

Ю.В.ШУВАЛОВ

*профессор кафедры безопасности производств
и разрушения горных пород*

Н.А.ГАСПАРЬЯН

*аспирант кафедры безопасности производств
и разрушения горных пород*

СНИЖЕНИЕ ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЯ НА КАРЬЕРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ВЛАГИ

Одним из основных источников опасного загрязнения воздуха территорий горно-добывающего, металлургического и обогатительного комплексов и прилегающих к ним районов являются пылящие поверхности насыпных отвалов. В результате ветровой эрозии тонкодисперсные фракции, наиболее опасные с точки зрения воздействия на органы дыхания, легко уносятся с поверхности на большие расстояния.

Предложен способ, обеспечивающий снижение пылеобразования и пылепереноса тонкодисперсных материалов, повышение биопродуктивности насыпных отвалов и быструю рекультивацию.

One of the main sources of dangerous air pollution on the territories of mining, metallurgical and concentration complexes and adjacent areas is the dust-forming surfaces of dumps. As the result of wind erosion fine fractions, which mostly affect the respiratory system, can be easily removed from the surface to large distances.

The article suggests a method providing a decrease in dusting and dust transfer of fine materials, an increase in biological productivity of dumps and their rapid recultivation.

Открытые горные работы занимают ведущее место (более 70 %) в добыче полезных ископаемых. Существенный недостаток этих работ – значительные нарушения и загрязнение природной среды выбросами пыли. Источниками пылеобразования, как при ведении работ, так и после прекращения деятельности карьера, являются отвалы, пляжные зоны хвостохранилищ и эрозионные зоны. Загрязнение отходами горного производства, представленными дисперсными и тонкодисперсными материалами (в основном 1,6-0,071 мм) происходит за счет эолового расщепления складированного материала и попадания его в воздух, почву и т.д.

Несмотря на значительные масштабы проведенных исследований и предложенные конструктивные решения, практические результаты достаточно скромны. В связи с этим поиск рациональных средств и способов снижения пылевых выбросов в атмо-

сферу по-прежнему актуален, особенно для карьеров [3, 6, 7].

Новым способом комплексного воздействия на источники пылевыделения и отложения рыхлых техногенных массивов является круглогодичная система пылеподавления и биопродуктивной рекультивации, основанная на связывании диспергированными водными растворами аэрозолей и аэрогелей, образующихся в процессе добычи и транспортирования (перемещения) горных пород или полезного ископаемого. При этом для повышения эффективности процесса в условиях положительных и отрицательных температур атмосферного воздуха могут быть использованы фазовые переходы воды (пар → жидкость → твердое вещество), т.е. конденсация и снегообразование. Для повышения продуктивности, образующихся в процессе перемещения горной массы техногенных массивов, и их защиты от ветровой эрозии рекомендованы биопродуктивные

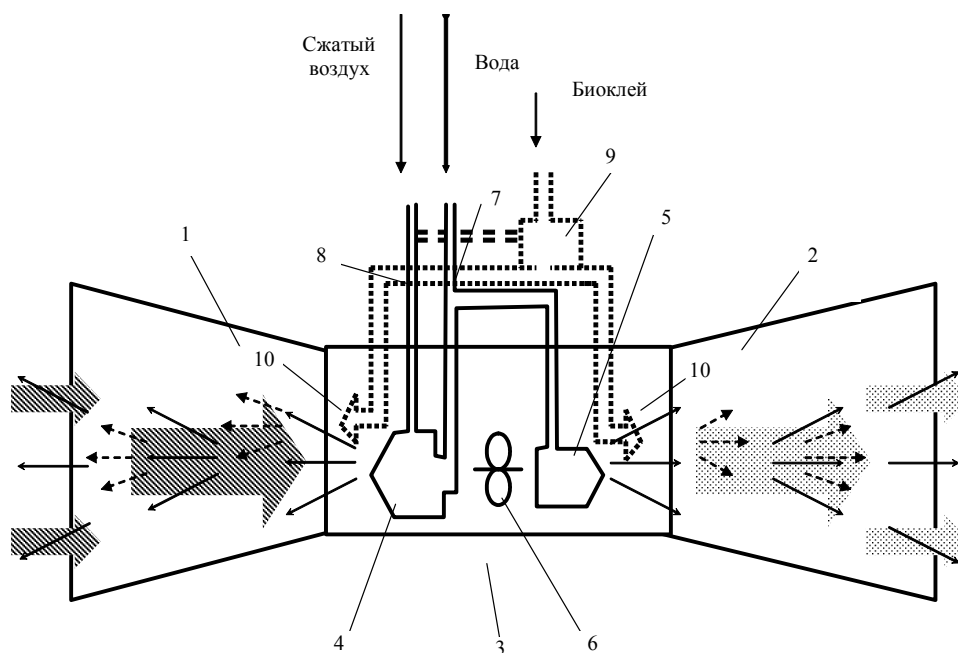


Рис.1. Установка для связывания пыли (в летний и зимний периоды года)

1, 2 – конусообразные раструбы; 3 – цилиндрический кожух; 4 – пневмогидравлическая форсунка; 5 – пневмогидравлическая форсунка-туманообразователь; 6 – вентилятор; 7 – канал для подачи воды; 8 – канал для сжатого воздуха; 9 – емкость для хранения биоклеящего раствора; 10 – форсунки для биоклея

добавки к воде, например, сапрпель, обла- дающий клеящими и биопродуктивными свойствами [6].

