

МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ ЗАПАХОВ ИЗ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ*

В. ЗЕМЕЛЬКИН, генеральный директор, **А. ЗЕМЕЛЬКИН**, ООО «НПП «ДУБРАВА»

Метод выделения загрязняющих веществ из очищаемого технологического воздуха хорошо известен в зерноперерабатывающей отрасли. Этот метод широко используется для очистки воздуха от пыли. Однако опыта применения такого метода для газов и жидких аэрозолей нет. Между тем в других отраслях промышленности он давно доказал свою эффективность.

Газы в отличие от частиц пыли нельзя уловить, их можно только поглотить сорбентами (поглотителями). В качестве последних используют воду, кислоты, щелочи или твердые вещества. При этом важно сделать правильный подбор сорбентов.

В таблице приведены средние эксплуатационные значения основных аппаратов для очистки воздуха (газа) от загрязняющих веществ. Для улавливания газов и жидких аэрозолей могут быть применены пенные пылеуловители и скрубберы, работающие по принципу мокрой очистки (мокрые скрубберы).

ПЕННЫЕ (БАРБОТАЖНЫЕ) ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Пенные (барботажные) пылеуловители предназначены для очистки сильно запыленных газов, а также вентиляционного воздуха от пыли, туманов и других загрязнений. В таких аппаратах жидкость, взаимодействующая с газом, приводится в состояние подвижной пены, что обеспечивает наибольшую поверхность контакта фаз.

Очищаемый воздух (газ), проходя через отверстия решетки (тарелки), со скоростью менее 1 м/с, барботирует

1 — корпус; 2 — слой пены;
3 — переливная решетка (тарелка).

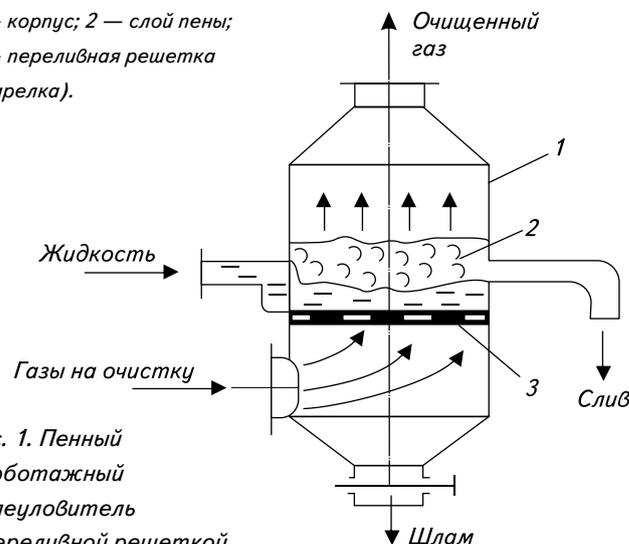


Рис. 1. Пенный барботажный пылеуловитель с переливной решеткой

(пробулькивает) через слой орошающей жидкости в виде отдельных пузырьков. Увеличение скорости прохождения очищаемого газа до 2–2,5 м/с приводит к образованию пенного слоя над жидкостью. Благодаря такому, более интенсивному, перемешиванию газовой и жидкой фаз повышается эффективность очистки газа.

Пенный (барботажный) пылеуловитель, изображенный на рисунке 1, представляет собой цилиндрический или прямоугольный корпус (1), в котором находится переливная решетка в виде перфорированной тарелки (3). Вода или другая промывная жидкость через штуцер подается

Характеристика аппаратов очистки воздуха (газа)

Аппараты	Максимальное содержание пыли в газе, кг/м ³	Размеры отделяемых частиц, мкм	Эффективность очистки, %	Гидравлическое сопротивление, Па
Пылеосадительные камеры	Без ограничения	Более 100	30–40	100–1000
Пылеуловители жалюзийные, в том числе пылеотделитель типа АДОТ (ООО «НПП «ДУБРАВА»)	0,02 0,1	Более 25 До 15 мм	60 94–98	500 3000–4200
Циклоны одиночные	0,4	Более 10	70–95	400–700
Циклоны батарейные	0,1	Более 10	85–90	500–800
Фильтры рукавные	0,02	Более 1	98–99	500–2500
Скрубберы мокрые	0,05	Более 2	85–95	400–15 000
Пылеуловители пенные (барботажные)	0,3	Более 0,5	95–99	300–900
Электрофильтры	0,01–0,05	Более 0,005	до 99	100–200

