

УДК 614.841.345

П.Ю. Шелехов, Э.А. Ачеева, М.С. Баликоева

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗРЫВООПАСНЫХ УСЛОВИЙ
ЭЛЕКТРИЗАЦИИ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОМ
ЗАРЯЖАНИИ ВЗРЫВНЫХ ПОЛОСТЕЙ
РОССЫПНЫМИ ВЗРЫВЧАТЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ**

Проведены результаты исследований по повышению эффективности и безаварийности технологии добычи полезных ископаемых при пневмозаряжении скважин россыпными взрывчатыми веществами; разработаны средства и эффективный метод оптимизации технологии пневмозаряжения скважин в конкретных условиях рудников, обеспечивающих выбор высокопроизводительных режимов доставки ВВ.

Ключевые слова: взрывоопасные условия, электризация, пневмотранспорт, заряд, механическое воздействие.

В настоящее время 60% горной массы на предприятиях горнорудной промышленности добывается с применением взрывных работ. Качество механизированного заряжения взрывных полостей россыпными взрывчатыми веществами оказывает непосредственное влияние на технико-экономические показатели работы этих предприятий.

Пневматический способ транспортирования и заряжения обеспечивает высокую экономическую эффективность за счет увеличения производительности труда, повышения плотности заряжения шпуров и скважин и позволяет использовать дешевые ВВ, отличающиеся малой чувствительностью к механическим воздействиям.

Однако пневматическому транспортированию россыпных ВВ и пневматическому заряжению скважин сопутствуют процессы электризации транспортируемого материала и различных элементов пневмотранспортирующих систем. Параметры электростатических полей при пневмотранспортировании гранулирован-

ных ВВ могут достигать значений, достаточных для возникновения искрового разряда внутри транспортирующей магистрали, что создаёт взрывоопасные условия для применения механизированного заряжения.

Многообразие факторов, влияющих на электризацию, а также многочисленность склонных к электризации веществ, свидетельствуют о сложности в изучении этого явления. Создание новых материалов, применяемых в пневмотранспорте, использование на взрывных работах новых типов ВВ, высокопроизводительных пневмозаряжающих установок, а также специфичность климатических и горногеологических условий отдельных горных предприятий требуют проведения исследований статического электричества и своих эффективных для этих условий средств защиты

Для этих целей были спроектированы изготовлены и использованы ряд экспериментальных установок.

В результате проведенных исследований получены соответствующие зависимости, учитывающие влияние техно-

Зависимости электризации от технологических параметров пневмозаряжения

При транспортировании аммиачной селитры АС по полиэтиленовому (1) и резиновому (2) шлангам при $\psi = 40\% - 90\%$ через каждые 10%	$1. U = -11,784 + 0,886\psi - 0,009\psi^2$ $2. U = -7,247 + \frac{586}{\psi}$
При транспортировании АС (3), гранулита АС-8 (4), игданита (5) по полиэтиленовому шлангу; 6,7,8- при транспортировании указанных ВВ по резиновому шлангу (при $V=1, 5, 10, 15, 20, 25$ м/с).	$3. U = 0,86 + 0,775V - 0,014V^2$ $4. U = -0,74 + 0,648V - 0,012V^2$ $5. U = -0,40 + 0,208V - 0,003V^2$ $6. U = -0,06 + 0,187V - 0,0017V^2$ $7. U = -0,12 + 0,239V - 0,0017V^2$ $8. U = -0,24 + 0,313V - 0,003V^2$
При транспортировании АС (9), гранулита АС-8 (10) и игданита (11) по полиэтиленовому шлангу. Диаметр частиц изменялся в интервалах: < 0,25 мм; 0,25-0,5мм; 0,5-0,75 мм и т. д. до 2 мм	$9. U = 0,789 + \frac{1,94}{d}$ $10. U = 3,800 + 5,702 \lg d$ $11. U = 0,752 + \frac{0,85}{d}$
При транспортировании АС (12), гранулита АС-8 (13) игданита (14) по полиэтиленовому шлангу при радиусе закруглений соответственно равным ($R=0,125; 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2; 2,5; 3$ м)	$12. U = 2,758 + \frac{0,9}{R}$ $13. U = 3,894 + \frac{0,38}{R}$ $14. U = 1,230 + \frac{0,51}{R}$
При транспортировании АС по полиэтиленовому шлангу при замкнутом (15) и разомкнутом циклах (16). $l=1; 10; 20; 30; 40; 50$ м	$15. U = 2,21 + 0,157l - 0,0027l^2$ $16. U = 4,01 + 0,13l - 0,008l^2 + 0,000146l^3$

логических параметров пневмозаряжения на интенсивность электризации.