Нанесение водных растворов осуществ- ляли с помощью установки, работающей в зимний период как снегообразующая, а в летний – как туманообразующая.

Установка (рис.1) включает в себя вса- сывающий вентилятор, обеспечивающий в диффузоре встречное движение потока хо- лодного воздуха в зимний период года на- встречу водовоздушному аэрозолю, выбра- сываемому пневмогидравлической форсу- нкой с подмешиваемой к нему струей био- продуктивного раствора, выбрасываемой гидравлической форсункой. Этим вентиля- тором нагретая до околонулевых темпера- тур исходящая струя воздуха выносит дис- пергируемый форсункой биопродуктивный раствор через конфузор. Диффузор и конфу- зор с форсунками имеют гибкую связь с вентиляторным каналом, что обеспечивает направленное движение струй водного рас- твора на один или два обрабатываемых объ- екта (источника пыли). Вентилятор может

быть заменен парогенератором с двухсто- ронним выпуском пара и его струйной эжекцией через диффузор и конфузор (пневмогидравлическая форсунка-снегоге- нератор отключена), что обеспечивает конденсационное пылеподавление в теп- лый и холодный период года с сокращен- ным расходом воды, необходимой для клеящего биопродуктивного раствора и парообразования.

Условия применения конденсационного или снегогенирующего модулей с био- продуктивным раствором или без него оп- ределяются конкретной климатической си- туацией, технологическим процессом про- изводства и требованиями безопасности. Конструкции парогенераторов для взрыво- опасных рабочих мест и невзрывоопасных были разработаны Ю.В.Шуваловым и М.М.Сметаниным, а их испытания проведе- ны в условиях шахт «Ленинградская» ООО «Ленинградсланец», «Воркутинская» ООО «Воркутауголь» и соляных шахт ОАО «Бе- ларуськалий» [4, 6, 7].

В основе метода лежит подача в воздушный поток струи пара при атмосферном давлении. Пар, поступая в область сравнительно низких температур, постепенно конденсируется, образуя капельки воды, которые, соединяясь с частицами пыли, обеспечивают их осаждение. Динамика паровой струи и ее характеристики (угол раскрытия, дальность, расход пара) определяются конструктивными параметрами парогенератора и могут варьировать в широких пределах. Рационально применение таких устройств в шахтных условиях и закрытых вентилируемых объектах с стабильными по направлению воздушными потоками.

Процесс парообразования требует больших затрат энергии (около 2500 кДж/кг), хотя его плотность весьма невелика (0,8 кг/м³), а эффективность пылеподавления значительно выше, чем у воды и снега (плотность снега 300-400 кг/м³). При этом легкость пара служит препятствием для направленного воздействия на обрабатываемую поверхность или объем, так как требует близкого расположения к нему паропровода для предотвращения ветрового уноса. Аналогичный недостаток имеют современные отечественные (фирма «Росинжиниринг», Санкт-Петербург) и зарубежные снегогенераторы (фирмы «Рольбах и Джемани», Ав-

стрия; «Кашияма», Япония). В снегогенераторах используется принцип замерзания тонкодисперсных капель (тумана) в потоке холодного воздуха, что требует значительной высоты подъема подающей мачты (от 3 до 10 м) или разноса капель потоком ветра (до 40 м). В результате их относительно низкие расходы электроэнергии на единицу массы образуемого снега (0,001 кВт·ч/кг) и сжатого воздуха (0,02-0,002 м³/кг) не столь эффективны и требуют высоконапорных насосов (2-3 МПа) для преодоления сопротивления форсунок, обеспечивающих при малых диаметрах выходного отверстия (1-6 мм) значительный расход воды (0,6-4,5 м³/ч).

Применение высоконапорных насосов в условиях горных предприятий нерационально так же, как и гидроаэропультов с дальноструйным (30-350 м) выбросом диспергированной в форсунках воды, переносимой воздушным потоком, создаваемым вентиляторами-оросителями НК-12-КВ-1М на базе турбовинтовых двигателей с расходом энергии 22000 кВт·ч (расход воды 600-1200 м³/ч). Удельный расход энергии 22 кВт·ч на 1 кг снега.

