

УДК 658.345:622

Ю.Д. Смирнов, А.В. Иванов

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО ПЫЛЕПОДАВЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ УСЛОВИЙ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ

Проведено обоснование нового пылеподавляющего устройства для условий северных регионов, определены основные принципы управления процессом пылеподавления снегом, представлена конструкция устройства.

Ключевые слова: горные работы, загрязнение атмосферы, пыль, управление пылеподавлением, искусственный снег, снегообразование, снегогенератор.

Семинар № 6

Будущее горно-добывающей промышленность России связано с освоением труднодоступных, сложных по географическим, природно-климатическим условиям регионов, преимущественно северных. Существенным недостатком горнодобывающих предприятий являются значительные загрязнения атмосферы вредными выбросами, например, пыли. В районе размещения горных предприятий, и особенно в районах размещения отвалов, в результате массовых выбросов пыли в окружающую среду складывается неблагоприятная экологическая обстановка.

Важным фактором является вредное воздействие пыли на организм человека. Из присутствующих в воздухе примесей только пыль обладает способностью накапливаться в организме с постепенным наложением первоначально незначительных изменений. Пыль, находящаяся в воздухе, может оказывать негативное воздействие на глаза человека, кожу и внутренние органы, попадая вместе с вдыхаемым воздухом, приводит к возникновению пневмокониозов – пылевых заболеваний легких. Наиболее сложные условия труда по пылевому

фактору создаются зимой – при отрицательных температурах воздуха [1].

Источниками пылеобразования, как при ведении работ, так и после прекращения деятельности горнодобывающего предприятия, являются различные технологические процессы, отвалы, зоны хвостохранилищ. Сложность определяется тем, что предприятия имеют различные горно-геологические условия и параметры, обрабатывают полезные ископаемые и вмещающие породы с различными физико-механическими свойствами и минералогическими составами, другими факторами [2]. Кроме этого, решение проблемы усложняется еще и тем, что при ведении горных работ образуется и выделяется тонкодисперсная пыль с различными свойствами, нейтрализация которой требует дифференцированного подхода.

На интенсивность пылеобразования, пылевыделения и запыления атмосферы существенное влияние оказывают климатические условия района, в котором находится карьер, времена года и даже время суток.

При оценке состояния запыленности атмосферы, разработке способов

и средств борьбы с пылью, выборе и внедрении обеспыливающих мероприятий необходимо учитывать применяемую технологию горных работ, технологическую операцию и конструктивные особенности используемых при этом машин, свойства разрабатываемых пород и образующейся при этом пыли, климатические и метеорологические условия района, в котором расположен карьер, времена года и другие факторы.

Пылевыми съемками на горных предприятиях, ведущих добычу открытым способом, установлено, что в зимний период года очистка загрязненного воздуха от вредных аэрозольных частиц происходит в основном за счет фильтрующего действия атмосферных осадков [3].

Физическая сущность этого процесса заключается в механическом улавливании снежинками взвешенных частиц в результате проявления сил адгезии между ними [4].

Эффективность пылеподавления снегом обусловлена тем, что снежинки действуют как фильтрующий и экранящий элемент зоны пылеподавления. Практически создается возможность изолировать очаг пылевыделения снежным заносом со всех сторон и тем самым снизить запыленность воздуха на рабочих местах.

При выборе технологии пылеподавления, основанной на применении воды как в жидком, так и в твердом агрегатном состоянии, необходимо учитывать фактор смерзаемости увлажненной горной массы. Эффективность пылеподавления будет зависеть от многих факторов – таких, как смачивающая способность и удельный расход жидкости (снега), связывание пылевых частиц между собой (коагуляция) и т.п.

Предложенная технология пылеподавления на карьерах Севера ос-

нована на использовании установок, разработанных для подавления пыли на всех производственных процессах искусственным снегом – зимой и водовоздушной смесью – летом.

