УДК 622.8.807.2

С.А.ИЛЬЧЕНКОВА
Горный факультет, аспирантка кафедры экологии, аэрологии и охраны труда

СНИЖЕНИЕ ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЯ С ПЫЛЯЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

В горно-промышленных районах воздушный бассейн в основном загрязнен пылью, которая оказывает отрицательное влияние на окружающую природную среду. Одним из мощных источников пылевыделений оказываются пылящие поверхности, на которых под воздействием атмосферных условий происходят процессы пылеобразования. В этой связи поиск рациональных средств и способов снижения пылевых выбросов в атмосферу пылящими поверхностями – актуальная задача. Наиболее простым по исполнению является экономичный, эффективный, экологически чистый способ пылеподавления мощных источников – орошение витающей пыли водой с добавлением клеящих добавок.

Nowdys atnmospere in mining areas is contaminated mainly by dust. The dyst make negative influence on the nature environmental. Dysty surfaces is one of the powerfull sources the dust emission. Theretore the search of rational methods of dust emission teminishing is an actual problem. The irrigation of flying dust with water containing gluing additives is the easiest solution of the problem. This method is economical, effective and environmental – friendly.

В горно-промышленных районах воздушный бассейн в основном загрязнен пылью, которая оказывает отрицательное влияние на окружающую природную среду. Одним из мощных источников пылевыделений являются пылящие поверхности. К ним относятся откосы и площади уступов карьеров и отвалов, сухие пляжи хвостохранилищ и гидроотвалов, эрозионные зоны [3-5]. Их воздействие на окружающую среду связано с большими площадями, которые они занимают. Эти площади имеют нарушенную поверхность, на которой под воздействием атмосферных условий интенсивно происходят процессы пылеобразования.

Влияние пылящих поверхностей тесно связано с климатическими характеристиками района, определяющими степень загрязнения атмосферы пылью, дальность и направление распространения пылевых частиц в зависимости от «розы ветров». К основным факторам, определяющим интенсивность сноса пыли с пылящих поверхностей, относятся: температура, скорость, повторяемость направления движения воздуха и влагосодержание. Оценка и прогноз состояния атмосферы в районах горно-металлургических предприятий является сложной проблемой, решаемой на основе учета:

- результатов мониторинговых наблюдений;
- влияния метеопараметров и других факторов на распределение пыли в окружающей среде;
- установления эмпирических закономерностей трансформации загрязняющих веществ в атмосфере.

Оценка выбросов и переноса пылевых аэрозолей ветром была выполнена на основе известных методик [3, 4]. Относительное содержание пыли в воздухе

$$\Delta_{\text{п}} = (П/П_0)100,$$

где $П$ – фактическое содержание пыли в воздухе, мг/м^3; $П_0$ – начальное содержание пыли в месте образования, мг/м^3.

Относительная масса выпавшей пыли

$$\Delta_{\text{м}} = (M/M_0)100,$$

где M и M_0 – массы выпавшей пыли в расчетной точке и в месте образования соответственно, т/(га·год).

Расчетные значения изменения $\Delta_п$ и $\Delta_м$ в зависимости от расстояния до источника приведены на рис.1.

Изменение содержания вредных компонентов в атмосфере в зависимости от времени года можно объяснить направлением и интенсивностью процессов тепломассообмена техногенного массива с атмосферой, определяемых термодинамическими параметрами атмосферы (температура, относительная влажность, влагосодержание, скорость движения) и приконтурной части техногенного массива (температура, влагосодержание) [3]. Изменения температуры и влагосодержания атмосферы в процессе суточных колебаний ведет к появлению разности потенциалов (градиента) на границе «техногенный массив – атмосфера» и интенсификации потока теплоты или массы газа (пара) вовлеченного в этот процесс атмосферного воздуха (конвективные токи) с фазовыми переходами воды «жидкость – пар» в процессе «испарение – конденсация». Эти явления способствуют изменению интенсивности пылевыделения источников (отвалы) или пылеподавления (параконденсационное).

Исследованиями на горно-металлургических предприятиях и в лабораторных условиях [3] установлена зависимость относительной запыленности $\Delta_п = П / П_0$ воздуха от направления массообмена и относительного изменения влагосодержания воздуха Δd или темпа изменения Δd_V:

$$\Delta d_V = \Delta dV ,$$

где V – скорость движения воздуха, м/с.

