УДК 622.235.20

О.В.ТИХОНОВА
Горный факультет,
аспирантка кафедры безопасности производств
и разрушения горных пород

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ПЫЛЕГАЗОВОГО ОБЛАКА НА КАРЬЕРЕ ООО «ПГ ФОСФОРИТ»

Статья посвящена вопросу образования и распространения пылегазового облака при производстве массовых взрывов. Приведены результаты исследований процесса формирования пылевых фракций на карьере ООО «ПГ Фосфорит». Исследование проводилось на основе современных физических моделей, соответствующих механизму пылеобразования при взрывной отбойке горных пород методом скважинных зарядов на карьерах. Статья содержит оценку пылевого загрязнения окружающей среды при производстве взрывных работ, методику расчета количества и массы пылевых фракций.

The following research is dedicated to one of the most important ecological problems in modern mining, such as the dust-gaseous exhaust cloud forming in atmosphere surrounding the open-cast mine when the blasting method of rock breaking is used. The article is dedicated to studying the process of dust fraction formation carried out at the open-cast mine of OOO «PG Phosphorit».The research was based on modern physical models, corresponding to the mechanisms of dust formation in rock blasting by the blast-hole charge method in open-cast mines. The work contains estimation of dust pollution during the blasting operations as well as a method to calculate the quantity and weight of the dust fraction.

При производстве взрывных работ в атмосферу карьера выбрасывается значительное количество пыли и газа, что отрицательно воздействует на общую экологическую обстановку в зоне горных работ. Процесс формирования и распространения пылегазового облака (ПГО), а также разработка мероприятий по снижению уровня отрицательного воздействия его на окружающую среду весьма актуальны в научном и практическом плане. Предлагаемая работа посвящена исследованию процесса формирования и распространения пылегазового облака при производстве взрывных работ на карьере ООО «ПГ Фосфорит».

Условно выделяют два механизма образования пылегазового облака: первичный, связанный с выносом пыли из устья скважин истекающими газообразными продуктами взрыва, и вторичный, возникающий в результате дополнительного дробления при перемещении раздробленной породы и формирования развала. Дальность рассеивания пылегазового облака по поверхности земли зависит, в основном, от начальной концентрации пыли в нем, скорости ветра и глубины участка взрыва в карьере.

Кафедрой безопасности производства и разрушения горных пород были проведены исследования процесса образования ПГО на карьере ООО «ПГ Фосфорит».

При производстве массовых взрывов концентрация вредных примесей измерялась как в облаке, так и в атмосфере карьера, а также в горной массе (см. таблицу).

Исследованиями установлено, что с повышением удельного расхода ВВ интенсивность пылевыделения резко возрастает (рис.1). Такое явление объясняется повышением концентрации ВВ в массиве и увеличением длины заряда, что при постоянной высоте уступа приводит к преждевременно-

Содержание пыли и вредных газов в атмосфере после массовых взрывов* на карьере № 2

Место отбора пробы	Концентрация газа, мг/м³			Концентрация пыли, мг/м³
	CO	CO_2	$NO+NO_2$	
ПГО	0,1-0,15	6-10	0,01-0,03	260-2300
На борту	0,06-0,1	0,5-0,8	Следы	0,8-2,1
У основания съезда	0,1-0,2	0,7-1,0	То же	0,5-2,5
На взорванной горной массе	0,25-5,0*	8,0-9,0	0,001-0,0025	-

* В ПГО – через 5 мин, а в остальных местах – через 10-15 мин; количество взрываемого ВВ – 30-50 т

му раскрытию воронки взрыва на поверхности, свободному истечению газов в атмосферу и интенсивному выносу пыли из скважин.

На рис.1, *а* двумя тонкими кривыми ограничена зона, в пределы которой входит большая часть исходных показателей, на основании которых можно судить об изменении удельного количества образующейся пыли: с увеличением удельного расхода ВВ интенсивность пылевыделения резко возрастает (в 4 раза при изменении расхода ВВ с 0,5 до 1 кг/м³).