Сущность технологии пылеподавления, разрабатываемой СППГИ (ТУ), заключается в осуществлении комплекса обеспыливающих мероприятий, охватывающих последовательно все производственные процессы на карьере. При этом эффективность пылеподавления будет зависеть от многих факторов – таких, как смачивающая способность и удельный расход жидкости (снега), связывание пылевых частиц между собой (коагуляция) и т.п.

Снег представляет собой одну из разновидностей твердой фазы воды и состоит из снежных кристаллов, образующихся при отрицательной температуре воздуха за счет сублимации водяного пара.

Для получения искусственного снега необходимы условия, максимально приближенные к естественным: отрицательная температура окружающей среды, насыщенность воздуха водяным паром.

Для превращения ледяного зародыша в снежинку необходим: равномерный приток водяного пара со всех сторон, необходимо нахождение зародыша во взвешенном состоянии и перемещение его среди переохлажденных капель, противоток воздуха должен быть в достаточной мере перенасыщенным и переохлажденным, т.е. более теплым и влажным.

Для получения искусственного снега в лабораторных условиях большинство исследователей пользовались туманом, образующимся при испарении воды [5].

Наиболее приемлемо для промышленного пылеподавления пневмогидравлическое распыление воды в по-

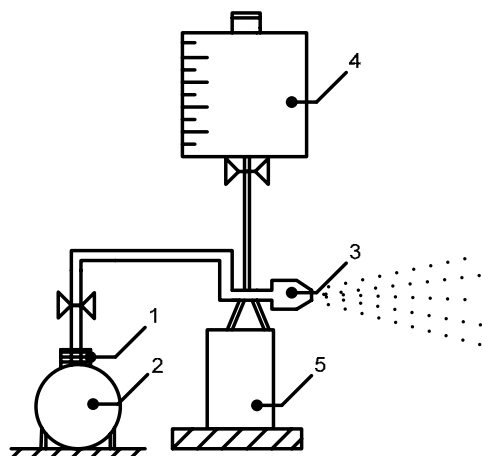


Рис. 1. Установка: 1 – компрессор, 2 – ресивер $V = 500$ л, 3 – пневмогидравлическая форсунка-снегообразователь, 4 – отградуированная емкость с водой, 5 – система крепления и управления форсункой

токе сжатого воздуха низкого давления (вентилятора, турбовоздуходувки) и замерзание капель аэрозоля за счет адиабатического расширения сжатого воздуха при температуре атмосферного воздуха ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ [6]. Этот способ требует применения воздуха низ-

кого давления. Расход сжатого воздуха для распыления воды небольшой. В промышленных условиях, если отсутствует сжатый воздух, может быть использован способ гидравлического распыления.

Основной целью испытания пылеподавляющих установок являлось определение их работоспособности и эффективности. В лабораторных условиях был проведен эксперимент по исследованию эффективности устройства для получения искусственного снега (снегогенератора) на базе пневмогидравлической форсунки.

Установка (рис. 1) включала в себя следующие элементы: компрессор (1) с ресивером (2), позволяющий создавать давление до $0,8$ МПа, соединенный трубопроводом с пневмогидравлической форсункой (3) с диаметром сопла $1,5$ мм, емкость (4) с водой, отградуированная с шагом в 1 л, также соединенная трубопроводом с пневмогидравлической форсункой, и систему крепления и управления (5) форсунки. Пневмогидравлическая фор-