При определении влияния на электризацию основных факторов, сопровождающих пневмозаряжение, изменялся лишь один из них, другие же оставались постоянными. В качестве транспортируемого ВВ использовалась аммиачная селитра, гранулит АС-8, игданит, т. е. материалы, обладающие различными электрическими параметрами. Применение для регистрации электростатических явлений

шлейфного осциллографа дало возможность зафиксировать во времени на осциллограмме изменение потенциала электризации в зависимости от скорости и плотности потока в шланге, позволяя параллельно вести визуальное непрерывное наблюдение за исследуемым процессом. На основе проведенных экспериментов получены корреляционные зависимости изменения потенциала электризации U от относительной влажности воздуха ψ , скорости транспортирования V ,

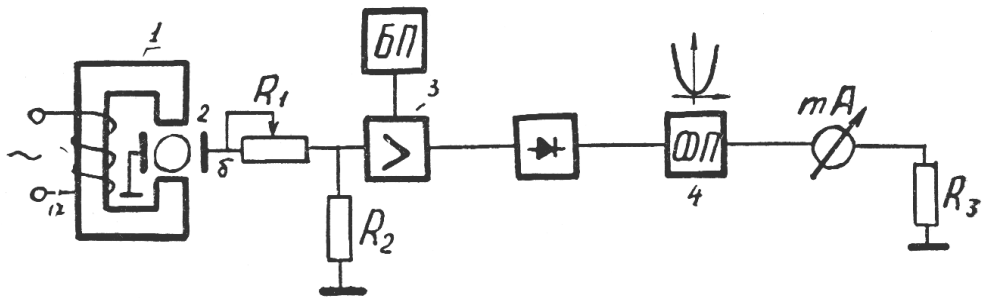


Рис. 1. Функциональная схема устройства для измерения электрического заряда ВВ в пневмомагистралах: 1 – магнитопровод, 2 – электрод, 3 – операционный усилитель постоянного тока, 4 – функциональный преобразователь

диаметра гранул транспортируемого ВВ d радиуса закругления (перегиба) шланга R и длины транспортирующей магистрали l (таблица).

Оценка уровня электризации по наведенному потенциалу дает одностороннюю характеристику параметров электростатического поля, что не позволяет получить объективную картину исследуемого явления и его опасности для пневмозаряжения. В связи с этим был разработан способ и устройство измерения электрического заряда движущихся частиц при использовании эффекта наведения тока заряженной частицей, движущейся относительно системы заземленных изолированных электродов. Математическое описание этого явления сделано Шокли и Рамо в теореме, носящей их имя. Измерение заряда сводится к измерению наведенного тока и вычислению величины электрического заряда q по формуле:

$$q = \pm \sqrt{\frac{i_n h P V}{22 R T \sin(\omega t)}}, \text{ Кл}, \quad (1)$$

где i_n – величина наведенного тока, А; h – расстояние между электродами, м; P – абсолютное давление воздуха в дозаторе, Па; $R=29,27$ – газовая постоянная при влажности воздуха 0 %; $R=29,4$ – при влажности воз-

духа 50%; T – абсолютная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$; $\sin(\omega t)$ – гармоническая функция.

Приведенная формула позволяет однозначно определить величину заряда, накопленного транспортируемой аэрозолью по величине тока, наведенного движущимся зарядом во внешней цепи электрода, значением давления в пневмомагистралах и температуры воздуха.

Функциональная схема такого устройства показана на рисунке.

Пневмомагистраль заключается в систему магнитного отклонения 1. Ток, наведенный во внешней цепи электродов 2, усиливается операционным усилителем 3. В этом же звене производится умножение наведенного тока на величину $\frac{hVP}{22RT}$. Извлечение квадратного корня осуществляется функциональным преобразователем 4.

Важнейшим преимуществом предлагаемого устройства является непосредственность измерения электрического заряда частиц в поток ВВ – главного параметра по влиянию на электростатическую безопасность пневмозаряжения ВВ. Величина электрического заряда является вместе с тем самой предста-

вительной характеристикой электростатического поля, так как значении его оценивает одновременно величину электрической емкости системы, накопившей заряд, и значение потенциала поля.

Описанный способ и устройство для измерения заряда транспортируемой взрывчатки зарегистрированы Государственным комитетом по делам изобретений и открытий. Устройство было использовано в качестве инструмента исследований электризуемости всех типов штатных гранулированных ВВ при механизированном зарядании. С помощью этого прибора выявлена картина влияния технологических параметров транспортирования на ин-

тенсивность электризации ВВ при механизированном зарядании.

На основании проведенных исследований подтверждена возможность повышения эффективности и безаварийности технологии добычи полезных ископаемых при пневмозарядании скважин россыпными взрывчатыми веществами; разработаны средства и эффективный метод оптимизации технологии пневмозарядания скважин в конкретных условиях рудников, обеспечивающих выбор высокопроизводительных режимов доставки ВВ и зарядания скважин и исключаящих возможность возникновения не санкционированных взрывов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шелехов П.Ю., Ачеева Э.А. Механизированное зарядание взрывных полостей гранулированными взрывчатыми веществами в горных условиях Северного Кавказа. Международный научный журнал. Устойчивое развитие горных территорий, №3(9), Ростов, 2011.

2. Сергеев В.В., Шелехов П.Ю. Анализ вероятных областей электризации потока

при пневмозарядании шпуров и скважин непатронированными взрывчатыми веществами. Изв. ВУЗ СК, технические науки. Приложение 5. Ростов, 2006.

3. Шелехов П.Ю. Аналитическая оценка возникновения электрического разряда в пневмопроводе. Изв. ВУЗ СК, технические науки. Приложение 5. Ростов, 2006. **ИДБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Шелехов Павел Юрьевич – доктор технических наук, профессор, академик АГН, заслуженный работник народного образования РСО-Алания.

Ачеева Элина Асланбековна – старший преподаватель кафедры физики СКГМИ (ГТУ), e-mail: elina.acheeva@mail.

Баликоева Маргарита Сергеевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Детали машин» СКГМИ(ГТУ).

