РАЗДЕЛ 3. ОЧИСТКА ВОЗДУХА ОТ МИКРООРГАНИЗМОВ И НЕПРИЯТНЫХ ЗАПАХОВ

ТЕМА 14. ДЕЗОДОРАЦИЯ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ГАЗОВОЗДУШНЫХ ВЫБРОСОВ

В настоящее время в целом по промышленности улавливается около 90 % пыли, образующейся на различных стадиях производства, и только 10 % различных аэрозолей выбрасывается в атмосферный воздух. Такого нельзя сказать о газо- и парообразных примесях вредных веществ, содержащихся в газовоздушных выбросах промышленного производства. Несмотря на то, что эти примеси представляют собой большую опасность для окружающей среды, их улавливается или обезвреживается только около 10 %, а более 90 % вредных газов и паров поступает в воздушный бассейн.

Очистка – удаление (выделение, улавливание) примесей из различных сред.

Обезвреживание – обработка примесей до безвредного для людей, животных, растений и в целом для окружающей среды состояния.

Обеззараживание – инактивация (дезактивация) микроорганизмов различных видов, находящихся в газовоздушных выбросах, жидких и твердых средах.

Дезодорация – обработка одорантов (веществ, обладающих запахом), содержащихся в воздухе, воде или твердых средах, с целью устранения или снижения интенсивности запахов.

Дезодорация газовоздушных выбросов (ГВВ), как правило, проводится для устранения запаха газовых потоков, содержащих примеси органических и неорганических веществ. Концентрация этих примесей в большинстве случаев ниже предельно допустимых значений, т. е. выбросы являются «чистыми» с точки зрения санитарных норм. Однако наличие запаха не позволяет выбрасывать такие отходящие газы в атмосферу без дополнительной обработки. Установки дезодорации, предназначенные для доочистки выбросов, снижают уровень загрязнения атмосферного воздуха одорантами.

При организации производства, в особенности малоотходного или безотходного, необходимой стадией является промышленная и санитарная очистка газовых выбросов.

Промышленная очистка – это очистка газа с целью последующей утилизации или возврата в производство отделенного от газа или превращенного в безвредное состояние продукта.

Этот вид очистки является необходимой стадией технологического процесса, при этом технологическое оборудование связано друг с другом материальными потоками с соответствующей обвязкой аппаратов. В качестве пыле-, газоулавливающего оборудования могут использоваться разгрузочные циклоны, пылеосадительные камеры, фильтры, адсорберы, скрубберы и т. д.

Санитарная очистка – это очистка газа от остаточного содержания в газе загрязняющего вещества, при которой обеспечивается соблюдение норматива ПДК в воздухе населенных мест или производственных помещений. Санитарная очистка газовоздушных выбросов производится перед поступлением отходящих газов в атмосферный воздух, и именно на этой стадии необходимо предусматривать возможность отбора проб газов с целью контроля их на содержание вредных примесей.

Выбор метода очистки отходящих газов зависит от конкретных условий производства и определяется рядом основных факторов:

- объемом и температурой отходящих газов;
- агрегатным состоянием и физико-химическими свойствами примесей;
- концентрацией и составом примесей;
- необходимостью рекуперации или возвращения их в технологический процесс;
- капитальными и эксплуатационными затратами;
- экологической обстановкой в регионе.

Установка очистки газа – это комплекс сооружений, оборудования и аппаратуры, предназначенный для отделения от поступающего из промышленного источника газа или превращения в безвредное состояние веществ, загрязняющих атмосферу.

В зависимости от агрегатного состояния улавливаемого или обезвреживаемого вещества установки подразделяются на газоочистные и пылеулавливающие.

Аппарат очистки газа – элемент установки, в котором непосредственно осуществляется избирательный процесс улавливания или обезвреживания веществ, загрязняющих атмосферу.

14.1. Методы дезодорации и обеззараживание газовоздушных выбросов

Для дезодорации и обеззараживания неприятнопахнущих выбросов (НПВ) в промышленности используют методы термического и термокаталитического дожигания, абсорбции, адсорбции, химического и биохимического окисления, а также различные их сочетания. Содержание в ГВВ химических производств одорантов различной химической природы создает определенные трудности при выборе методов дезодорации.

Термические и термокаталитические методы применяются в основном при дезодорации газов, содержащих низкокипящие органические вещества, так как содержание высокомолекулярных и высококипящих органических соединений может привести к закоксовыванию поверхности катализатора продуктами их окисления. Кроме того, при неполном окислении высокомолекулярных веществ могут образовываться новые одоранты, обладающие еще более неприятным запахом, чем исходные вещества.

