УДК 69

Гулевская А.Ю.
магистрант
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
(г. Санкт-Петербург, Россия)

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОСАЖДЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЫЛИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Аннотация: *в работе рассматривается влияние относительной влажности воздуха на поведение промышленной пыли в производственных помещениях. Показано, что изменение влажности может влиять на гигроскопический рост частиц, их склонность к агломерации, осаждению и повторному переходу во взвешенное состояние. Отмечено, что характер этого влияния определяется дисперсным и химическим составом пыли, состоянием поверхностей, скоростью воздушных потоков и режимом работы вентиляции. Рассмотрена связь влажностного режима с эффективностью обеспыливания на предприятиях с интенсивным пылеобразованием, в том числе при обращении с минеральными и рудными материалами. Сделан вывод о необходимости учитывать влажность воздуха как дополнительный фактор при проектировании и эксплуатации вентиляционных и аспирационных систем.*

Ключевые слова: *промышленная пыль, относительная влажность воздуха, вентиляция, аспирация, пылеосаждение, ресуспензия, пылеподавление, производственное помещение.*

Пылевыделение является характерным фактором для многих производственных процессов, связанных с дроблением, транспортированием, пересыпкой, сортировкой и хранением сыпучих материалов. В воздух рабочей зоны поступают частицы различного размера и состава, часть которых сравнительно быстро осаждается, а наиболее мелкие фракции могут длительное время находиться во взвешенном состоянии. На фактическую концентрацию

пыли влияют не только интенсивность источника и производительность вентиляции, но и параметры микроклимата помещения. Одним из таких параметров является относительная влажность воздуха. В нормативных требованиях к воздуху рабочей зоны влажность рассматривается как важная характеристика микроклимата наряду с температурой и скоростью движения воздуха [1]. Для запыленных производств ее значение дополнительно связано с поведением аэрозольных частиц и состоянием осевших пылевых отложений.

Влияние влажности на пыль нельзя рассматривать одинаково для всех производственных аэрозолей. Промышленная пыль различается по минералогическому и химическому составу, форме частиц, плотности, электрическим свойствам и способности поглощать влагу из воздуха. Гигроскопичные частицы при увеличении относительной влажности способны связывать молекулы воды и увеличиваться в размерах и массе. При определенных условиях это ускоряет их осаждение и способствует объединению мелких частиц в более крупные агрегаты. Для слабогигроскопичных минеральных частиц эффект может быть значительно менее выраженным, поэтому повышение влажности само по себе не является универсальным способом обеспыливания. При проектировании вентиляции необходимо учитывать конкретные свойства пыли, а не только среднюю концентрацию загрязнений в помещении [2].

Особое значение влажностный режим имеет для мелкодисперсных частиц. Крупная пыль быстрее выпадает из воздушного потока под действием силы тяжести, тогда как мелкие частицы следуют за движением воздуха и могут распространяться далеко от места образования. Исследования аэрозолей показывают, что изменение влажности способно влиять на скорость снижения концентрации частиц за счет естественного осаждения, причем степень этого влияния зависит от размера и состава аэрозоля.

Для сильнозапыленных производственных помещений важен не только процесс первичного осаждения, но и вторичное пылеобразование. Осевшая на полу, площадках обслуживания, оборудовании и строительных конструкциях

пыль может повторно подниматься в воздух при движении людей и транспорта, вибрации оборудования или воздействии вентиляционных струй. При низкой влажности поверхностный слой пыли обычно остается более сухим и рыхлым, что может облегчать отделение частиц от поверхности. Экспериментальные исследования ресуспензии подтверждают, что для ряда гидрофильных частиц снижение относительной влажности увеличивает вероятность повторного перехода во взвешенное состояние, хотя для гидрофобных материалов эта зависимость выражена значительно слабее. Следовательно, влажность следует рассматривать как один из факторов, влияющих на устойчивость пылевых отложений, но ее действие всегда связано со свойствами конкретного материала.

В производственной практике для снижения пылевыделений широко применяются способы орошения и тонкодисперсного распыления воды. Их эффективность определяется не столько общим повышением влажности воздуха, сколько непосредственным взаимодействием капель с пылевыми частицами в зоне образования пыли. Вода способствует смачиванию материала, улавливанию частиц и их осаждению. Российские исследования систем пневмогидравлического орошения показывают возможность значительного снижения запыленности при правильно организованной подаче жидкости непосредственно в технологическую зону [5]. При этом чрезмерное увлажнение материала способно нарушать технологический процесс, вызывать налипание, ухудшать транспортирование и увеличивать нагрузку на оборудование. Поэтому локальное пылеподавление следует отличать от общего увлажнения воздуха в помещении.

