

щика машинной формовки — 6...10 мг/м³, а при заливке форм жидкими самоотвердевающими смесями — 8...12 мг/м³; на рабочем месте шихтовщика вагранки — 6...8 мг/м³, вагранщика — 7...9 мг/м³, заливщика форм металлом — 5...7 мг/м³; на рабочем месте выбивщика форм — 18...28 мг/м³, гидромойщика — 4...8 мг/м³, у галтовочного барабана — 12...16 мг/м³; на рабочем месте обрубщика при работе рубильным молотком и пневмонаждаком составляет 15...26 мг/м³. Указанные концентрации пыли являются средними и в отдельные промежутки времени могут достигать больших значений.

Такие концентрации кварцсодержащих пылей в воздушной среде на рабочих местах литейных цехов создают повышенную опасность заболевания силикозом. Проведенные исследования показали, что содержание двуоксида кремния в пыли стержневых участков составляет до 40...60 %, формовочных — до 35...50, плавильно-заливочных — до 30, выбивных — до 60...80, обрубочно-очистных — до 15...30 %, что значительно повышает вероятность развития профессионального заболевания.

Необходимо также учитывать неблагоприятный микроклимат литейных цехов, в частности большие скорости движения воздуха на рабочих местах, из-за которых пыль, образующаяся при отдельных технологических операциях, распространяется по тем зонам цеха, где выделение пыли отсутствует. Кроме того, состояние системы вентиляции в литейных цехах не отвечает требованиям как с точки зрения ее организации применительно к условиям технологических процессов, так и соблюдения режимов эксплуатации.

Изучение существующих способов литья в песчаные формы показало, что многие виды технологического оборудования или не имеют укрытий и встроенных местных отсосов, или применяемые местные отсосы недостаточно эффективны, обслуживание и ремонт устройств по герметизации и изоляции пыльных процессов и операций осуществляется несвоевременно и не на должном уровне.

Таким образом, для значительного уменьшения концентрации пыли в воздухе рабочих зон литейных цехов и устранения вероятности профессиональных заболеваний у работающих необходимо повысить эффективность работы систем обеспыливания воздуха и вытяжной вентиляции, герметизировать источники пылеобразования, использовать жидкие самоотвердеющие смеси, соблюдать сроки планово-предупредительных осмотров и ремонтов устройств пылеулавливания.

УДК 621.745.57

**О.А. БЕЛЫЙ, канд. техн. наук, Д.Н. ХУДОКОРМОВ, д-р техн. наук,
В.И. ГЛУХОВСКИЙ, А.М. БЕСЕДИН (БПИ)**

МЕХАНИЗМ ОЧИСТКИ ВАГРАНОЧНЫХ ГАЗОВ В НИЗКОНАПОРНОМ МОКРОМ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕ

Процесс пылеулавливания в аппаратах мокрого типа зависит в основном от того, насколько эффективно осуществляется подвод частиц к каплям жидкости. Анализ теоретических и экспериментальных работ показывает, что

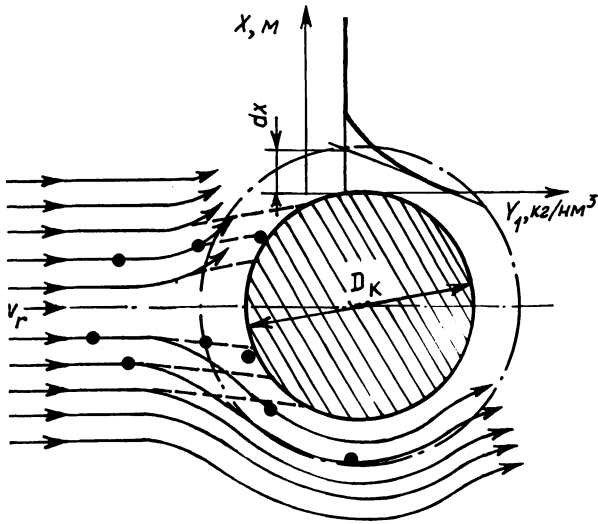


Рис. 1. Механизм осаждения частиц пыли на конденсирующейся капле:

— — — — — линии тока ваграночного газа; - - - - - линии движения пылевых частиц; — . — — — — пограничный слой капли

улавливание фракций пыли размером более 10^{-7} м происходит вследствие инерционного механизма осаждения, сущность которого заключается в следующем [1].

