

НИЗКОЭНЕРГОЕМКИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ ПЛАВИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Курач Диана Игоревна, Ровин Сергей Леонидович
Белорусский национальный технический университет
dianakurach2@gmail.com

Способы пылегазоочистки условно можно разделить на сухие и мокрые. Аппараты сухой очистки позволяют эффективно улавливать твердые взвешенные частицы вплоть до субмикронных: концентрация пыли на выходе из тканевых или электрических фильтров может быть снижена до 2–5 мг/м³. Аппараты мокрой очистки более приемлемы при очистке высокотемпературных газов нестабильного состава с высоким содержанием газообразных загрязняющих веществ и аэрозолей, что характерно для выбросов плавильных агрегатов – топливных и электродуговых печей.

По принципу работы аппараты мокрой очистки газов могут быть разделены на группы [1]: полые и насадочные скрубберы; барботажные и пенные аппараты; аппараты ударно-инерционного типа (ротоклоны); аппараты центробежного типа; динамические и турбулентные промыватели.

В полых скрубберах промывку (очистку) газов осуществляют с помощью разбрызгивания или распыления жидкости (как правило – воды) на пути движущегося очищаемого потока. Высокая эффективность очистки газов в полых скрубберах достигается в том случае, если промывная жидкость образует сплошную завесу из капель с размерами 0,1–1 мм.

Характерной особенностью насадочных скрубберов является то, что процесс осаждения пыли происходит на смоченной поверхности насадки в результате многочисленных изменений движения газового потока в аппарате. Недостаток скрубберов такого типа – частые забивки насадки при обработке сильно запыленных газов, что ограничивает область их применения.

В барботажных аппаратах очищаемые газы в виде мельчайших пузырьков проходят через слой жидкости, при этом большая поверхность соприкосновения газов с жидкостью обеспечивает интенсивную очистку газов от взвешенных частиц. Эффективность подобных аппаратов достаточно велика, однако из-за сложности изготовления и невысокой производительности они не нашли широкого применения в промышленности.

В пенных аппаратах пылеулавливающий эффект достигается в результате движения очищаемого газа через слой пены. Для эффективной работы аппаратов важно, чтобы жидкость, содержащая поверхностно активные вещества, и газ равномерно распределялись по поверхности решеток.

В аппаратах ударно-инерционного типа происходит осаждение частиц при резком изменении направления движения газов во время преодоления препятствия или при остановке высокоскоростного газового потока после столкновения с поверхностью жидкости. Пылеуловители данного типа, как

правило, представляют собой вертикальную колонну или камеру с перегородкой, в нижней части которой находится слой жидкости.

Вращение газового потока в аппаратах центробежного типа реализуется с помощью специальных направляющих лопаток либо путем тангенциального подвода газа. Орошение стенок аппаратов осуществляют форсунками, установленными в центральной части аппарата или вдоль его стенок.

В динамических промывателях (механические скрубберы и дезинтеграторы) очищаемые газы контактируют с жидкостью, которую разбрызгивает вращающийся элемент: вал с лопастями, перфорированный барабан, диски и т. п.

Турбулентные промыватели (скрубберы или трубы Вентури, диафрагменные скрубберы и скрубберы с подвижным дисковым шибером) применяют для удаления микронной и субмикронной пыли. В них происходит интенсивное дробление жидкости газовым потоком, движущимся с очень высокими скоростями – 60–150 м/с. Однако эти аппараты являются достаточно дорогими и энергоемкими.

Работа практически всех аппаратов мокрой очистки сопровождается значительным каплеуносом, поэтому либо непосредственно на выходе из аппарата, либо за его пределами по трассе транспортирования газов, как правило, устанавливаются каплеуловители.

Разработаны системы мокрой очистки, в которых традиционная промывка газов в полых скрубберах дополнена второй ступенью, где очистка осуществляется, благодаря эффекту конденсации влаги за счет интенсивного охлаждения газового потока в протяженном трубопроводе, и надежному отделению капель, благодаря каскаду каплеуловителей, установленных по трассе. Эти системы имеют в 3–5 раз меньшую энергоемкость и соответственно значительно меньшие затраты на эксплуатацию, чем системы, оснащенные турбулентными промывателями при сопоставимой эффективности.

К настоящему времени низкоэнергоемкие системы двухступенчатой мокрой очистки с использованием эффекта конденсации насыщенных водяных паров разработаны для ваграночных установок производительностью от 3 до 20 тонн в час, электродуговых печей и топливных ротационных печей. Они оснащаются установками шламоудаления и подготовки оборотной воды и работают по бессточному принципу. Эти системы имеют следующие технические характеристики: удельные энергозатраты на очистку – 1,0–3,0 кВт·ч/1000 м³; эффективность очистки по пыли и аэрозолям – 95–97 %; SO₂ – 85–90 %; NO_x – 80–85 %; хлориды – 75–90 %; фториды – 65–85 % [2].

Литература

1. Газоочистные установки ГОУ, типы, виды и принципы работы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gas-cleaning.ru/article/>. – Дата доступа: 31.10.2021.

2. Ровин С. Л., Ровин Л. Е., Русая Л. Н., Герасимова О. В. Экология печей // Литье и металлургия. – 2018. – № 3. – С. 50–57.