

## ГЕОЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

УДК 622.727.1.3

### ИНТЕНСИВНОСТЬ ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ БУРЕНИИ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН В КАРЬЕРАХ СТАНКОМ СБШ-250 МН

*А. Е. Лапшин, докт. техн. наук (Криворожский технический университет)*

*Наведені результати експериментальних досліджень і розрахунків для визначення інтенсивності пиловиділення та максимальної приземної концентрації пилу при роботі бурових станків СБШ-250 МН.*

*Results of experimental researches and calculations for definition of particulate emission intensity and the maximal ground dust concentration at work of drill-rings СБШ-250 МН are presented.*

Основными экологическими показателями бурового станка СБШ-250 МН являются интенсивность пылевыведения и максимальная приземная концентрация пыли, выбрасываемой в атмосферу.

С целью получения исходных данных для определения фактической величины интенсивности пылевыведения и приземной концентрации пыли в атмосфере в горнотехнических и климатических условиях Кривбасса проведены испытания на горизонтах +40, +30, +15 и –15 м карьера ЮГОКа. Бурение скважин проводилось по сланцам, неокисленным и окисленным кварцитам с коэффициентом крепости 16...20 по шкале проф. М. М. Протодыконова. Горизонты карьера от +40 до –15 м дренированы, бурение скважин производилось по сухим породам. Испытания проводились в летний период при отсутствии осадков.

Интенсивность пылевыведения при работе станка СБШ-250 МН определялась по методике В. С. Никитина. Буровой станок рассматривался как точечный источник пыли, пылевой поток которого не имеет четких границ. Согласно методике для расчета интенсивности пылевыведения точечного источника необходимо определить фактическую концентрацию пыли по факелу выброса на различных расстояниях от станка с учетом метеорологических параметров атмосферы карьера.

Для точечного источника, выделяющего пыль в чистом виде, интенсивность пылевыведения  $q$ , мг/с, определяется по формуле

$$q = \frac{1}{K} x^2 \psi_{гр}^2 n_x u, \quad (1)$$

где  $n_x$  – запыленность воздуха, замеренная по оси факела на расстоянии  $x$  от источника, мг/м<sup>3</sup>;  $u$  – скорость воздушного потока, м/с;  $x$  – расстояние между замерной точкой и станком по оси факела, м;  $K$  – коэффициент, зависящий от схемы проветривания карьера и расположения источника пыли относительно

поверхности рабочей площадки уступа;  $\psi_{гр}$  – безразмерный коэффициент, определяющий боковой угол раскрытия факела.

Значение коэффициента  $K$  для прямоточной схемы проветривания принято равным  $K = 3,02$ .

Для прямоточной схемы проветривания и летнего периода  $\psi_{гр}$  определяется по формуле

$$\psi_{гр} = 0,045u + 0,22. \quad (2)$$

Перед началом измерений при помощи дымового источника определялось направление движения пыли и ориентировочное положение продольной оси факела. Измерение скорости воздушного потока производилось крыльчатым анемометром типа АСО-3. Исследования проводились при скорости воздушного потока, не превышающей 4 м/с. По оси факела отмечались пункты для отбора пылевых проб. Запыленность воздуха в замерных точках определялась с помощью стандартного весового метода [2] с применением фильтров АФА-ВП-10 и АФА-ВП-18. В точках, расположенных в непосредственной близости от бурового станка СШ-250 МН, замеры запыленности воздуха производились с помощью аспиратора, работающего от сети переменного тока напряжением 220 В. В пунктах, расположенных на большом расстоянии от станка, где питание от сети было затруднено, пылевые пробы отбирались с помощью специальных переносных пылемеров на базе воздухоудовки ПРВ-1М с автономным питанием.

Пункты замеров пылевых проб по пути движения облака располагались на различном расстоянии от станка ( $x_1, x_2, x_3$ ). Время отбора проб на запыленность воздуха определялось путем получения достаточной навески пыли на фильтрах (не менее 1 мг) в наиболее удаленной от источника пыли замерной точке. Для определения запыленности воздуха, поступающего к станку (фона), одновременно с отбором проб в замерных пунктах по оси факела отбирались пробы с наветренной стороны станка в точке, отстоящей от станка на расстоянии не менее 10 м.

Получение сопоставимых данных о запыленности воздуха обеспечивалось одновременным отбором проб во всех пунктах. Обработка результатов измерения производилось с применением методов математической статистики.

Одновременно с отбором пылевых проб замерялась скорость воздушного потока с помощью крыльчатого анемометра АСО-3. В точках, расположенных на открытых площадках с наветренной стороны или по оси факела, измерялась температура воздуха. По полученным значениям запыленности и скорости воздуха, координатам замерных пунктов рассчитывалась интенсивность выделения пыли буровым станком СШ-250 МН. В качестве окончательной величины интенсивности пылевыведения принималось среднее значение по всем полученным данным.