Взвешенные в газе частицы характеризуются небольшой массой. Они совершают свое движение по одной траектории с молекулами газа. В непосредственной близости от капли линии тока газов начинают искривляться. При этом частицы, обладающие значительной инерцией, стремятся сохранить свое первоначальное направление движения и достигают поверхности капли (рис.1). Основным показателем данного типа осаждения является длина инерционного пробега. Для ее определения используем дифференциальное уравнение движения частицы:

$$m_{\text{ч}} \frac{dv_{\text{ч}}}{d\tau} = C_{\text{ч}} A_{\text{ч}} \frac{w_{\text{ч}}^2 \rho_{\text{г}}}{2}, \quad (1)$$

где $m_{\text{ч}}$, $v_{\text{ч}}$, $w_{\text{ч}}$ — масса, абсолютная и относительная скорости движения частицы; $C_{\text{ч}}$ — коэффициент лобового сопротивления частицы; $A_{\text{ч}}$ — площадь поперечного сечения частицы, перпендикулярного к направлению движения; $\rho_{\text{г}}$ — плотность газа.

Коэффициент $C_{\text{ч}}$ зависит от характера движения частицы и однозначно определяется критерием Рейнольдса. В низконапорных мокрых пылеуловителях (МПУ) скорость газового потока обычно не превышает 5 м/с и ламинарный режим движения частиц характерен для высокодисперсных фракций ваграночной пыли.

Сила сопротивления, действующая на частицу при ее движении, описывается законом Стокса:

$$F_c = 3\pi\mu_r D_c w_c, \quad (2)$$

где μ_r — коэффициент динамической вязкости газов; D_c — диаметр частицы.

Вместе с тем в отдельные периоды плавки структура обтекания газом частицы может изменяться. Все большее значение оказывают вихри, образующиеся с задней стороны обтекаемого тела. Поэтому газ затрачивает энергию не только на преодоление трения, возникающего между поверхностью частицы и газом, но и на обратную тягу, создаваемую вихрями. Такой режим движения характерен, например, для крупных частиц пыли в период проплавления шихты. При значениях $Re_c > 2$ для расчета C_c можно воспользоваться эмпирической формулой [2]

$$C_c = \frac{12}{\sqrt{Re_c}}. \quad (3)$$

Интегрируя выражение (1) с учетом зависимостей (2), (3), получим систему уравнений для определения длины инерционного пробега частицы (рис. 1) при различных режимах ее движения:

$$\left\{ \begin{array}{l} l = \frac{D_c^2 \rho_c w_c}{18\mu_r} \quad \text{при } Re_c \leq 2; \\ l = \frac{D_c^{1,5} \rho_r w_c^{1,5}}{13,5 \nu_r^{0,5} \rho_r} \quad \text{при } Re_c > 2, \end{array} \right.$$

где ν_r — коэффициент кинематической вязкости газов.

В общем случае относительная скорость частицы определяется следующим образом:

$$w_c = v_r \pm v_c,$$

где знак минус относится к прямоточной схеме движения частицы и газа, а плюс — к противотоку.

Однако применительно к условиям очистки ваграночных газов процесс движения высокодисперсного аэрозоля имеет ряд отличительных особенностей. Во-первых, сила тяжести частиц пыли не оказывает существенного влияния на динамику их движения. Из-за небольшой массы скорость мелких фракций пыли соответствует скорости ваграночных газов. Во-вторых, процесс движения частиц происходит при высоких градиентах температуры и концентрации водяного пара. В нижней части пылеуловителя разность температур орошающей жидкости и ваграночного газа составляет 973...1173 К, а разность концентраций водяного пара у поверхности капли и в газовом потоке может достигнуть 0,2...0,3 кг/м³. В результате движение ваграночной пыли будет осложняться процессами тепло- и массообмена. На частицу пыли, находящуюся в пределах пограничного слоя испаряющейся капли или капли, на которой происходит конденсация, оказывают действие силы термо- и диффузиофореза, а также стефановское течение.

Учитывая, что в пределах пограничного слоя имеет место линейный закон распределения концентрации паров жидкости, его толщину условно можно определить как расстояние от поверхности испарения до точки пересечения касательной линии, соответствующей линейному изменению концентрации, с линией, соответствующей концентрации паров в газовой среде.

С учетом этих замечаний выражение для определения относительной скорости частицы можно представить в виде

$$w_{\text{ч}} = v_{\text{г}} + v_{\text{м}},$$

где $v_{\text{м}}$ — скорость движения частицы, обусловленная процессами тепло- и массообмена.

Таким образом, полученные зависимости позволяют рассчитать эффективность захвата твердых частиц пыли с учетом различных механизмов осаждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Очистка промышленных газов от пыли / В.Н. Ужов и др. — М., 1981.
2. Салтанов Г.А. Сверхзвуковые двухфазные течения. — Мн., 1972.