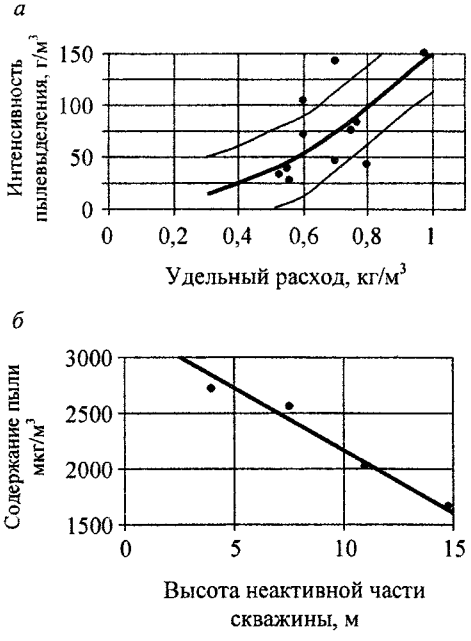


Рис.1. Зависимость интенсивности пылевыделения от удельного расхода ВВ (*а*) и высоты реактивной части скважины (*б*)

Выделение пыли в атмосферу сокращается с увеличением глубины неактивной верхней части скважин при постоянном удельном расходе ВВ, так как слабое разрушение ее устья в начале взрыва задерживает истечение газов, уменьшая тем самым интенсивность пылевыделения (рис.1, *б*). Кроме того, снижение выделения пыли в 1,5-2,5 раза наблюдается при взрывании обводненных скважин (уровень воды 0,5-13,5 м).

Процесс рассеивания пылегазового облака начинается сразу же после взрыва и происходит в течение 5-20 мин и более. Перемещение облака осуществляется по вертикали и горизонтали под действием сил турбулентной диффузии. Рассеивание вредных примесей зависит от их концентрации, начальных параметров пылегазового облака и метеорологического состояния атмосферы.

Анализ результатов отбора проб пыли, выпавшей из пылегазового облака и осевшей после взрыва в карьере, показал, что степень оседания пыли крупностью менее 1,4 мкм увеличивается по мере ее удаления от места взрыва (рис.2). Дисперсный состав получен расчетным методом.

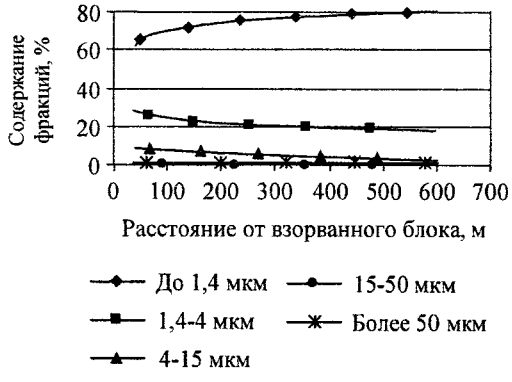


Рис.2. Содержание фракций пыли в зависимости от расстояния и крупности

Общее количество осевшей пыли в карьере $Q_п$ (до 300 м от блока) составляет

$$Q_п = Q_{п.р} + Q_{п.н},$$

где $Q_{п.р}$ – количество пыли, осевшей из ПГО по пути его рассеивания, г; $Q_{п.н}$ – количество пыли с наветренной строны ПГО, г,

$$Q_{\text{п.р}} = \sum_{i=1}^{n} S_i N_{\text{ср}.i};\quad Q_{\text{п.н}} = \frac{\pi B_0 c_{\text{б}}}{8} N'_{\text{ср.}},$$

n – число i-х участков, удаленных от взорванного блока, на которых определяется количество осевшей пыли; S_i – площадь участка оседания пыли, м^2; $N_{\text{ср}.i}$ – среднее количество пыли, выпавшей на 1 м^2 полосы оседания, г/м^2; B_0 – ширина полосы оседания пыли в районе взорванного блока, м; $c_{\text{б}}$ – ширина взрываемого блока, м; $N'_{\text{ср.}}$ – среднее количество пыли, выпавшей на поверхности взорванного блока, г/м^2, $N'_{\text{ср.}} = 0{,}6N_{\text{ср}.i}$.