Экспериментальные исследования проводились в августе–сентябре в дневные часы при температуре атмосферного воздуха от +17 до +26 °С и скорости ветра 0,8...2,6 м/с. При этом величина коэффициента  $\psi_{гр}$  изменялась в

пределах 0,247...0,36. Запыленность входящей струи составляла 0,2...2,0 мг/м<sup>3</sup>. Всего получено 64 значения интенсивности пылевыведения. Результаты измерений представлены на рис. 1.

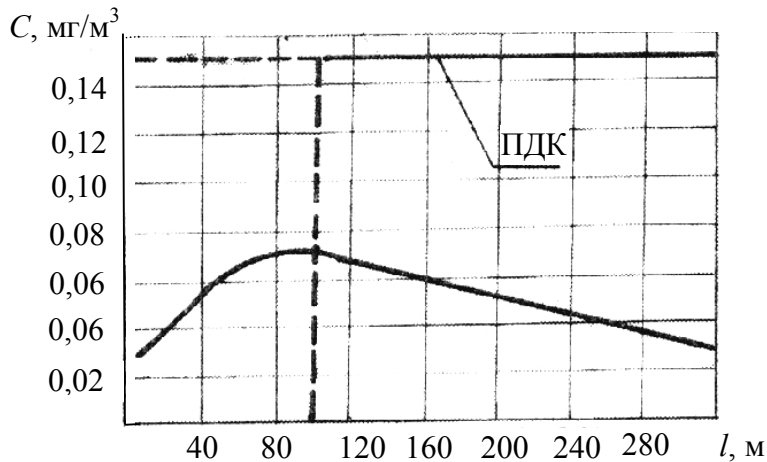


Рис. 1. Изменение концентрации пыли  $C$  на различных расстояниях от станка

Анализ результатов экспериментальных исследований показал, что интенсивность пылевыведения при работе станка СБШ-250 МН изменяется в широких пределах – от 26,6 до 6479,8 мг/с. Разброс значений имеет место, прежде всего, на разных горизонтах. Интенсивность пылевыведения при работе станка зависит от горно-геологических условий и эксплуатационных факторов, в частности от расхода воды на промывку, количества воздуха на продувку скважин.

Анализ распределения интенсивности пылевыведения показал, что оно близко к нормальному. В результате статистической обработки данных, проведенной в соответствии с [3], из полученных результатов исключено 16 значений интенсивности пылевыведения, являющихся грубыми погрешностями измерений при доверительной вероятности 0,95. По оставшимся значениям определено среднее значение интенсивности пылевыведения при работе бурового станка СБШ-250 МН, равное 544,8 мг/с при величине доверительного интервала 159,7 мг/с.

Ориентировочная оценка числа измерений, выполненная в предположении, что среднеквадратичное отклонение при уменьшении числа измерений не изменится, показывает, что минимальное число значений интенсивности пылевыведения, обеспечивающее доверительную вероятность 0,95, находится в пределах 38...40.

Исходя из полученного среднего значения интенсивности пылевыведения, по общепринятой методике [4] были выполнены расчеты приземной концентрации пыли на заданных расстояниях от источника.

Расстояние  $x_m$ , м от источника выбросов, на котором достигается максимальная приземная концентрация  $C_m$ , мг/м<sup>3</sup> при неблагоприятных метеорологических условиях, определяется по формуле

$$x_m = 5 - F/4dH, \quad (3)$$

где  $F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;  $H$  – высота источника, м;  $d$  – безразмерный коэффициент, зависящий от скорости потока воздуха на выходе из источника.

Для тонкодисперсной пыли и при отсутствии очистки  $F = 3$  [4]. Величина коэффициента  $d$  составляет 5,7. При подстановке значений величин, входящих в формулу [3], расстояние  $x_m$ , на котором достигается максимальная приземная концентрация  $C_m$ , составит 5,7 м.

Максимальная приземная концентрация  $C_m$  определяется по формуле

$$C_m = \frac{AqFn\eta}{H^{4/3}}, \quad (4)$$

где  $A$  – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (для Центральной части Украины  $A = 200$ );  $q$  – интенсивность выделения вредных веществ, г/с;  $n$  – коэффициент, учитывающий условия выхода воздушно-водяной смеси из устья источника выброса (для принятого значения скорости  $n = 1,96$ );  $\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в расчете принято  $n = 1$ , что соответствует расположению станка на поверхности);

$$K = \frac{1}{7,1\sqrt{W_0V_1}}, \quad (5)$$

где  $W_0$  – скорость выходящего потока, м/с;  $W_0 = 2,8$  м/с;  $V_1$  – расход сжатого воздуха, подаваемого в скважину, м<sup>3</sup>/с.

При среднем расходе воздуха на продувку 0,133 м<sup>3</sup>/с получаем  $K = 0,23$ .