*Окончание. Начало в №6 и №9-2015

на решетку. В нижнюю часть аппарата через патрубок подается очищаемый воздух (газ). Он барботирует через жидкость, превращая ее в слой подвижной пены (2), в которой пыль поглощается жидкостью. Часть пены удаляется из аппарата через переточный порог на переливной решетке, другая часть сливается через отверстия в решетке, промывая их и улавливая в подрешеточном пространстве крупные частицы пыли. Образующаяся суспензия из воды и шлама опускается в нижнюю часть аппарата, откуда выводится на утилизацию.

При большом содержании пыли в газе и высоких требованиях к качеству очистки используют аппараты с двумя-тремя, а иногда и с большим числом решеток (тарелок). Расход жидкости в пенных пылеуловителях составляет 0,2–0,3 м³ на 1000 м³ газа. Гидравлическое сопротивление аппаратов с одной решеткой составляет 500–1000 Па. Пыль с частицами размером более 20–30 мкм улавливается в пенных аппаратах практически полностью. Эффективность очистки для частиц размером 15–20 мкм составляет 90–96%, при размерах частиц 3–5 мкм эффективность аппарата снижается до 80%. Частицы меньших размеров улавливаются заметно хуже, особенно в случае гидрофобной (ненамокаемой) пыли.

При работе пенных (барботажных) пылеуловителей недопустимы значительные колебания расхода газа, так как это может привести к нарушению пенного режима и к загрязнению отверстий решетки.

Характеристики и особенности:

- высокая эффективность очистки в широком диапазоне размеров частиц;
- малое сопротивление (перепад давления);
- малый расход свежей воды;
- наличие узлов для засорения, требующих обслуживания;
- сложная регулировка аппарата, при которой требуется добиться такого режима работы, когда пыль, улавливаемая в аппарате, не создает на решетках осадок, который может забивать их отверстия;
- аппарат чувствителен к изменению скорости воздушного потока, что приводит к нарушению пенного режима, сдвигу с решетки в отдельных ее местах слоя жидкости и проскоку загрязненного воздуха, загрязнению отверстий решетки и снижению эффективности очистки воздуха;
- компактный дизайн.

МОКРЫЕ СКРУББЕРЫ

Мокрые скрубберы (промыватель, англ.) — это газоочистительные аппараты, принцип работы которых основан на промывании воздуха (газа) жидкостью. Метод, при котором в аппарате происходит механическое смешение очищаемого газа с жидкостью с целью очистки газа от загрязняющих веществ, называют методом мокрой очистки (на заключительном ее этапе). Использование этого метода позволяет удалять из воздуха (газа) различные примеси и

частицы различных размеров путем растворения в жидкости загрязняющих газообразных веществ или улавливания их твердых частиц при смачивании жидкостью.

Количество типов мокрых скрубберов велико. Приведем краткую характеристику лишь некоторых из них.

Скруббер Вентури разработан для очистки различных газов от твердых частиц (рис. 2). Классическая единая простая конструкция скруббера обеспечивает максимальную его эффективность. Корпус данного аппарата выполнен в виде трубы Вентури, напоминающей своей формой песочные часы и состоящей из конуса, переходящего в узкую горловину, которая затем расширяется в полноценный диффузор.