Анализ полученной эмпирической кривой (рис.2) свидетельствует о наличии симметричного «переходного» периода при изменении направления массообмена в пределах градиента влагосодержания $\Delta d =$ $= +0{,}02$ г/(кг·м^3) и дальнейшем различии процесса пылевой динамики при изменениях градиента влагосодержания. В условиях интенсификации процесса испарения кривая будет стремиться к максимально возможному значению относительной запыленности воздуха. Подобный процесс можно наблюдать при сублимационных процессах (испарение льда весной) с максимальным выделением освобождающейся пыли и ее аэрации под действием воздушных потоков.

В условиях интенсификации процесса конденсации предел снижения относительной запыленности воздуха теоретически близок к нулю, практически характеризуется неким уровнем, соответствующим коагуляции влаги на пылинках (ядрах конденсации), укрупнением в капли и выпадением в виде дождя или снега с дополнительным захватом витающей пыли.

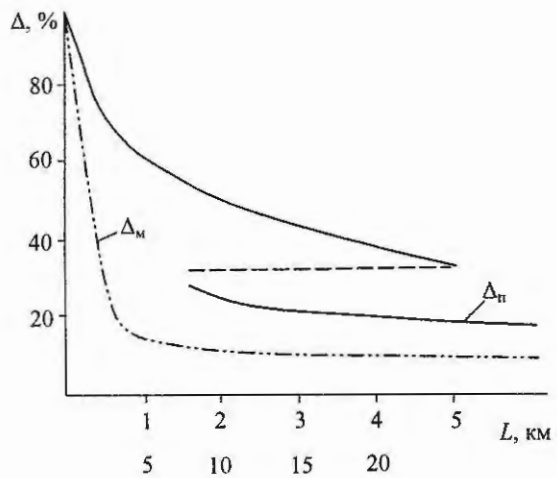


Рис.1. Изменение относительного содержания пыли в атмосфере $\Delta_п$ и выпадение на поверхность $\Delta_м$ в зависимости от расстояния до источника

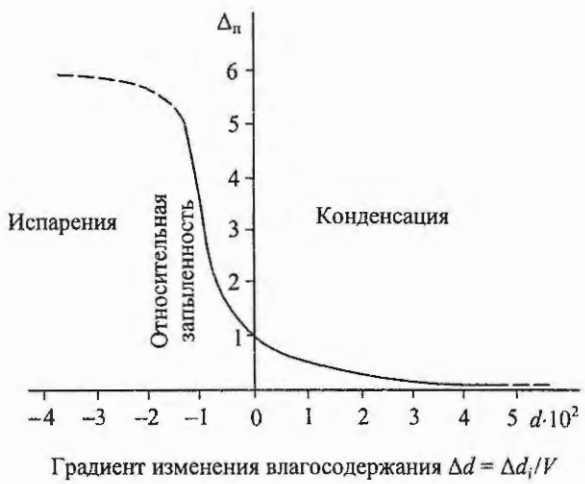


Рис.2. Зависимость относительной запыленности воздуха от градиента изменения влагосодержания

Анализ этих данных позволяет сделать вывод о том, что температура, скорость, повторяемость направления движения воздуха и влагосодержание влияют на выдувание пыли из объемов и площадей отвалов. Учет этих факторов может обеспечить минимизацию затрат на пылеподавление в определенные периоды года. Особенно сложна борьба с пылью в холодный период, когда применение наиболее эффективных мокрых способов борьбы затруднительно, и на больших площадях в летний период.

Особый интерес представляют мокрые способы управления пылевыми выбросами с использованием эффектов фазовых переходов *пар* ⇔ *жидкость* ⇔ *лед* [1, 2].

В зимнее время возможно снижение запыленности с использованием искусственного снега, образуемого с помощью снеговых генераторов [1, 2]. В основу конструирования различных снегогенераторов положены принципы фазовых переходов диспергированной воды при свободном падении в потоке воздуха, движении затопленных струй в неподвижном воздухе, противоточном, поперечном или прямоточном движении воздуха, предварительном переохлаждении капель в камере смешения с потоком расширяющегося сжатого воздуха и др.

Наиболее простым по исполнению, экономичным, эффективным, экологически чистым является способ пылеподавления мощных источников, основанный на физическом эффекте фазового перехода воды с выделением скрытой теплоты и коагуляцией твердых частиц пыли, являющихся ядрами конденсации пара и кристаллообразования снега. Устройство для диспергирования воды или подачи пара обеспечивает пылеподавление источников как в холодный (температура воздуха ниже 0 °С), так и в теплый период года [1, 2].

