

ОЧИСТКА ГАЗОВ ОТ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ

С. Н. Кондратенко

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель О. В. Герасимова

В настоящее время большое значение для литейного производства приобрела проблема борьбы с вредными выбросами плавильных агрегатов. На долю выбросов плавильных агрегатов приходится 50–60 % от общего пылегазовыделения в машиностроении.

Эффективность очистки от пыли зависит от ряда факторов: дисперсного состава улавливаемой пыли; состава газов (одновременное содержание пыли и газов усложняет очистку); токсичности и взрывоопасности газов; температуры и влажности очищаемых газов; объема выделяющихся газов; необходимой концентрации вредных веществ после очистки; затрат энергии на очистку; наличия свободных площадей, пригодных для установки очистных сооружений.

Улавливание частиц происходит под действием различных механизмов. Эффективность улавливания при гравитационном механизме зависит от времени пребывания частиц в аппарате очистки. Скорость газового потока при гравитационном улавливании не должна превышать 15–18 м/с. Увеличение времени очистки приводит к увеличению размеров очистных аппаратов. Гравитационный механизм улавливания применим для частиц размером > 10 мкм.

Инерционный механизм улавливания тем эффективнее, чем выше скорость и больше масса частицы. Механизм эффективен лишь для частиц > 5 мкм.

Диффузионный механизм улавливания справедлив для очень мелких частиц $< 0,1$ мкм. Эффективность осаждения возрастает с уменьшением размеров частиц и скорости.

Аппараты, использующие для очистки только гравитационный или инерционный механизм улавливания с ужесточением норм очистки изжили себя. Для повышения эффективности очистки стали использовать несколько способов улавливания.

Для интенсификации работы пылеулавливающих аппаратов используется захват частиц жидкостью и удаление их из аппарата в виде шлама. Аппараты мокрой очистки используются не только для очистки, но и для охлаждения газа, также применяются как первая ступень очистки перед аппаратами более тонкой очистки. Захват частиц жидкостью эффективен только для частиц > 1 мкм и осуществляется двумя способами: захват частиц пленкой жидкости и каплями. В первом случае эффективность снижается при разрушении пленки и ее утончении и при увеличении концентрации частиц. Во втором случае эффективность зависит от способа ввода капель, либо это падение капель под действием сил тяжести, либо ввод капель со скоростью. Эффективность улавливания может быть увеличена при вводе капель со скоростью и уменьшении их размеров. В этом случае удовлетворительно могут улавливаться и частицы < 1 мкм.

Дисперсный состав выбросов зависит от типа плавильного агрегата, доля фракций размером менее 10 мкм при плавке в вагранке составляет 40 %, а при плавке в электропечах может достигать до 90 % (рис. 1).

Выбросы при вторичной плавке металла характеризуются высокодисперсным многокомпонентным составом пыли, содержат агрессивные, токсичные и горючие газы, имеют высокую температуру и нестабильный режим, что сильно затрудняет их очистку.

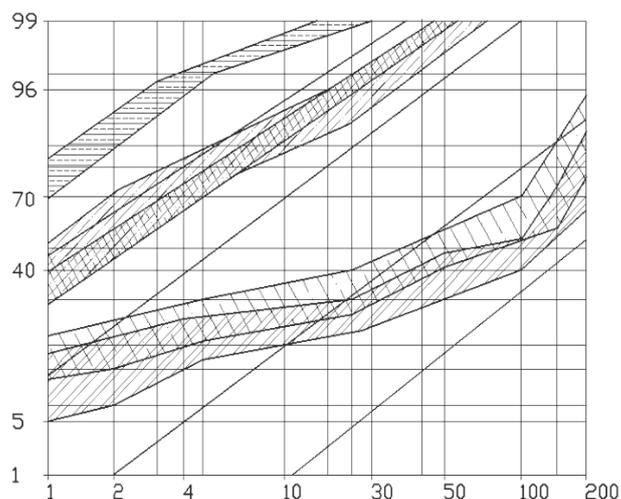


Рис. 1. Дисперсный состав аэрозолей плавильных печей:
1 – вагранка холодного дутья; 2 – вагранка горячего дутья; 3 – электродуговая печь;
4 – индукционная печь; 5 – конвертер

