

Промышленная группа «Гейзер»

**Установка пылеподавления способом открытого форсуночного
распыления технической воды.**

к.т.н. А.П. Шишацкий
к.т.н. П.О. Федоров
Т.К. Жанберова

г. Днепропетровск
2006

Запыленность воздуха во многих технологических процессах, связанных с разрушением горных пород, погрузочно-разгрузочных работах с сыпучими пылящими материалами, является одним из главных неблагоприятных факторов ухудшения условий труда работников и загрязнения окружающей природной среды.

В Украине на сегодня разработано ряд способов обеспыливания воздуха, основанных на применении орошения, аспирации и очистке запыленного воздуха, а также применении пены и других методов.

Однако, зачастую эти методы оказываются малоэффективными, в следствии, несоответствия технологических параметров пылеподавления, применительно к конкретному источнику пылеобразования, и ввиду невозможности согласовать оптимальную работу пылеподавляющих устройств с работой технологического оборудования, по причине высокой стоимости и т.п.

Практически, остаётся нерешённой проблема обеспыливания воздуха в условиях технологических процессов, при которых площадь источника пылевыделения и объёмы запылённого воздуха имеют большие размеры. К таким источникам относятся технологические процессы погрузки-разгрузки железнодорожных вагонов сыпучими пылящими материалами, разгрузка сыпучих материалов ленточными конвейерами в открытые склады и другие неорганизованные источники пылевыделения с большим объёмом запылённого воздуха.

Предприятием ПГ «Энергострой» разработана установка пылеподавления шлаковой пыли способом открытого форсуночного распыления технической воды. Такая установка предназначена для обеспыливания воздуха от источников пылеобразования больших габаритных размеров.

Одна из установок смонтирована и введена в эксплуатацию на шлакоотвалах ОАО «НТЗ» (г. Днепропетровск).