При термокаталитических методах дезодорации следует учитывать возможность отравления катализатора различными ядами (например, хлорорганическими соединениями). Присутствие в отходящих газах азот- и серосодержащих соединений может привести к образованию токсичных веществ.

Анализ имеющихся данных об использовании термокаталитического метода дезодорации с учетом указанных достоинств и недостатков позволяет рекомендовать его для обработки небольших по расходу ГВВ (до 10 тыс. $м^3$/ч) выбросов.

Перспективным комбинированным методом устранения запахов ГВВ является ***биосорбционная дезодорация*** – сочетание адсорбции одорантов различными сорбентами с последующим их биохимическим окислением микроорганизмами, образующими биопленку на поверхности сорбента. В качестве сорбентов используют торф, древесные опилки, шлам от очистных установок, компост, песок, камни, кокс, пластмассы, антрацит, активированный уголь и т. д.

Выбор вида микроорганизмов зависит от состава очищаемого газа. Так, при наличии в ГВВ значительных количеств аммиака используются бактерии-денитрификаторы, а серосодержащих соединений – бактерии-десульфаторы. Для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов в среде должны присутствовать соединения, содержащие углерод, фосфор,

азот в соотношении 100 : 1 : 5, а также кальций, магний, железо и другие элементы. Показатель кислотности среды pH поддерживается на уровне 6 – 8, концентрация кислорода – 0,5 – 1,0 мг/л. При этом в качестве источника углерода используются соединения, содержащиеся в ГВВ. Температура ведения процесса должна быть оптимальной для жизнедеятельности выбранного вида микроорганизмов. Для обработки ГВВ могут быть применены аппараты как с фиксированным, так и с кипящим слоем носителя.

Особенно широкое распространение получили биофильтры, снабженные носителем с фиксированными клетками микроорганизмов, в которых периодически производится увлажнение носителя и подпитка микроорганизмов. Преимущества биосорбционного метода – универсальность, незначительные затраты, высокая эффективность.

Дезодорацию путем обычного биохимического окисления можно проводить в различных абсорберах. При биохимической дезодорации примесей в абсорбционной колонне суспензию аэробных бактерий помещают на тарелки либо на элементы насадки, над которыми расположены распылители, подающие питательный раствор и абсорбент.

Абсорбционно-окислительные методы дезодорации и обеззараживания основаны на поглощении газов водой или другими поглотителями. Они нашли самое широкое применение на предприятиях химической и микробиологической промышленности. Для этого может использоваться абсорбционное оборудование различных видов, рассмотренное ранее.

Для повышения эффективности абсорбционного метода в качестве абсорбента используют растворы многих окислителей (перманганата калия, оксида водорода, гипохлоритов натрия и кальция, галогенсодержащих соединений, кислот), а также кислород, озон и некоторые другие. Процесс обеззараживания и дезодорации перманганатом калия или гипохлоритом натрия проводится при pH < 6. Недостатками метода являются высокая стоимость окислителя, а также необходимость дополнительной обработки сточных вод для удаления диоксида марганца.

В некоторых случаях для дезодорации и обеззараживания газовоздушных выбросов используют ***комбинированные методы***. Например, после обработки отходящих газов водными растворами, включающими соли бромистой или йодистой кислоты, с одновременной обработкой ультрафиолетовым излучением запах не ощущается. Мощность УФ-излучения для газа, содержащего НПВ с концентрацией 1 г/м^3, должна быть не менее 0,1 Вт/м^3 · ч$^{-1}$.

Особо широкое применение в качестве окислителей нашли гипохлориты - соли хлорноватистой кислоты, которые можно достаточно легко получать электрохимическим превращением насыщенного раствора хлорида натрия (поваренной соли) прямо на месте дезодорации. Обычно электролизер с одной стороны соединяется трубопроводами с емкостью насыщенного раствора хлорида, с другой - с циркуляционной системой орошения абсорбера. Такая схема обвязки позволяет избежать образования загрязненных сточных вод. Дезодорация осуществляется путем подачи отходящих газов в промывную колонну, орошаемую раствором гипохлорита натрия. Величина pH поддерживается на уровне 10 – 11. Эффективность дезодорации достигает 99,9 %.

