

П.Ю. Шелехов, О.А. Троценко, Н.В. Сергеева
ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗАВАРИЙНОСТИ
ПНЕВМОЗАРЯЖАНИЯ СКВАЖИН
ГРАНУЛИРОВАННЫМИ ВЗРЫВЧАТЫМИ
ВЕЩЕСТВАМИ (ВВ) ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ

Известно, что пневматическому транспортированию рассыпных ВВ и пневматическому заряданию скважин сопутствуют процессы электризации транспортируемого материала и различных элементов пневмотранспортирующих систем. Параметры электростатических полей при пневмотранспортировании гранулированных ВВ могут достигать значений, достаточных для возникновения искрового разряда внутри транспортирующей магистрали, что в свою очередь, может вызвать взрыв аэровоздушной смеси ВВ.

На основании теоретических и экспериментальных исследований авторами установлена относительная вероятность возникновения искрового пробоя $P_{отн}$ в пневмомагистрали, определяемая формулой [1]

$$P_{отн} = 1 - \frac{\pi r^2 E_0^2 \varepsilon_a^2}{2q^2 C l \left(1 - \frac{a}{\sqrt{a^2 + r^2}}\right)^2}$$

где r – внутренний радиус пневмотранспортирующей магистрали, м; E_0 – напряжённость электрического пробоя воздуха при нормальных условиях (электрическая прочность среды); ε_a – абсолютная диэлектрическая проницаемость транспортируемого

ВВ; q – величина электрического заряда, К; C – число электрически заряженных частиц в 1 м^3 потока; l – длина области ВВ, имеющей равный удельный объёмный электрический заряд, м.

Анализ этого выражения позволяет сделать вывод, что основными величинами, влияющими на относительную частоту наступления искрового разряда в пневмомагистрали, являются величина электрического заряда q , концентрация частиц в аэровзвеси C и величина электрической прочности E_0 . Изменение геометрических характеристик пневмомагистрали и заряженной области не сказывается существенно на величине $P_{отн}$. Результаты определения относительной вероятности искрового пробоя $P_{отн}$ при

$$E_0 = 3,6 \cdot 10^6 \text{ В/м}; r = 0,024 \text{ м}; \\ \varepsilon_0 = 0,196 \cdot 10^{-9} \text{ Ф/м}; l = 3,4 \text{ м};$$

в функции электрического заряда частицы и концентрации частиц в аэровзвеси приведены на рис. 1.

Из приведенного анализа следует, что основными мероприятиями по снижению вероятности электрического разряда в пневмомагистрали должны быть следующие:

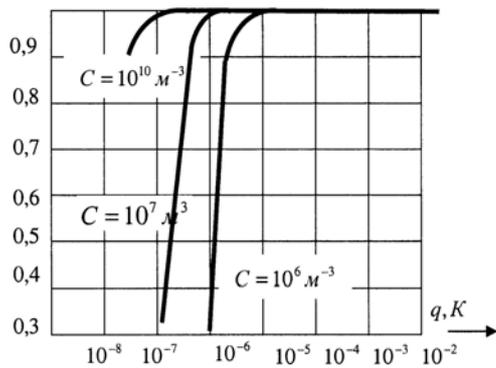


Рис. 1. График зависимости относительной вероятности искрового пробоя в пневмомагистрали от величины электрического заряда частицы

1. Снижение интенсивности электризации при пневмотранспортировании ВВ.

2. Подавление пылевыведения в транспортирующей пневмомагистрали.