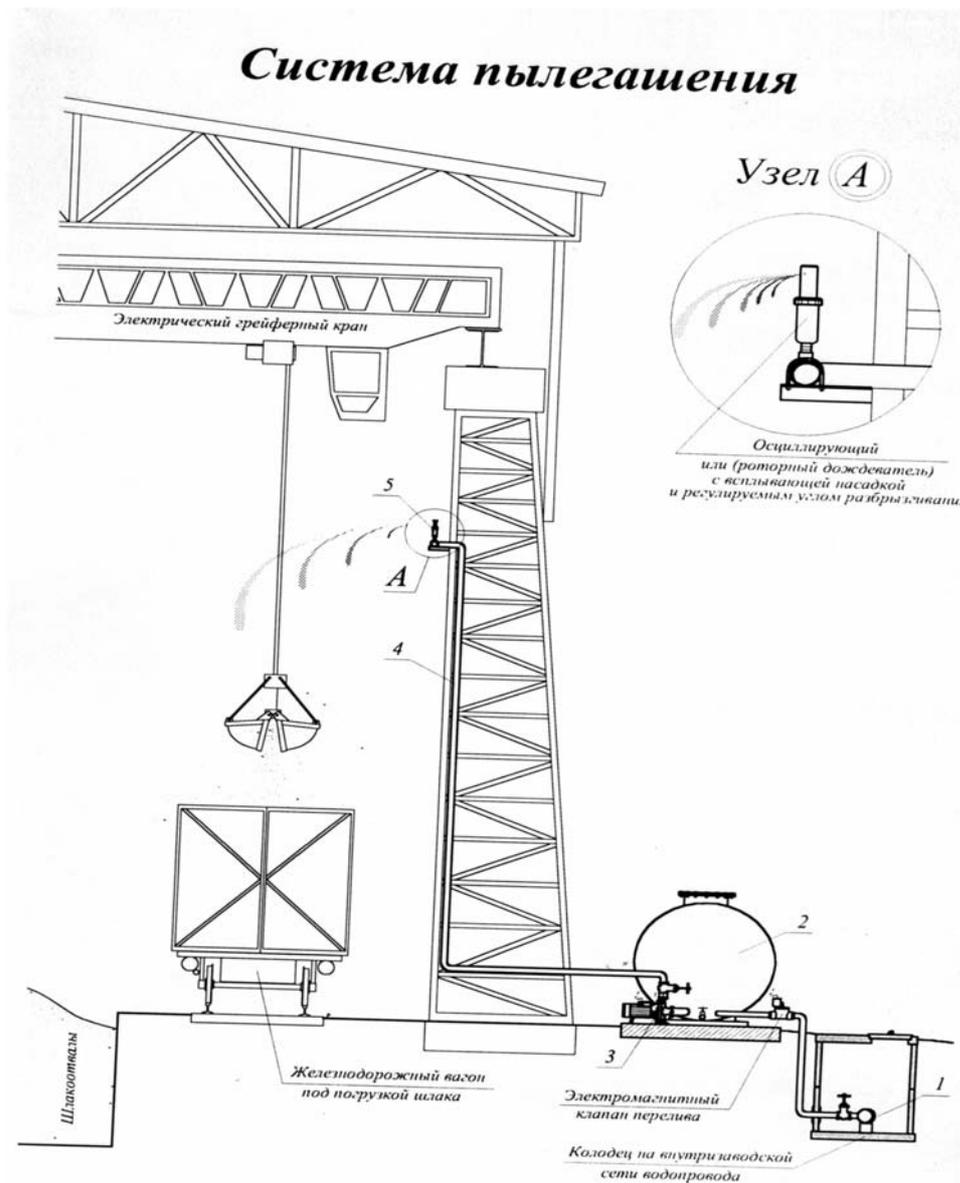


Пылеподавление -
распылением воды
над шлаковой ямой

Шлакоотвал (на фото) представляет собой открытую площадку, длиной 72 м, шириной 30 м, огороженную с двух сторон стеной, высотой 2 м. Источником пылевыделения являются процесс погрузки шлака грейферным краном в железнодорожные вагоны, а также дробление шлаков.

Установка пылеподавления (на Рисунке) включает в себя:

- ввод технической воды (1)
- регулируемую ёмкость (2) с технической водой $V=2-6 \text{ м}^3$;
- насосную установку (3);
- трубопроводы (4) подвода воды к распылителям;
- форсуночные распылители (5);
- шкаф управления.



Форсуночные распылители в действии



Параметры работы установки:

расход воды через распылитель м ³ /час;	0,5 - 14,0
входное давление воды на распылителе Мпа;	0,4-0,8
радиус распыления	≤ 27 м;
высота выброса диспергированной воды	1,2-7,0 м;
диаметр капель воды мкм;	50-500
регулируемый сектор распыления	0° – 360 °;
угол раскрытия форсунки	15° – 30°
высота установки распылителей	5-8 м

Предусматривается функционирование установки в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах. Для пылеподавления в автоматическом режиме предусмотрена установка датчиков запыленности.

При погрузке – разгрузке вагонов пылеподавление включается по команде оператора на фиксированные промежутки времени ~ 5-10 мин.

Применение подобранных мелкодисперсных распылителей в совокупности с ограниченным временем их работы не создает избыточного увлажнения на погрузочных площадках.

Заполнение регулирующей емкости технической водой управляется автоматикой.

В качестве технической воды может использоваться вода из заводской сети, поверхностного водоема или из специально оборудованной рядом небольшой скважины.

Применение установки на шлакоотвалах ОАО «НТЗ» обеспечило эффективность обеспыливания воздуха до **95 %** (среднее значение эффективности – **52%**).

Основные принципы улавливания пыли открытым форсуночным распылением

При установлении параметров пылеподавления и выборе технологического оборудования исходили из следующих предпосылок.

Улавливание, взвешенной в воздухе пыли, диспергированной жидкостью протекает под воздействием следующих механизмов:

- инерционный захват пылинок, движущихся с большой скоростью каплями воды с последующим осаждением комплекса «капелька + пылинка» на близлежащие поверхности;
- диффузионный захват пылинок в процессе осаждения капелек воды на почву через запылённый воздух;
- коагуляция отдельных увлажнённых пылинок в крупные агрегаты и быстрое осаждение их на почву;
- конденсационный захват пылинок каплями воды с последующим осаждением на почву.

Инерционный захват движущими капельками жидкости зависит от вероятности встречи пылинки и капельки и эффективности захвата пылинки при встрече с капелькой.

Вероятность встречи пылинок с капельками зависит от расхода воды через форсунку, диаметра капелек, запыленности воздуха и других параметров орошения и может быть определена по Закону Пуассона [1]:

$$P = ae^{-a} \quad (1),$$

$$\text{где: } a = \frac{3Q^3 \sqrt{(200\Pi)^2}}{\pi d_k V_0 l^2 g^2 \frac{\alpha}{2}} \quad (2),$$

где Q - расход воды через форсунку, м³/с

Π – запыленность воздуха, мг/м³

d_k – размер капелек жидкости, м

V₀ – начальная скорость полёта капель, м/с

l - расстояние от форсунки, м

α – угол раскрытия факела форсунки, град.

