

Ю. І. ЧЕБЕРЯЧКО, д-р техн. наук, проф., О. В. БЕДНЮК, аспірант
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
М. В. ХУДИК, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

ВПЛИВ ТУРБУЛЕНТНОЇ КОАГУЛЯЦІЇ НА КОНЦЕНТРАЦІЮ ДРІБНОДИСПЕРСНОГО ПИЛУ В ВЕНТИЛЯЦІЙНОМУ ПОТОЦІ

При роботі прохідницького комбайну у рудникову атмосферу надходить значна кількість дрібнодисперсного пилу розміром менше ніж 10 мкм. Відомо, що дана фракція має високу проникливість в організм людини, надаючи при цьому істотний шкідливий вплив на його здоров'я. Зміна концентрації дрібнодисперсного пилу по довжині виробки залежить від турбулентних характеристик вентиляційного потоку, оцінка впливу яких необхідна для визначення ефективності застосовуваних заходів і засобів зниження концентрації дрібнодисперсного пилу.

У зв'язку з цим було поставлено завдання оцінити ступінь впливу процесу турбулентної коагуляції дрібнодисперсного пилу на зміну його концентрації по довжині гірничої виробки під час роботи комбайну.

Механізм коагуляції складний. Різні фізичні процеси сприяють або перешкоджають коагуляції аерозольних частинок: броунівська коагуляція та дифузія, інерційне осадження, гравітаційна коагуляція, турбулентна коагуляція, електростатична коагуляція і т.д. Розглянемо укрупнення аерозольних частинок за рахунок турбулентної коагуляції з подальшим процесом седиментації агломерацій з вентиляційного потоку.

Константа швидкості турбулентної коагуляції залежить від розмірів часток (чим більше частки, тим швидше коагуляція); температури (з ростом температури збільшується число ефективних зіткнень, росте швидкість, тобто константа швидкості); концентрації золю (чим більше концентрація, тим швидше коагуляція).

Визначення лічильної концентрації дрібнодисперсного пилу на відстані l від джерела утворення має вигляд

$$n = \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot C_0}{\pi d^3 \rho_n \left(1 + \frac{4 k T}{3 \mu} \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot C_0 l}{\pi d^3 \rho_n v} \right)}, 1/\text{м}^3,$$

або, після нескладних перетворень

$$n = \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot C_0 \mu v}{\pi d^3 \rho_n \mu v + 8 \cdot 10^{-6} C_0 k T l}, 1/\text{м}^3.$$

За нормальних умов і з урахуванням, що $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$; $\mu = 18,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $\rho_n = 2600 \text{ кг/м}^3$

$$n = \frac{109,2 \cdot C_0 v}{0,15 \cdot 10^{12} \cdot d^3 v + 3,2 \cdot 10^{-14} \cdot C_0 l}, 1/\text{м}^3$$

Рівняння дозволяє визначати лічильну концентрацію пилу на будь-якій відстані від джерела утворення і може бути використане для оцінки впливу процесу коагуляції дрібнодисперсного пилу на його концентрацію. Розрахунки, виконані зі значеннями параметрів: $C_0 = 1000 \text{ мг/м}^3$; $v = 0,5 \text{ м/с}$; $d = 10 \text{ мкм}$; $l = 1000 \text{ м}$ свідчать про те, що концентрація дрібнодисперсної фази пилу по довжині виробки на відстані від джерела пилоутворення 1000 м, за рахунок коагуляції, зменшиться на 0,044%, що в свою чергу, вказує на незначний вплив розглянутого процесу турбулентної коагуляції на концентрацію дрібнодисперсного пилу в вентиляційному потоці.

Таким чином, результати аналітичних досліджень свідчать про те, що майже весь дрібнодисперсний пил розміром 10 мкм і менше виноситься вентиляційним потоком із тупикової виробки і далі, розповсюджуючись по всій шахтній вентиляційній мережі, виводиться на поверхню, впливаючи тим самим як на якість рудникової атмосфери, так і на екологічний стан поверхні. У зв'язку з вищевказаним виникає потреба в розробці засобів та заходів зниження кількості дрібнодисперсної фази пилу під час виконання прохідницьких робіт, з їх використанням безпосередньо у привибійному просторі тупикової виробки, з метою уникнення потрапляння фракції пилу з високою проникливістю для організму людини в рудникову атмосферу.