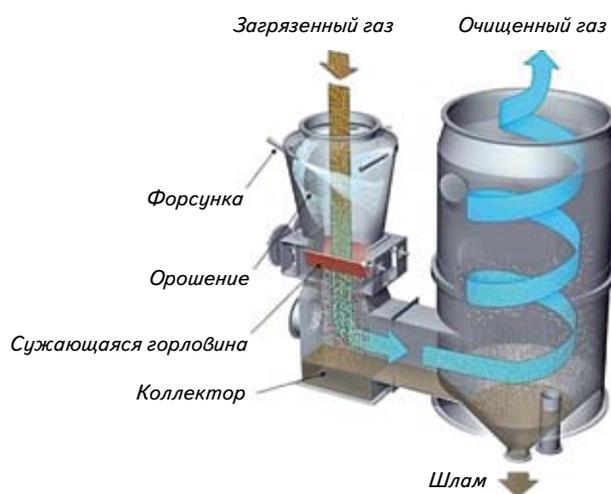


Рис. 2. Скруббер Вентури

Принцип действия скруббера Вентури: в центральное отверстие сужающегося конуса аппарата поступает очищаемый воздух. Конус аппарата оснащен форсунками для подачи жидкости. Сечение конуса сужено, что заставляет смесь газа и жидкости двигаться быстрее, вызывая эффект турбулентности. Турбулентность дробит поток на мельчайшие капельки, на поверхности которых оседают твердые частицы из очищаемого газа. По мере поступления потока в расширяющуюся часть аппарата его скорость снижается и турбулентность ослабевает. Жидкость собирается в крупные капли и под действием сил тяжести и инерции оседает на дно аппарата, заполненного водой. Далее очищенный воздух по соединительной трубе попадает в каплеотбойник через тангенциально расположенное входное отверстие. Под действием центробежных сил оставшиеся в очищенном воздухе тяжелые смоченные частицы, соприкасаясь с влажными стенками каплеотбойника, удаляются из потока газа.

В случае, когда расход очищаемого воздуха большой, для отделения жидкости от воздуха дополнительно применяют туманоуловительную перегородку. Жидкость с уловленной пылью сливается в нижнюю часть аппарата, откуда выгружается на утилизацию, а очищенный газ выводится через отверстие в верхней части скруббера.



Характеристики и особенности:

- эффективность очистки — до 99% в широком диапазоне размеров частиц;
- большое сопротивление (перепад давления) — от 2,5 до 15,0 кПа;
- очистка газов с высокой концентрацией твердых частиц;
- легко регулируется и настраивается;
- практически не требует обслуживания.

Ротационный скруббер предназначен для высокоэффективной очистки газа от твердых частиц. Его корпус представляет собой вертикальный цилиндр. Очищаемый воздух подается в нижнюю часть его через тангенсально расположенное отверстие и движется по спиральной траектории снизу вверх. На пути движения воздуха установлено быстро вращающееся колесо с лопатками, на которое подается очищающая жидкость, обычно вода. Привод колеса расположен снаружи корпуса.

Вращающееся колесо с лопатками разбивает жидкость на мелкие капли и ускоряет движение очищаемого воздуха, создавая в аппарате воздушный вихрь. Твердые частицы в очищаемом воздухе контактируют с каплями воды, создавая агломераты частиц с каплями. Под действием сил инерции и диффузии твердые частицы налипают на внутреннюю стенку аппарата и смываются вниз водой, специально подаваемой в верхнюю часть корпуса. Шлам и отработанная вода выводятся через отверстие в нижней части аппарата. Для увеличения эффективности очистки применяют последовательную установку двух и более ротационных скрубберов.



Рис. 3. Ротационный скруббер

Характеристики и особенности:

- высокая эффективность очистки в широком диапазоне размеров частиц;
- малое сопротивление (перепад давления);
- отсутствие узлов для засорения; минимальное обслуживание;
- малый расход свежей воды;
- компактный дизайн.

Динамический скруббер предназначен для использования во всех областях промышленности, где присутствуют пыль, аэрозоль, газ. Особенно широко аппарат применяется в металлургической и химической промышленности. Известны случаи его применения на мусоросжигательных заводах для очистки воздуха от запахов.