Для горных предприятий (карьеров) более перспективно использование пневмогидравлических форсунок (рис.2), в которых диспергирование воды, образование ее аэро-

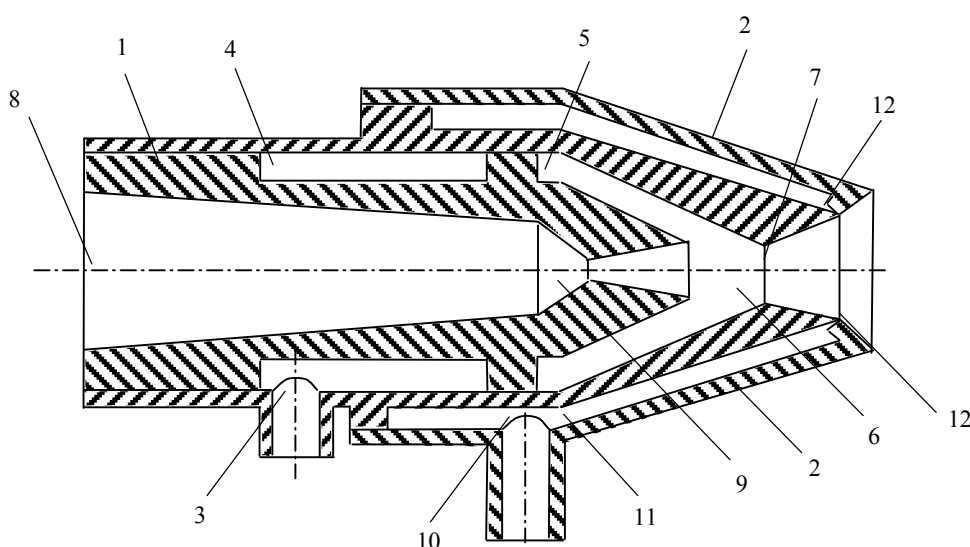


Рис.2. Схема пневмогидравлической форсунки

1 – корпус; 2 – кожух; 3 – канал для подвода воды; 4 – радиальная выточка; 5 – кольцевая щель;
6 – смешительная камера; 7 – диффузор; 8, 10 – каналы для подачи холодного и горячего воздуха;
9, 12 – сопла Лавала; 11 – кольцевая полость

золя и ядер кристаллизации происходит в камере смешивания, куда подается через сопло Лавая сжатый воздух и вода, а аэрозоль выбрасывается через второе сопло Лавая в атмосферу. Диаметр сопла в испытанных устройствах варьировал от 3 до 15 мм. При диаметре 3-5 мм расход сжатого воздуха составлял 0,5 м³/мин (давление 0,5-1,0 МПа), расход воды 0,3 м³/ч, выход снега 85-90 % с размерами кристаллов 50-250 мкм и плотностью снега 350 кг/м³. Удельный расход электроэнергии при работе системы 0,001-0,005 кВт·ч на 1 кг снега.

Испытания снегообразователя с вентилятором, пневмогидравлической форсункой и противоточным движением струй аэрозоля и холодного воздуха (температура -9 °С) в диффузоре длиной 3 м, проведенные в натурных условиях, позволили установить зависимость изменения температуры струи от температуры воды (0 и 20 °С) при работе вентилятора и без него (см. таблицу). Максимальный эффект охлаждения и стабильного снегообразования достигался при работе вентилятора и минимальной температуре воды.

Результаты испытаний снегообразователя с пневмогидравлической форсункой

Режим испытаний	Температура струи (°С) на расстоянии от вентилятора, м			
	3	2	1	0
Температура воды, °С:				
0, вентилятор работает	-8	-7	-6	-1
20, вентилятор работает	-7,8	-5	-1	-0,5
0, вентилятор выключен	-3,0	-0,5	-0,2	~0

Проведенные исследования подтвердили теоретические оценки эффективности работы системы и доказали возможность ее применения для пылеподавления и повышения биопродуктивности техногенных массивов [1, 2, 8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Авт. свид. 1132124 СССР. Устройство для получения искусственного снега / Ю.В.Шувалов, М.Т.Осодоев и др. 1984. Бюл. № 48.
2. Авт. свид. 1174693 СССР. Устройство для получения искусственного снега / Ю.В.Шувалов, М.Т.Осодоев и др. 1985. Бюл. № 31.
3. Патент 2230997 РФ. Установка для связывания пыли / Ю.В.Шувалов, А.П.Бульбашев, С.А.Ильченкова, Н.А.Гаспарьян. 2004. Бюл. № 17.

4. Патент 2039294 РФ. Шахтный парогенератор / Ю.В.Шувалов. 1995. Бюл. № 19.
5. Система вентиляции и всесезонного пылегазоподавления / М.М.Конорев, С.М.Росляков, О.Г.Странников, В.Д.Зайцев // Горный журнал. 1990. № 7.
6. Снижение пылеобразования и переноса пыли при разрушении горных пород / Ю.В.Шувалов, С.А.Ильченкова, Н.А.Гаспарьян, А.П.Бульбашев // Горный информ. бюл. / Московский горный университет. М., 2004. № 10.
7. Шувалов Ю.В. Теоретические основы конденсационного увлажнения и подавления пыли / Ю.В.Шувалов, А.В.Белозеров // Физические процессы горного производства / Санкт-Петербургский горный институт. СПб, 1992.
8. Шувалов Ю.В. Конденсационное увлажнение аэрозолей и аэрогелей угольной пыли / Ю.В.Шувалов, В.Н.Бобровников // Записки Горного института. СПб, 1994. Т.139.