В летнее время пылеподавление возможно путем орошения пыли водой. Недостатком этого метода является кратковременность пылеподавления. При испарении воды вновь происходят процессы пылеобразования и переноса. Для повышения эффективности пылеподавления предложено добавление связующего (клеящего) вещества органического происхождения для коагуляции пылевых частиц в процессе увлажнения пылеобразующего материала, что обеспечивает связывание осевшей пыли, снижение ее уноса и повышение скорости роста растений, укрепляющих поверхность. Важным фактором эффективного снижения пылеобразования на пылящих поверхностях является создание связной структуры в верхнем слое покрытия, которая обеспечивает повышенные прочностные свойства. Защитный слой должен обладать достаточной прочностью, ветро-, водо- и температуроустойчивостью, долговечностью, быть биопродуктивным и экологически безопасным.

В результате длительных поисков и исследований было найдено вещество, которое обладает требуемыми свойствами, это сапропель. В отличие от дорогих, дефицитных и в основном экологически вредных традиционных связующих, сапропель широко распространен, сравнительно дешев и оказывает хорошее биологическое воздействие на почву.

Для проведения исследований создана опытная модель установки (рис.3, пунктирные линии) на базе предыдущей (сплошные линии). С целью повышения эффективности связывания пыли, снижения переноса пыли

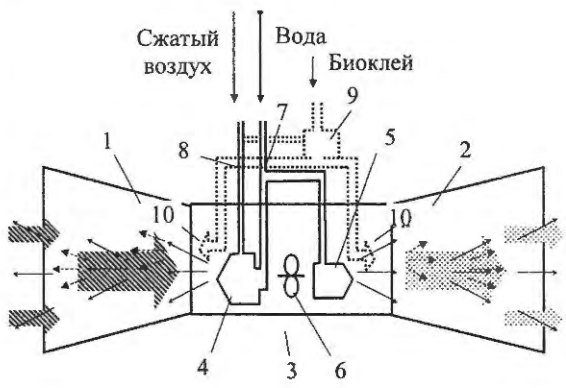


Рис.3. Установка для связывания пыли (в летний и зимний периоды года)
1, 2 – конусообразные раструбы; 3 – цилиндрический кожух; 4 – пневмогидравлическая форсунка; 5 – пневмогидравлическая форсунка – туманообразователь; 6 – вентилятор; 7 – канал для подачи воды; 8 – канал для сжатого воздуха; 9 – емкость-нагреватель для хранения биоклеящего раствора; 10 – форсунки для биоклея

с поверхности пылеотложений и ускорения рекультивации отвалов она снабжена дополнительной емкостью-нагревателем для хранения биоклеящего раствора, системой подвода его к форсункам – диспергаторам 10, установленным параллельно с пневмогидравлической и туманообразующей форсунками. Ожидаемый эффект заключается в снижении интенсивности сдувания пыли с поверхности техногенных массивов за счет увеличения крупности пылевых частиц путем связывания их в гранулы. В дальнейшем образующийся слой может быть использован на биологическом этапе рекультивации нарушенных земель в качестве удобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 1174693 СССР МКИ F 25.С.3/04. Устройство для получения искусственного снега / М.Т.Осодоев, А.И.Божедонов, Ю.В.Шувалов. № 371895/28-13. Опубл. 23.08.85. Бюл. № 31. Открытия. Изобретения. – 1985.

2. А.с. 1132124 СССР МКИ F 25.С.3/04. Устройство для получения искусственного снега / М.Т.Осодоев, А.И.Божедонов, Ю.В.Шувалов. № 3654238/28-13. Опубл. 30.12.84. Бюл. № 31. Открытия. Изобретения. – 1985.

3. *Бульбашев А.П.* Рациональные технологии освоения месторождений строительных материалов / А.П.Бульбашев, Ю.В.Шувалов. СПб, 2000.

4. Охрана окружающей среды при проектировании и эксплуатации рудников / Под ред. В.И.Мосинца. – М., 1981.

5. *Томаков П.И.* Экология и охрана природы при открытых горных работах / П.И.Томаков, В.С.Коваленко, А.Ш.Михайлов. 2-е изд. – М., 2000.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Ю.В.Шувалов*