С точки зрения вентиляции изменение влажности может оказывать косвенное влияние. При высокой влажности и наличии холодных поверхностей возрастает вероятность конденсации влаги. Смешивание конденсата с минеральной пылью приводит к образованию плотных отложений на стенках воздуховодов, жалюзийных решетках, лопатках вентиляторов и элементах пылеулавливающего оборудования. Такие отложения способны увеличивать аэродинамическое сопротивление и нарушать расчетное распределение расходов

воздуха. Для систем аспирации это нежелательно, поскольку снижение расхода в местном отсосе непосредственно ухудшает локализацию источника пыли. Классические работы по обеспыливанию подчеркивают необходимость поддержания расчетных скоростей и предупреждения образования отложений в воздуховодах [2, 3]. Таким образом, чрезмерное повышение влажности может дать обратный эксплуатационный эффект.

Данные производственных наблюдений также указывают на связь между влажностью и концентрацией мелкодисперсной пыли. В исследовании условий строительного производства отмечалось снижение измеренной концентрации общей и мелкодисперсной пыли при увеличении влажности воздуха [4]. Такие результаты нельзя механически переносить на любой промышленный объект, поскольку они зависят от материала, скорости воздуха, расстояния от источника и особенностей технологического процесса. Тем не менее они подтверждают, что влажность является фактором, который может заметно изменять пылевую обстановку и должен учитываться при интерпретации результатов производственного контроля.

Для систем вентиляции и аспирации практический вывод заключается в необходимости совместного учета влажности, скорости воздуха и характера пылевыделения. Слишком высокие скорости приточных струй вблизи загрязненных поверхностей способны вызывать вторичное пыление даже при сравнительно благоприятной влажности. В то же время недостаточная подвижность воздуха приводит к образованию застойных зон и накоплению загрязнений. Поэтому организация воздухообмена должна обеспечивать удаление пыли от источников без нежелательного срыва осевших частиц с поверхностей. Контроль влажности в данном случае рассматривается как дополнительный инструмент, а основными мероприятиями остаются локализация источников, местные отсосы, герметизация оборудования и регулярная уборка.

Таким образом, влажность воздуха оказывает многофакторное влияние на распространение и осаждение промышленной пыли. Повышение влажности для

ряда гигроскопичных аэрозолей способствует росту и осаждению частиц и может уменьшать вторичное пыление, тогда как сухой воздух способен создавать условия для более легкого перехода осевших частиц во взвешенное состояние. Одновременно чрезмерная влажность повышает риск налипания пыли, образования отложений и конденсации влаги на элементах вентиляционных систем. Поэтому оптимизация влажностного режима должна выполняться с учетом состава и дисперсности пыли, технологических требований и схемы воздухообмена. Наиболее эффективным является комплексный подход, при котором контроль микроклимата дополняет, но не заменяет аспирацию, местную вытяжную вентиляцию, пылеподавление и своевременную очистку оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
2. Алиев Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. М.: Металлургия, 1986
3. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. М.: Стройиздат, 1981
4. Копытенкова О.И., Леванчук А.В., Турсунов З.Ш. Оценка риска для здоровья при воздействии мелкодисперсной пыли в производственных условиях // Медицина труда и промышленная экология. 2019
5. Христофоров А.А., Гончаров М.С., Соболев В.В. Система пневмогидравлического орошения // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2019

Gulevskaya A.Yu.
master's degree student
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
(St. Petersburg, Russia)

EFFECT OF AIR HUMIDITY ON INDUSTRIAL DUST DISPERSION AND DEPOSITION IN INDUSTRIAL PREMISES

Abstract: *the study examines the effect of relative air humidity on the behavior of industrial dust in industrial premises. Changes in humidity can affect hygroscopic particle growth, agglomeration, deposition, and resuspension. The nature of these effects depends on dust particle size distribution and chemical composition, surface conditions, airflow velocity, and ventilation operating conditions. The relationship between humidity conditions and dust removal efficiency is examined at facilities with intensive dust generation, including those handling mineral and ore materials. Air humidity should therefore be considered an additional factor in the design and operation of ventilation and dust extraction systems.*

Keywords: *industrial dust, relative air humidity, ventilation, dust extraction, dust deposition, resuspension, dust suppression, industrial premises.*