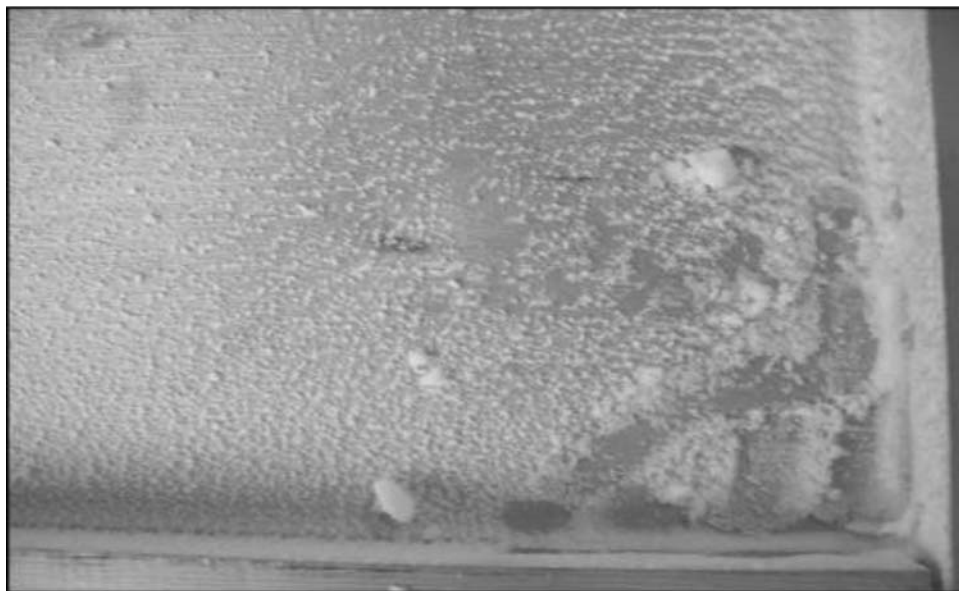


Рис. 2. Искусственный снег, полученный в результате эксперимента

сунка была вынесена на открытый воздух с отрицательной температурой (-3 °С). Расход сжатого воздуха составлял 2,8 м³/мин, расход воды 0,5 л/мин. В результате работы установки в течение 10 мин образовалось количество снега, соответствующее расходу воды (0,75 кг) со следующими характеристиками: плотность $R = 30-60 \text{ кг/м}^3$, характеристика по шкале К.Ф. Войтковского – свежий, порошкообразный. Полученный снег характеризовался высокой слипаемостью, низкодисперсной структурой (рис. 2).

Таким образом, оценивая результаты эксперимента можно сделать следующие основные выводы:

- искусственный снег, полученный в результате эксперимента, обладает оптимальными параметрами для пылеподавления, позволяя коагулировать и осажать пылевые частицы;

- формирование искусственного снега происходит при незначительных затратах воды и сжатого воздуха, что значительно удешевляет данный способ пылеподавления по сравнению с используемыми в настоящее время мокрыми методами пылеподавления, а также по сравнению с традиционными способами снегообразования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агранат Г.А. Возможности и реальности освоения Севера: глобальные уроки. – М.: ВИНТИ, 1992.
2. Карпов Г.Н., Карпова Е.Г. Состояние воздушной среды и некоторые пути снижения ее загрязненности / Тезисы научных докладов 3-й международной конференции «Экология и развитие Северо-запада России». – СПб.: МАНЭБ, 1998.
3. Шувалов Ю.В., Белозеров В.А. Теоретические основы конденсационного увлажнения и подавления пыли / Физические процессы горного производства. – СПб.: Изд-во СПГТИ (ТУ), 1992.
4. Шишкин Н.С. Облака, осадки и градовое электричество. – Л.: Гидрометеоздат, 1964.
5. Меркулов А.П. Характеристика и расчет вихревого холодильника. – М.: Холодильная техника, 1958.
6. Рациональная организация добычи полезных ископаемых в карьерах со сложными условиями труда горнорабочих / Ю.В. Шувалов, Ю.Д. Смирнов, А.П. Бульбашев, Н.А. Гаспарьян, С.В. Ковшов, А.Н. Никулин – СПб: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ). – 2009. – 464 с. **ИДБ**

Коротко об авторах

Смирнов Ю.Д. – кандидат технических наук, qwerik@list.ru
Иванов А.В. – студент, победитель программы У.М.Н.И.К. (г. Троицк Московской обл., 2009г.), andrey-racer@mail.ru
Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова (технический университет).