Корпус аппарата выполнен в виде цилиндра, установленного вертикально (рис. 4). В средней части к нему присоединен вентилятор с системой воздуховодов. Очищаемый воздух поступает в нижнюю часть скруббера по касательной, придавая вращательное циклонное движение потоку. Крупные частицы удаляются под воздействием центробежных и гравитационных сил. Сверху на поток очищаемого воздуха вращающимся колесом с лопатками разбрызгивается вода. Частицы загрязняющего вещества, смоченные ею, образуют агломераты частиц с каплями, которые частично оседают на этом этапе очистки в нижней части аппарата. Далее очищаемый воздух с более мелкими частицами загрязняющего вещества поступает в камеру с вентилятором, где разгоняется им и возвращается в верхнюю часть аппарата через тангенсально расположенное отверстие. Под действием центробежных сил частицы загрязняющего вещества прижимаются к внутренним стенкам аппарата, прилипают к водяной пленке и далее смываются водой в нижнюю его часть. Очищенный воздух выходит из аппарата через выпускное отверстие в верхней части.

Характеристики и особенности:

- высокая эффективность очистки в широком диапазоне размеров частиц;
- малое сопротивление (перепад давления) — до 1,2 кПа;
- возможно использование различных туманоулавливающих устройств.

Центробежный (циклонный) скруббер наиболее распространен в промышленности и предназначен для очистки воздуха с большими концентрациями загрязняющих веществ без снижения эффективности, которая достигает 99% для частиц диаметром более 30 мкм, для частиц 5–15 мкм эффективность снижается до 80%, для частиц диаметром менее 5 мкм — не более 40%.

Корпус центробежного скруббера выполнен в виде полого вертикального цилиндра (рис. 5). Очищаемый воздух подается в нижнюю его часть через тангенсально расположенное отверстие.



Рис. 4. Динамический скруббер



Рис. 5. Центробежный скруббер



В верхней части аппарата, по его окружности, установлены форсунки. Через них вода под давлением подается на внутреннюю поверхность корпуса, где создает тонкую водную пленку. Очищаемый воздух движется в скруббере по винтовой траектории снизу вверх. Для усиления вращательного движения воздуха в центральной части аппарата установлены специальные лопатки. Частицы загрязняющих веществ под действием центробежной силы оттесняются к мокрым стенкам скруббера, прилипают к ним и вместе с водой стекают в нижнюю часть, откуда периодически удаляются. Очищенный воздух выходит в верхней части аппарата.

Характеристики и особенности:

- высокая эффективность очистки в широком диапазоне размеров частиц;
- малое сопротивление (перепад давления) — до 1,2 кПа;
- возможность использования при больших расходах очищаемого воздуха;
- отсутствие движущихся частей;
- низкие эксплуатационные расходы.

Общими недостатками работы мокрых пылеуловителей являются: образование большого количества шламосодержащих стоков, для сбора и обработки которых требуется специальное оборудование; наличие в очищенных газах капель жидкости с частицами пыли, оседающих в воздухопроводах и вентиляторах.

С целью отделения очищенного воздуха от капель жидкости скрубберы оснащают специальными устройствами — каплеуловителями или туманоуловителями.

Для эффективного улавливания дурно пахнущих веществ целесообразно интенсифицировать в поле центробежных сил процесс мокрой очистки отходящего технологического воздуха с газообразными загрязняющими веществами и жидкими аэрозолями, которые имеют различную температуру кипения и не смешиваются с водой. Для такой задачи оптимально подходит центробежный скруббер, стенки которого смачиваются непрерывно стекающей пленкой жидкости.

На рисунке 6 приведена примерная схема работы водяного скруббера. Газ, содержащий взвешенные частицы и аэрозольные химические вещества, поступает в цилиндрический корпус через входной тангенциально расположенный патрубок и приобретает вращательное движение. В верхней части аппарата находится сопло, через которое поступает вода, орошающая внутреннюю поверхность стенок и стекающая по ним тонкой пленкой. При этом жидкие вещества в аэрозольной форме (триэтиламин, метилбутаналь, гексаналь, агидол-1) и частицы комбикормовой пыли, находящиеся в потоке газа, под действием центробежной силы отбрасываются к стенкам скруббера, смачиваются водяной пленкой и уносятся с водой через днище.