Из выражений (1) и (2) вытекает, что вероятность встречи с пылинками, в первую очередь, зависит от количества диспергированной воды, размера капелек, скорости полёта капелек.

Эти параметры определяются конструкцией форсунок и давлением воды на распылителе форсунки.

Эффективность инерционного захвата пылинки при её встрече с капелькой воды определяется выражением [2 - 5]:

$$E = \frac{Kstk^2}{(Kstk + A)^2}, \quad (3)$$

Kstk- критерий Стокса;

A – электрический коэффициент, зависит от плотности материала пыли и принимается от 0,25 до 0,5.

$$Kstk = \frac{p_r d_r^2 V_{отн}}{18 \mu d_k}, \quad (4)$$

p_r – плотность материала пыли, кг/м³

d_r – размер пылинок, м;

V_{отн} – относительная скорость движения капельки и пылинки, м/с;

μ = 1,84 · 10⁻⁶ кг/м с – вязкость воздуха;

d_k – размер капелек, м.

Из выражений (3) и (4) следует, что эффективность инерционного захвата зависит от относительной скорости капельки и пылинки и диаметра капелек. При этом, с уменьшением размера капелек, эффективность захвата пылинок возрастает.

Диффузионный захват пылинок определяется уровнем запылённости воздуха, количеством капелек в единице объёма и их диаметром. При этом, с увеличением размера капелек воды до 200-400 мкм, эффективность этого способа очистки воздуха от пыли, возрастает. Диффузионный захват пылинок, как правило, сопровождается коагуляцией, что способствует более быстрому их осаждению на почву.

Эффективность конденсационного улавливания пыли определяется степенью насыщения пылевоздушного потока парами воды и размерами капелек жидкости. Для эффективной реализации этого метода, необходимо поддерживать постоянное

пересыщение. В этом случае, капельки воды становятся ядрами конденсации паров воды.

При конденсации паров воды происходит направленный к капле поток воздуха, что способствует улавливанию пылинок диспергированной водой. С увеличением размера капелек до 300-500 мкм, эффективность конденсационного механизма обеспыливания возрастает. Особенно это явление проявляется в условиях высоких температур воздуха. Пылинки в условиях пересыщения также являются ядрами конденсации паров воды, что способствует увеличению их размеров, слипанию в агрегаты и быстрому осаждению.

Применение разработанной системы пылеподавления обеспечивает эффективное протекание процессов инерционного и диффузионного захвата пылинок диспергированной водой, коагуляцию пылевых частиц и воды, а также конденсационный захват пылинок.

Реализация инерционного захвата пылинок обеспечивается, во-первых, большой вероятностью встречи капелек и пылинок за счёт больших расходов воды через форсунку, размерами капелек и высокой скоростью вылета капелек из форсунок (около 40 м/с), а также, во-вторых, за счёт реализации эффекта инерционного захвата при встрече пылинок и капелек, размером 50-80 мкм, относительная скорость полёта которых остаётся большой на значительном расстоянии от форсунок.

Диффузионный захват пылинок обеспечивается за счёт большого насыщения капельками воды пылевоздушного потока и наличием капелек воды фракции 200-400 мкм.

Конденсационное пылеулавливание обеспечивается высокой степенью пересыщения влагой пылевоздушного потока и наличием капелек диспергированной воды фракций 300-500 мкм.

Высокая степень равномерности насыщения пылегазового потока диспергированной водой обеспечивает равномерное оседание комплекса: «капелька-пылинка», что исключает повторное взмётывание пылинок в условиях высоких температур поверхности.

Список литературы:

1. Шишацкий А.Г. «Исследование и разработка методов и средств борьбы с пылью. Автореферат канд. диссертационной работы», Дн-вск, 1975 г. – 22 стр.;
2. Страус В. «Промышленная очистка газов»/М., Химия, 1981 г., 616 стр.;
3. Ужов В.Н. и др. Очистка промышленных газов от пыли/М., 1981 г., 392 стр.;
4. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: в 2-х частях/ Перевод с англ.; Под ред. С.Калверга и Г.М.Инглунда. М., 1988 г., ч. 1, 760 стр.;
5. Петрухин П.М. и др. «Борьба с угольной и породной пылью»/М., Недра, 1981 г. – 271 стр.;
6. Сугак Е.В., Войнов М.А., Желткова Н.Ю. «Очистка газовых выбросов от высокодисперсных частиц в дисперсионно-кольцевом потоке»/Химия растительного сырья, 2000 г., №4, с. 85-101.