Существуют схемы дезодорации с использованием нескольких окислителей. Например, для устранения запахов ГВВ очищаемый газ подают в вертикальную полую башню через два ряда эжекторов. В первом ряду подают серную или соляную кислоты с концентрацией 0,5 – 5,0 %, во втором – гипохлорит натрия с концентрацией 100 – 1000 г/м^3. Время контакта ГВВ с окислителем около 5 с при удельном расходе жидких реагентов 0,0012 – 0,12 л/м^3 очищаемого газа и размере капель жидкости менее 10 мкм. Для нейтрализации образующихся кислот и предотвращения накопления ионов хлора рекомендуется вести процесс дезодорации при щелочных значениях pH.

Эффективность дезодорации и обеззараживания ГВВ гипохлоритом натрия повышается путем предварительной обработки очищаемых газов кислотами с последующей промывкой выбросов щелочами, а также при использовании катализаторов на основе оксида цинка. Этот метод наиболее рационально может быть применен для дезодорации ГВВ с повышенной температурой. При этом отходящие газы и раствор гипохлорита натрия с концентрацией 100 – 500 г/м^3 подают прямотоком в верхнюю часть колонны. Параметры процесса выбирают так, чтобы при испарении воды капли не исчезали, но их диаметр был меньше 10 мкм. Рекомендуемое время контакта – около 10 с.

После испарения части воды концентрация ее в газовом потоке должна быть в пределах 0,001 – 0,1 кг/м^3. Если ГВВ содержат высококипящие НПВ, газ первоначально направляется в конденсатор, а затем – в колонну дезодорации. Концентрация гипохлорита натрия, подаваемого на орошение, составляет 0,1 – 0,5 кг/м^3.

Для проведения совместного процесса дезодорации и обеззараживания в некоторых случаях используют хлор, однако при этом следует учи-

тывать, что на эффективности процесса отрицательно сказывается присутствие в выбросах нефтепродуктов, СПАВ, жирных кислот и спиртов, а также сочетаний много- и одноатомных фенолов, что приводит к образованию хлорпроизводных соединений.

В некоторых случаях целесообразно использовать ***адсорбционно-окислительную дезодорацию*** ГВВ, которая проводится на твердых поглотителях с помощью озона. В качестве адсорбентов применяются активированный уголь, цеолиты, силикагели. Для повышения эффективности их пропитывают различными окислителями – перманганатами, гипохлоритами, пероксидами и др. Схема адсорбционно-окислительной дезодорации газовоздушных выбросов приведена на рис. 14.1.

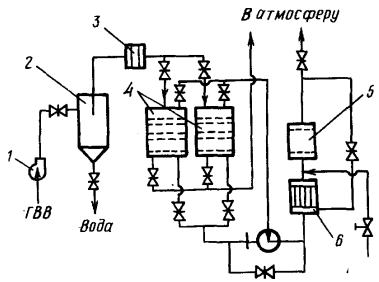

Рис. 14.1. Принципиальная схема адсорбционно-окислительной дезодорации газовоздушных выбросов: 1 – вентилятор; 2 – влагоотделитель; 3 – фильтр; 4 – адсорбер; 5 – реактор; 6 – теплообменник

Газовоздушные выбросы вентилятором подаются во влагоотделитель и фильтр для удаления влаги, затем они поступают в один из двух многополочных адсорберов. В адсорберах попеременно происходит окисление НПВ с помощью озона, адсорбированного на силикагеле, и регенерация последнего озоном. Дезодорированный поток проходит санитарную обработку в реакторе каталитического окисления, где освобождается от остаточного содержания озона и выбрасывается в атмосферу. Для использования теплоты газовоздушного потока применяется теплообменник.

Успешно используются для обеззараживания и дезодорации ГВВ и другие окислители, например смесь 10 % раствора сульфита натрия с 1 % раствором хлоргидрата гидроксиламина. Образующиеся после очистки сточные воды аэрируют воздухом и подают обратно в абсорбер.

Дезодорацию НПВ можно проводить оксидом, гидроксидом, хлоридом или сульфатом железа в концентрации 0,1 – 50,0 г/л. Водный раствор

соединений железа циркулирует в замкнутой системе абсорбер –насос – аэратор – абсорбер. В аэраторе абсорбент насыщается воздухом и доводится до температуры, оптимальной для процесса дезодорации и обеззараживания ГВВ.

