³; $A_{\text{ВВ}}$ – масса ВВ, кг.

По результатам экспериментальных исследований установлено, что с M и D связаны линейно и это справедливо как для ВВ не содержащих воды, так и для ЭВВ

$$M_{\text{П 0-300 мкм}} = f(D) = (0,0027D - 6,7782)K_{\text{П АММ}} \cdot K_{\text{пер.попр.}} \cdot \sum l_{\text{скв}} \cdot \rho_{\text{ВВ}} \cdot A_{\text{ВВ}} \cdot 38,6 \cdot 10^{-9}, \quad \text{кг} \quad (2)$$

где D – скорость детонации ВВ, м/с.

По результатам экспериментальных исследований установлено, что с увеличением теплоты взрыва линейно возрастает и выход пыли:

$$M_{\text{П 0-300 мкм}} = f(Q_{\text{ВВ}} \rho_{\text{ВВ}}) = (0,0117Q_{\text{ВВ}} - 45,56)K_{\text{П АММ}} \cdot K_{\text{пер.попр.}} \cdot \sum l_{\text{скв}} \cdot \rho_{\text{ВВ}} \cdot A_{\text{ВВ}} \cdot 38,6 \cdot 10^{-9}, \quad \text{кг} \quad (3)$$

По результатам экспериментальных исследований установлено, что с увеличением бризантности ВВ увеличивается выход пылевой фракции (независимо от типа и состава ВВ), что подтверждает что бризантность – характеристика ВВ, служащая мерой его способности к локальному дробящему действию на породу, в которой происходит взрыв.

$$M_{\text{П 0-300 мкм}} = f(br) = (-0,051 \cdot br^3 + 2,5953 \cdot br^2 - 43,1293045,3 \cdot br + 240,05) \times K_{\text{П АММ}} \cdot K_{\text{пер.попр.}} \cdot \sum l_{\text{скв}} \cdot \rho_{\text{ВВ}} \cdot A_{\text{ВВ}} \cdot 38,6 \cdot 10^{-9}, \quad (4)$$

где br – бризантность ВВ не содержащих воду, мм.

$$M_{\text{П 0-300 мкм}} = f(br_{\text{ЭВВ}}) = (0,0417 \cdot br_{\text{ЭВВ}}^{1,4554}) K_{\text{П АММ}} \cdot K_{\text{пер.попр.}} \cdot \sum l_{\text{скв}} \cdot \rho_{\text{ВВ}} \cdot A_{\text{ВВ}} \cdot 38,6 \cdot 10^{-9}, \quad (5)$$

где $br_{\text{ЭВВ}}$ – бризантность эмульсионных ВВ, мм.

Приведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- 1) масса выделившейся при взрыве пыли линейно падает при увеличении расстояния от карьера;
- 2) в пылегазовом облаке самая преобладающая фракция пыли – 70–100 мкм;
- 3) при применении зарядов с воздушным промежутком пылеобразование уменьшается на 25–30%;
- 4) при уменьшении диаметра скважин происходит более равномерное распределение энергии в разрушаемом массиве и, как следствие, снижается выход мелкодисперсной пыли.

1. Зыков Ю.Н., Перник Л.М., Спивак А.А. Выпадение пыли из газопылевого облака при массовом взрыве на карьере / Вентиляция шахт и рудников: межв. сб. науч. тр. – Л.: изд-во ЛГИ, 1980. – Вып. 7. – С. 53–57.
2. Бересневич П.В., Михайлов В.А. Аэрология карьеров. Справочник. – М.: Наука, 1990. – 280 с.
3. Ларичев А.Ю., Маташ С.Л., Мазур А.С., Парамонов Г.П. Влияние параметров буровзрывных работ на процесс образования пылегазового облака // Известия СПбГТИ (ТУ). – 2009. – № 6(32). – С. 60–62.
4. Менжулин М.Г., Парамонов Г.П. Формирование пылевых фракций при взрывном разрушении горных пород / Взрыв–1997: межв. сб. науч. тр. ИГД. – Алма-Аты, 1997. – С. 152–155.
5. Ларичев А.Ю. и др. К вопросу влияния параметров буровзрывных работ на процесс образования пылегазового облака // Взрывное дело. – 2010. – № 103/60. – С. 268–282.
6. Ларичев А.Ю. и др. К вопросу расчета пылевого загрязнения атмосферы при производстве массовых взрывов на карьерах // Известия СПбГТИ (ТУ). – 2010. № 8(34). – С. 84–88. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Ларичев Анатолий Юрьевич – аспирант, e-mail: liza2209@mail.ru,
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (ТУ).

UDC 622.234

TO THE QUESTION INFLUENCE OF CONSTRUCTION CHARGE ON PROCESS OF FORMATION DUST CLOUDS AT PRODUCTION OF BLUSTING WORKS ON QUARRY

Larichev L. Yu., Graduate Student, e-mail: liza2209@mail.ru,
St. Petersburg State Technological Institute (Technical University).

In work influence of construction charge on process of formation of dust clouds on various distances from charge is considered. Dependences intensity of formation various dust fractions and are presented to its concentration on various distances from a place of explosion.

Key words: granite, dust fraction, dust and gas clouds, chisel and explosive works, explosion, charge.

REFERENCES

1. Zykov Yu.N., Pernik L.M., Spivak A.A. *Ventilyatsiya shakht i rudnikov: mezhv. sb. nauch. tr.* (Mine ventilation: Intercollegiate collection of scientific papers), Leningrad, izd-vo LGI, 1980, issue 7, pp. 53–57.
2. Beresnevich P.V., Mikhailov V.A. *Aerologiya kar'erov. Spravochnik* (Open-pit mine aerology. Handbook), Moscow, Nauka, 1990, 280 p.
3. Larichev A.Yu., Matash S.L., Mazur A.S., Paramonov G.P. *Izvestiya SPbGTI (TU)*, 2009, no 6(32), pp. 60–62.
4. Menzhulin M.G., Paramonov G.P. *Vzryv–1997: mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov IGD* (Explosion–1997: Intercollegiate Collection of Institute of Mining's Transactions), Alma-Aty, 1997, pp. 152–155.
5. Larichev A.Yu. *Vzryvnoe delo*, 2010, no 103/60, pp. 268–282.
6. Larichev A.Yu. *Izvestiya SPbGTI (TU)*, 2010, no 8(34), pp. 84–88.