Подставив вышеуказанные величины в формулу (4), при интенсивности пылевыведения станка СШ-250 МН  $q = 0,545$  г/с получим, что максимальная приземная концентрация пыли на расстоянии 5,7 м от станка составит 59,2 мг/м<sup>3</sup>.

Определим приземную концентрацию пыли на различных расстояниях от станка по оси факела выброса:

$$C = S_1 C_m, \quad (6)$$

где

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13\left(\frac{x}{x_m}\right)^2 + 1} \quad \text{при } 1 < x/x_m \leq 8; \quad (7)$$

$$S_1 = \frac{1}{0,1\left(\frac{x}{x_m}\right)^2 + 2,47\left(\frac{x}{x_m}\right) - 17,8} \quad \text{при } x/x_m > 8. \quad (8)$$

Результаты расчета приземной концентрации пыли на разных расстояниях от станка до расчетной точки приведены в таблице.

Приземная концентрация пыли на разных расстояниях от станка СБШ-250 МН

Расстояние $x$ , м	10	50	100	150	200	300	500
Параметр, $S$	0,807	0,086	0,0178	0,0086	0,0052	0,0026	0,00147,7
Приземная концентрация пыли $C$ , мг/м <sup>3</sup>	47,7	5,12	1,05	0,5	0,31	0,15	0,06

Как следует из таблицы, приземная концентрация пыли соответствует максимально разовой ПДК (0,5 мг/м<sup>3</sup>) на расстоянии 150 м от станка. Обратный расчет, выполненный для минимального размера санитарно-защитной зоны карьера 300 м при концентрации пыли на границе зоны 0,5 мг/м<sup>3</sup>, дает величину ПДК пыли от станка 1,77 г/с, что в 3,2 раза больше фактической интенсивности пылевыведения.

Для оценки предельных значений приземной концентрации рассмотрим наихудший с позиции пылевыведения вариант групповой эксплуатации четырех станков, расположенных на поверхности на расстоянии 30 м друг от друга. Согласно методике [4] близко расположенные идентичные источники пыли можно объединить в один источник при условии

$$L_m \geq 0,102l_{\min}, \quad (9)$$

где  $L_m$  – максимальное расстояние между источниками пыли, м;  $l_{\min}$  – минимальное расстояние от источников пыли до расчетной точки, м.

При расстоянии 30 м между источниками пыли расстояние от источника, для которого можно выполнить расчет приземной концентрации пыли,  $l_{\min} \geq 300$  м.

Расчет приземной концентрации пыли при объединении источников выполнен по приведенным формулам; при этом в формуле (4) интенсивность пылевыведения  $q$  необходимо умножить на число источников.

Согласно расчету приземная концентрация пыли на расстоянии 300 м от источников составляет 0,5 мг/м, на расстоянии 500 м – 0,24 мг/м<sup>3</sup>. Таким образом, для наихудшего варианта групповой эксплуатации на поверхности четырех станков приземная концентрация пыли соответствует максимально разовой ПДК на расстоянии 300 м от станков, то есть в пределах минимального размера санитарно-защитной зоны карьера.

Полученные результаты показывают, что интенсивность пылевыведения станка СБШ-250 МН ниже предельно допустимого выброса (ПДВ), за исключением не имеющего практического значения наихудшего варианта групповой установки, где она соответствует ПДВ.

Ввиду того, что интенсивность пылевыведения при работе станка СБШ-25 МН ниже ПДВ, а также учитывая значительную трудоемкость работ по определению интенсивности пылевыведения, представляется нецелесообразным включение в нормативно-техническую документацию на станок требований к ПДВ и методам контроля.

Пыль, выделяющаяся при работе станков СБШ-250 МН, не распространяется за пределы санитарно-защитных зон карьеров, и в части пылевыведения станок является экологически безопасным в области основного применения.

### Выводы

1. Интенсивность пылевыведения при работе станка СБШ-250 МН изменяется в широких пределах (от 26,6 до 6479,8 мг/с) и зависит от горно-геологических условий и эксплуатационных факторов.

2. Приземная концентрация пыли при работе станка СБШ-250 МН изменяется от 47,7 мг/м<sup>3</sup> (на расстоянии 10 м от станка) до 0,15 мг/м<sup>3</sup> (на расстоянии 300 м от станка).

3. Интенсивность пылевыведения от станка СБШ-250 МН ниже ПДВ, его воздействие на состояние атмосферы не распространяется за пределы санитарно-защитной зоны карьера.

1. *Никитин В. С.* Методика определения интенсивности пылевыведения различных источников непрерывного действия в карьерах. – Институт горного дела им. А. А. Скочинского. – М., 1964. – 26 с.

2. *Инструкция по контролю* содержания пыли на предприятиях горнорудной и нерудной промышленности. – М.: Недра, 1981. – 40 с.

3. *Рабинович С. Г.* Погрешности измерений. – Л.: Энергия, Ленинградское отд., 1978. – 262 с.

4. *Методика расчета* концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД-86. – Госкомгидромет. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 96 с.