



*Using of condensation process for gas treating from dust enabled not only to catch dust fine fractions and to reduce the expenses of gas treating as well.*

О. В. ГЕРАСИМОВА, Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого

УДК 621.182.94

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА КОНДЕНСАЦИИ ПРИ УЛАВЛИВАНИИ ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ

Интенсивное развитие промышленности и внедрение новых технологических процессов с образованием веществ в аэрозольном состоянии вызывает запыленность и отравление атмосферы. Несмотря на успехи в вопросах пылеулавливания, задача очистки воздуха от высокодисперсных фракций твердых веществ является одной из актуальнейшей в наше время.

В области пылеулавливания были созданы научные теории термофореза и диффузиофореза, описывающие движение аэрозольных частиц разных размеров в температурном поле и поле концентраций, и теория улавливания аэрозольных частиц фильтрами. Были изучены свойства аэрозолей, проводили физико-химические исследования аэрозолей [1–3]. На основе полученных результатов сделаны выводы о возможности использования процесса конденсации для улавливания высокодисперсной пыли. Процесс конденсации в объеме, на центрах конденсации известен давно, но использовался в основном как метод интенсификации процессов очистки, однако как самостоятельный способ очистки ранее не использовался.

При охлаждении парогазовой смеси, турбулентно движущейся вдоль более холодной поверхности трубы, происходит диффузия пара к этой поверхности через прилегающий к ней пограничный слой газа, а затем конденсация пара на поверхности. При этом парогазовая смесь охлаждается за счет теплопроводности. Выравнивание температуры в потоке происходит за счет турбулентного перемешивания. Таким образом, в данном случае протекают два самостоятельных процесса: теплопередача и передача массы, т.е. конденсация. Каждый из этих процессов подчиняется своим закономерностям. Соотношение их скоростей таково, что пересыщение пара повышается. Если оно достигает критической величины или превышает ее, происходит конденсация пара в объеме, т.е. образование тумана.

При конденсации пара в трубе в условиях турбулентного движения газа температура газа и давление пара по сечению турбулентного потока

снижаются от центра трубы к ее стенкам. Пересыщение пара изменяется в противоположном направлении, т.е. в начале процесса оно увеличивается от центра трубы к ее стенкам.

При движении парогазовой смеси в трубе пересыщение пара можно рассчитать по выражению [1]:

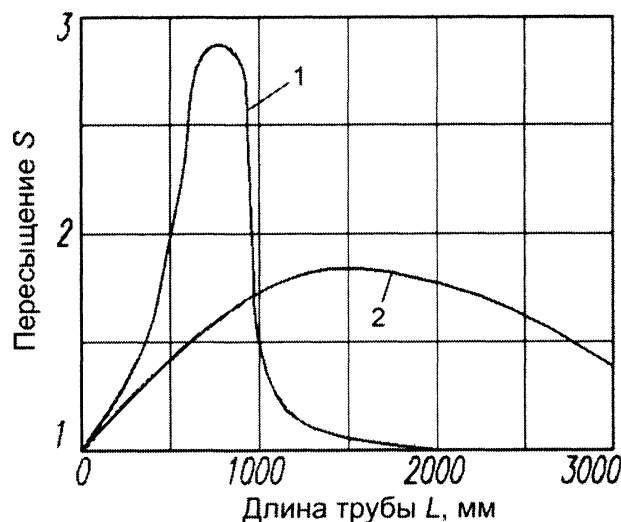
$$S = \left( \frac{T - T_2}{T_1 - T_2} \right)^\delta \frac{p_1 - p_2}{p_\infty(T)} + \frac{p_2}{p_\infty(T)},$$

где  $S$  – пересыщение пара в конце процесса;  $T$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  – соответственно температуры газовой смеси в конце процесса, в начале его и температура поверхности конденсации;  $p_1$  – давление пара в газовой смеси в начале процесса;  $p_2$  – давление пара у поверхности конденсации;  $\delta$  – коэффициент, зависящий от свойств вещества, образующего туман;  $p_\infty(T)$  – давление насыщенного пара над плоской поверхностью.

Функциональная зависимость  $S = f(T)$  имеет максимум. Возможность определения максимального пересыщения пара, возникающего в процессе конденсации пара на поверхности, имеет большое практическое значение, так как позволяет предсказать возможность образования тумана без проведения полного расчета процесса конденсации.

По существующим зависимостям были построены кривые (см. рисунок), показывающие изменение пересыщения пара по мере охлаждения газовой смеси и конденсации пара. Кривые построены на основании расчета для пара воды при конденсации его из воздуха; температура газовой смеси на входе в трубу – 95°C, давление паров воды – 608 мм рт. ст. (насыщенный пар), общее давление – 760 мм рт. ст., температура стенки трубы – 20 и 40°C.

Из рисунка видно, что пересыщение пара вначале повышается, достигает максимального значения, т.е. происходит конденсация водяного пара, а затем снижается, причем, чем ниже температура охлаждающей поверхности, тем выше максимальное пересыщение пара.



Перемещение пара по длине трубы: 1 – температура корпуса трубы 20 °С; 2 – температура корпуса трубы 40 °С

Рассмотренный процесс позволил создать систему очистки вредных выбросов плавильных агрегатов, где процесс конденсации в объеме используется для очистки от высокодисперсной

пыли. Парогазовая смесь в процессе очистки двигалась вдоль более холодной поверхности трубы и конденсировалась в объеме. Центрами конденсации являются частицы пыли, содержащиеся в парогазовой смеси. Частицы пыли с конденсированной на них жидкостью оседают под действием силы тяжести, тем самым, очищая газы от пыли. Использование процесса конденсации для очистки газов от пыли позволило не только улавливать высокодисперсные фракции пыли, но и снизить затраты на очистку газа. Это связано с тем, что способ конденсационного пылеулавливания не требует дополнительных затрат энергии. Этот метод очистки был внедрен на ОАО «САН-ТЭП» в г. Гомеле, где подтвердил целесообразность его использования.

#### Литература

1. Амелин А. Г. Теоретические основы образования тумана при конденсации пара. М.: Химия, 1966.
2. Ровин С.Л., Ровин Л.Е., Селютин А.М. и др. Низкоэнергетическая система очистки дымовых газов // Литье и металлургия. 2002. № 2. С. 118–120.
3. Ужов В.Н., Вальдберг А.Ю. Очистка газов мокрыми фильтрами. М.: Химия, 1972.