В настоящее время для очистки от грубодисперсной пыли наибольшее распространение получили низкоэнергоемкие аппараты с затратами энергии меньше $0,1$ кВт · ч на 1000 м³ газа, это циклоны различной конструкции и скрубберы. Для улавливания высокодисперсных фракций пыли наиболее часто используемые аппараты очистки: трубы Вентури, электро- и тканевые фильтры. Применение фильтров осложняется взрывоопасностью и агрессивностью очищаемых газов. Трубы Вентури отличаются простотой конструкции, компактностью, возможностью применения для

очистки высокотемпературных, агрессивных и горючих газов, но, как и фильтры, имеют высокие энергозатраты до 8–10 кВт · ч на 1000 м³ газа.

Поэтому большое внимание уделяется поиску новых высокоэффективных, но при этом низкоэнергоемких методов очистки от высокодисперсных фракций пыли.

Перспективным представляется использование для очистки от пыли эффекта конденсации. Конденсация присутствует во многих аппаратах очистки мокрого типа (насадочный скруббер, мокрый пылеуловитель, трубы Вентури), но она не является основным механизмом улавливания твердых частиц, так как для ее развития не созданы необходимые условия.

Суть очистки газов от пыли с использованием эффекта конденсации заключается в том, что конденсация осуществляется на частицах пыли, которые в процессе конденсации увеличиваются в размерах и могут быть удалены из газового потока при помощи простых каплеулавливающих аппаратов. При использовании эффекта конденсации для очистки необходимо создать условия, при которых будет происходить конденсация в объеме, где центрами конденсации являются частицы пыли, содержащиеся в газе.

Конденсация в объеме может развиваться в случае насыщения очищаемых газов парами воды и дальнейшего их охлаждения ниже точки росы. Применение аппарата очистки, основанного на эффекте конденсации, показало, что эффективность улавливания высокодисперсной пыли составляет около 95 %, а затраты на очистку $\approx 2,5$ кВт · ч на 1000 м³, что примерно в 3–4 раза ниже, чем при других способах очистки той же эффективности.

Сравнительный анализ эффективности существующих аппаратов очистки в зависимости от затрат (рис. 2) свидетельствует о том, что использование конденсационного пылеосаждения позволит повысить эффективность очистки и сократить затраты на нее.

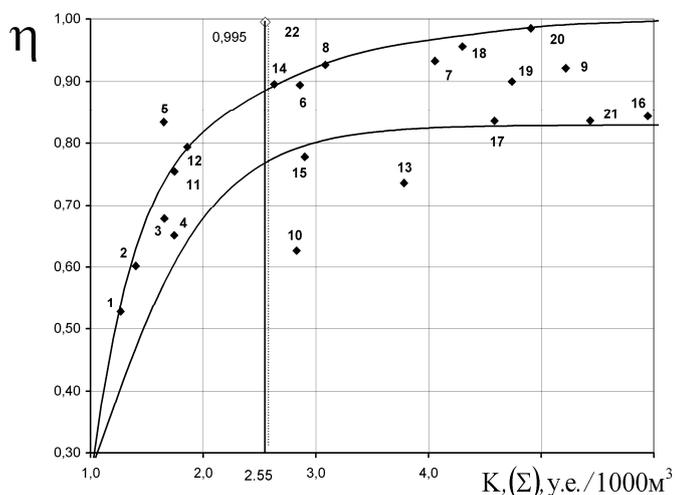


Рис. 2. Эффективность аппаратов очистки выбросов в зависимости от энергозатрат и себестоимости: 1 – инерционный пылеуловитель; 2 – циклон; 3 – циклон прямоточный; 4 – мультициклон скоростной; 5 – мультициклон; 6 – электрофильтр; 7, 8 – фильтр рукавный со встряхиванием; 9 – фильтр со струйной продувкой; 10 – эжекторный скруббер Вентури; 11 – мокрый циклон; 12 – ротоклон; 13 – полый скруббер; 14 – скруббер с насадкой; 15 – барботажный аппарат; 16 – дезинтегратор; 17 – мокрый электрофильтр; 18–21 – скрубберы Вентури: соответственно круглый, щелевой, средне- и высокоскоростной; 22 – конденсационный уловитель