Ширина полосы оседания пыли в районе блока и на расстоянии от него соответственно:

$$B_0 = k_{\text{б}}(c_{\text{б}} \cos a_{\text{б}} + b_{\text{б}} \sin a_{\text{б}});$$

$$B = k_{\text{б}}(1{,}05\ 10^{-3} L^{1{,}22} + 1)(c_{\text{б}} \cos a_{\text{б}} + b_{\text{б}} \sin a_{\text{б}}),$$

где $k_{\text{б}}$ – коэффициент расширения полосы оседания в районе взорванного блока, для $b_{\text{б}} < 100$ м, $k_{\text{б}} = 1{,}25$; $b_{\text{б}} = 100$-200 м, $k_{\text{б}} = 1{,}2$; $b_{\text{б}} > 200$ м, $k_{\text{б}} = 1{,}15$; L – расстояние от взорванного блока, м; $b_{\text{б}}$ – длина взрываемого блока, м; $a_{\text{б}}$ – угол между направлением ветра и простиранием блока.

При скорости движения воздушных потоков в карьере 1-4 м/с среднее количество осевшей пыли (микрограмм на кубический метр):

$$N_{\text{ср}} = \left(0{,}43A^2 - 48A + 3440\right)\exp\left[-\left(0{,}053A^{-0{,}216}L\right)\right]k_0,$$

где k_0 – коэффициент, учитывающий изменение среднего количества осевшей пыли в зависимости от направления ветра,

$$k_0 = b_{\text{б}}/(b_{\text{б}} \sin a_{\text{б}} + c_{\text{б}} \cos a_{\text{б}}).$$

Изменение количества осевшей пыли на 1 м^2 площади в зависимости от количества взрываемого ВВ (от 10 до 200 т) и расстояния от взорванного блока показано на рис.3. Кривые построены при скорости воздушных потоков 1-4 м/с.

Проведенные исследования показали, что наиболее интенсивное выпадение пыли



Рис.3. Изменение среднего количества осевшей пыли в зависимости от расстояния от взорванного блока при взрывании различных количеств ВВ
1 – 100-200 т; 2 – 50-100 т (по данным ВНИИБТГ); 3 – 10-50 т – для карьеров ООО «ПГ Фосфорит» (по результатам исследований СПГГИ (ТУ))

из ПГО происходит в ближней зоне, т.е. на расстоянии 120-600 м от взрываемого блока.

Было установлено также, что максимальное количество пыли выпадает из центральной части движущегося облака (рис.4). С удалением от взорванного блока кривая распределения пыли несколько сглаживается.

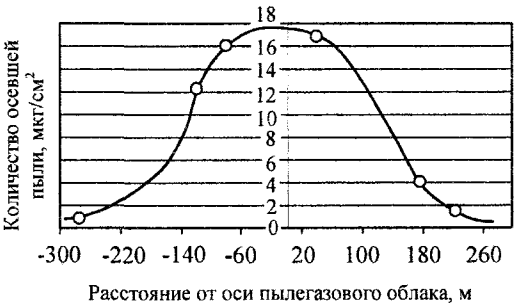


Рис.4. Изменение количества пыли по ширине ПГО на расстоянии 200 м от блока

Концентрация пыли в центральной части пылегазового облака через 3-4 мин после взрыва на расстоянии 500 м от взорванного блока достигает в среднем 200-350 мкг/м^3, а по его краям 10-30 мкг/м^3 в зависимости от количества взрываемого ВВ, скорости ветра, обводненности массива и ряда других факторов.

На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Пылеобразование при взрыве горной массы происходит под воздействием следующих факторов:

• за счет истечения ПД и переизмельченной породы из устья скважины;

• при соударении и дроблении кусков породы, имеющих разную скорость и угол движения;

• при появлении пыли на поверхности взрывного блока за счет движения в атмосфере УВВ.

2. Для снижения выброса пыли при взрывных работах можно применять специальные конструкции заряда, например, слоевую (с активной забойкой), что позволит увеличить «неактивную часть скважины» и тем самым снизить выброс пыли в ближней зоне в 2 раза.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Г.П.Парамонов*