Продукты, образующиеся после очистки воздуха, собираются в емкость, где происходит декантирование (разделение по плотности) сконцентрированных химических веществ. Для ускорения этого процесса рекомендуется проводить коагуляцию дисперсной фазы (уловленные загрязняющие вещества) относительно дисперсной среды (вода) вводом специальных коагулянтов.

Затем раствор фильтруется, разделяясь на твердую фазу и воду. Очищенная вода возвращается в центробежный скруббер для повторного использования, а фильтрат, содержащий загрязняющие вещества, отправляется на утилизацию.

Ожидаемая эффективность очистки воздуха в центробежных скрубберах составляет 95%. Но если

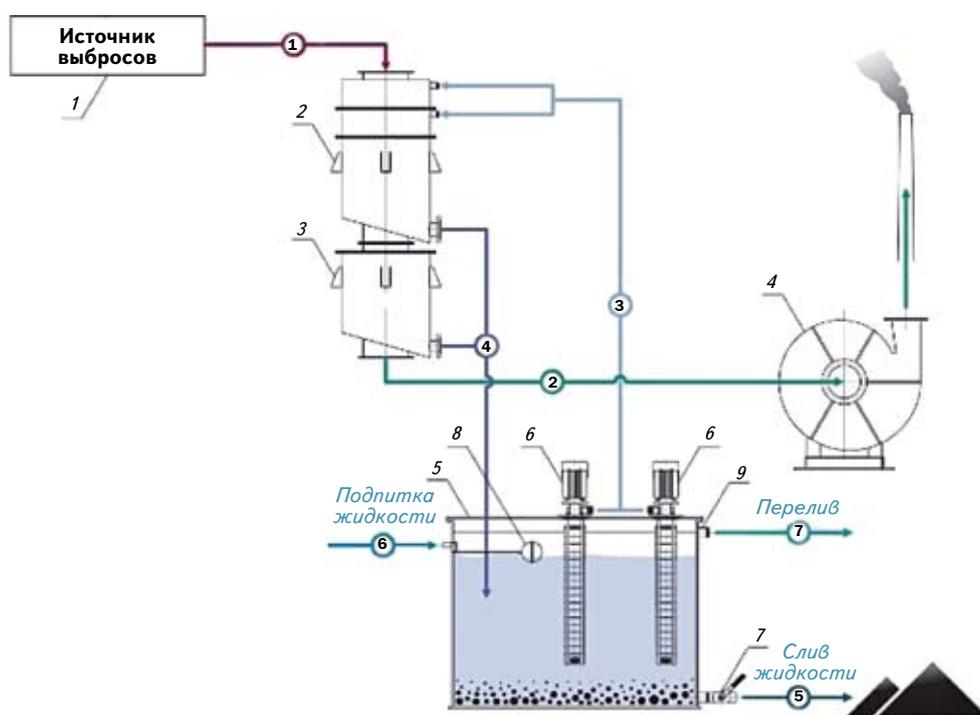


Рис. 6. Примерная схема установки водяного скруббера:

- 1 — подача воздуха для очистки; 2 — скруббер; 3 — каплеуловитель; 4 — вентилятор;
5 — циркуляционная емкость; 6 — насосы; 7 — кран для слива шлама;
8 — поплавковый клапан для подпитки жидкости; 9 — кран для слива воды.

очищенный в мокром скруббере технологический воздух будет содержать остатки газов и легколетучих химических веществ (аммиак, триметиламин и метилмеркаптан), его направят на дополнительную очистку. В первом случае — это фильтрация в озоновых фильтрах, которые «справляются» с малыми концентрациями оставшихся химических веществ. Во втором — нейтрализация аммиака, аминов и метилмеркаптана с помощью кислот. Напомним, что аммиак и третичные амины (триметиламин и триэтиламин) представляют собой легколетучие вещества с резким неприятным запахом, который ощущается даже при довольно низких концентрациях в воздухе. Эти соединения обладают свойствами оснований, образующих нелетучие соли при взаимодействии с кислотами (например, с серной, фосфорной или азотной).