Очевидно, что увеличение заряда частицы при фиксированном значении концентрации или увеличение концентрации частиц, наэлектризованных до определенной величины заряда, ведет к искровому пробоя в магистрали [2]. Так как в выражении при

$$\lim_{\substack{q \rightarrow \infty \\ c \rightarrow \infty}} \frac{\pi r^2 E^2 \varepsilon_a^2}{2q^2 Cl \left(1 - \frac{a}{\sqrt{a^2 + r^2}}\right)^2} = 0,$$

$$\lim_{\substack{q \rightarrow \infty \\ C \rightarrow \infty}} P_{\text{отн}} = 1,$$

то при условии равномерного распределения частиц в пневмомагистрали, это означает наступление электрического пробоя с вероятностью $P=1$. Условия наиболее безопасного транспортирования имеют вид

$$\pi r^2 E_0^2 \varepsilon_a^2 = 2q^2 Cl \left(1 - \frac{a}{\sqrt{a^2 + r^2}}\right)^2.$$

При $a \rightarrow 0$, имеем $\pi r^2 E_0^2 \varepsilon_a^2 = 2q^2 Cl$

Величина электрического заряда в этом случае не должна превышать значения

$$q = \sqrt{\frac{\pi r^2 E_0^2 \varepsilon_a^2}{2Cl}}$$

$C \cdot 10^{-5}$ 100 80 60 40 2 20 1,5 2 3,0 4,5
6,0 7,5 9,0 10,5 12,0

Выражение позволяет определить связь между величиной допустимого безопасного значения электрического заряда частиц и текущей концентрации частиц в потоке транспортируемой аэровзвеси. Найдем значение q_{max} в диапазоне изменения концентрации электрически заряженных час-

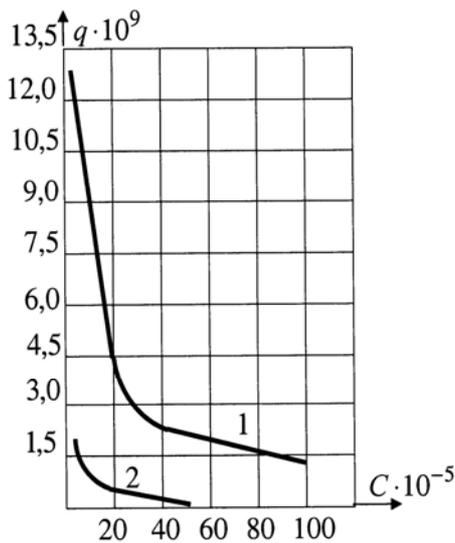


Рис. 2. Номограмма для определения безопасных соотношений величин электрического заряда частицы и концентрации частиц в аэровзвеси ВВ:

1 – при $E_0 = 3 \cdot 10^5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$; 2 – с учётом ослабления электрической прочности среды

тиц $C=10^5 - 10^7$ для граммонита 79/21Б влажностью $\chi = 1\%$

$$q = \sqrt{\frac{1471 \cdot 10^{-14}}{C}} = 38,3 \cdot 10^{-7} \cdot \sqrt{\frac{1}{C}}$$

Графики зависимости $q=f(C)$ приведены на рис. 2

Кривые рис. 2 имеют прикладное значение для определения безопасности пневмозаряжения гранулированных ВВ. Замерив значения величины электрического заряда частицы и

концентрацию мелкодисперсных частиц в аэровзвеси ВВ, можно найти на координатной плоскости $q - C$ точку, $13,5 q \cdot 10^9$ определяемую этими значениями.

Положение точки относительно кривой определяет возможность возникновения искрового пробоя в пневмотранспортирующей магистрали. При этом если точка находится левее кривой, то искровой разряд невозможен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емекеев В.И., Данилиди Г.И., Пеконици В.Г. Определение минимальной энергии воспламенения аэровзвесей некоторых гранулированных ВВ и их компонентов // М.: «Цветная металлургия», №13, 1975.

2. Шелехов П.Ю. Научно-методические основы создания безаварийной технологии пневмозаряжения скважин россыпными взрывчатыми веществами при добыче руд: Автореф. дис. докт. техн. наук. Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2006. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Шелехов П. Ю., Троценко О. А., Сергеева Н.В. – Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет).

Рецензент д-р техн. наук, проф. Ю.С. Петров, Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет).