Очистка промышленных выбросов от подобного класса загрязняющих веществ может быть легко осуществлена в скрубберах с керамическими насадками (кольцами Рашига) или вертикальными фильтрами на основе стеклоткани, орошаемыми в противотоке раствором 50–80%-ной кислоты. Оставшиеся твердые и жидкие аэрозоли (комбикормовая пыль, агидол-1, триэтиламин, метилбутаналь, гексаналь) с большой долей вероятности также будут адсорбированы на поверхности жидкости. Процесс поглощения аммиака и аминов контролируют посредством измерения pH раствора кислоты, который по мере уменьшения ее концентрации заменяют свежим раствором. Отработанный раствор солей может быть нейтрализован водным раствором аммиака до pH 7 и использован в даль-

нейшем в качестве минерального удобрения (особенно в случае применения фосфорной или азотной кислот). Очищенный таким образом воздух содержит органические вещества, не обладающие запахом. Эти вещества затем либо адсорбируют в скруббере на активированном угле, либо дожигают в пламени газовой горелки (в котельной), либо выбрасывают в атмосферу, если их концентрация не превышает допустимых норм.

Метод нейтрализации аминов с помощью кислот наиболее реальный и эффективный способ для улавливания дурно пахнущих веществ, особенно при использовании фосфорной кислоты, которая наиболее удобна в обращении, поскольку не летуча, не токсична, является ингибитором коррозии и при нейтрализации образует соли — фосфорные удобрения.

Необходимо учитывать, что при работе с кислотами потребуется оборудование, изготовленное из кислотоупорных материалов (полиэтилен, полипропилен, текстолит, полихлорвинил), а также нейтрализация отработанного кислотного раствора и его утилизация.

В заключение хотелось бы отметить, что метод выделения загрязняющих веществ с последующей их утилизацией достаточно сложный и затратный, но благодаря его применению возможна практически полная очистка технологического воздуха от дурно пахнущих веществ.

Выбросы комбикормовых цехов и заводов перестанут загрязнять атмосферу, и предприятия смогут улучшить свои финансовые показатели, избавившись от штрафных платежей за загрязнение атмосферного воздуха. ■



Европейский союз не позволит отдельным его странам решать вопросы с использованием ГМ-комбикормов. Сельскохозяйственный комитет ЕС отклонил предложение Еврокомиссии передать вопросы разрешения или запрета на оборот ГМ-продукции в ведение национальных правительств — стран-членов ЕС. Считается, что такой шаг подорвет единство Европы в подходе к использованию ГМ-кормов. Тем более что многие страны на востоке ЕС готовы ограничить подобную практику, а на западе считают это недопустимым.

Решение уже поддержано многими профильными организациями, в том числе и Европейской федерацией производителей комбикормов (FEFAC). Руководство FEFAC не раз

подчеркивало, что предложенная Еврокомиссией мера может не только привести к потере сотен тысяч рабочих мест в сельском хозяйстве ЕС, но и повлечь за собой снижение конкурентоспособности животноводческого сектора ряда европейских стран.

feednavigator.com

Недавнее решение Еврокомиссии о выделении фермерам дополнительной помощи в 500 млн евро окажет позитивное влияние на рынок комбикормовой продукции в долгосрочной перспективе, убеждены представители индустрии. Поскольку значительная часть поддержки будет направлена в молочную отрасль, то производителям удастся избежать серьезного спада спроса.

В течение последних двух лет индустрия животноводства в Европейском союзе находится в состоянии стагнации с минимальным ростом показателей производства в разрезе отдельных сегментов или вовсе при его отсутствии.

Кроме того, стремление животноводов улучшить конверсию корма и его расход в расчете на единицу получаемого привеса приводит к сокращению потребления корма.

В такой ситуации животноводы выражают уверенность, что масштабная поддержка Еврокомиссией поможет улучшить ситуацию и добиться некоторого роста объемов отраслевой продукции, что окажет позитивное влияние и на комбикормовую индустрию.

allaboutfeed.net