14.2. Дезодорация и обеззараживание газовоздушных выбросов озоном

Одним из наиболее эффективных средств дезодорации и обеззараживания является озон. Метод озонирования имеет целый ряд преимуществ:

- высокая окислительная активность по отношению к спиртам, нефтепродуктам, фонолам и другим сложным соединениям;
- доступность сырья (кислород воздуха) для получения озона, технологическая гибкость и незначительный расход кислорода. Процесс дезодорации в этом случае можно рассматривать как суммарный эффект окисления органических веществ и маскировки запаха НПВ.

Процесс дезодорации и обеззараживания ГВВ озоном осуществляют в газовой или жидкой фазах. Окисление НПВ (неприятнопахнущих веществ) в газовой фазе обычно проводят при низкой их концентрации в выбросах. В этом случае озон вводится во всасывающую линию газового тракта. При интенсивном перемешивании озона с ГВВ в вентиляторе (дымососе) эффективность дезодорации значительно повышается.

На крупнейшей в США установке по дезодорации и обеззараживанию газов концентрация озона в озоновоздушной смеси составляет 1 %. Время контакта НПВ с озоном – 15 – 25 с. Недостатками метода газофазной дезодорации являются низкая степень использования озона и необходимость в длительном времени контакта.

Абсорбционно-окислительный метод дезодорации и обеззараживания позволяет сократить время контакта ГВВ и окислителя от 30 до 3 с и снизить удельный расход озона. При этом для эффективной дезодорации и обеззараживания ГВВ необходима концентрация озона в жидкости 0,45 – 1,0 г/м^3.

На рис. 14.2. приведена принципиальная схема установки дезодорации и обеззараживания ГВВ, разработанной в Белорусском государственном технологическом университете и внедренной на ряде предприятий республики и СНГ.

Данная установка включает газофазный реактор, насос, абсорбер. Абсорбер представляет собой аппарат насадочного типа, в верхней части которого установлен центробежный распылитель. В качестве насадки используются керамические кольца Рашига размерами 50 х 50 х 5 мм с высотой слоя насадки 2000 мм. Насадка загружается на опорную решетку с диаметром отверстий 30 мм. В центре аппарата имеется полое цилиндрическое пространство. На расстоянии 350 мм над насадкой расположены форсунки для распыливания жидкости.

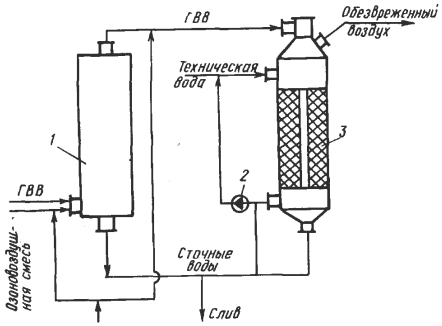

Рис. 14.2. Принципиальная схема установки дезодорации и обеззараживания газовоздушных выбросов озоном: 1 – газофазный реактор;2 – насос; 3 – абсорбер

Установка работает следующим образом. Газовоздушный поток и озоновоздушная смесь поступают из озонатора в газоход со встроенным завихрителем, где происходит их интенсивное перемешивание. Затем поток поступает в газофазный реактор, представляющий собой вертикальный цилиндрический аппарат, в котором происходит окисление органических веществ в газовой фазе. Время контакта – 5 – 6 с. Газовоздушный поток с частично окисленными НПВ и остаточным озоном после газофазного реактора направляется по газоходу в абсорбер, орошаемый технической водой. В верхней части аппарата происходит перемешивание воздуха, содержащего озон, с тонкодиспергированными каплями жидкости. Затем газожидкостная смесь поступает прямотоком на насадку, где происходит доулавливание НПВ и их окисление озоном в жидкой фазе. Кроме того, в жидкой фазе в зоне насадки происходит доулавливание непрореагировавшего озона. В установке предусмотрена подача озоно-воздушной смеси в газоход перед абсорбером. Образующиеся сточные воды частично возвра-

щаются в аппарат, а частично поступают на систему биологической очистки.

По сравнению с водой большой эффективностью обладают абсорбенты на основе водных растворов кислот, щелочей, пероксида водорода, бромидов щелочных металлов.

Жидкофазное окисление озоном НПВ может использоваться как вторая ступень дезодорации после газофазного окисления, что предотвращает выброс в атмосферу непрореагировавшего озона и недоокисленных органических соединений.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое обеззараживание газовоздушных выбросов?
2. Что такое дезодорация газовоздушных выбросов и для чего она проводится?
3. От каких факторов зависит выбор метода очистки газовых выбросов?
4. На чем основана биосорбционная дезодорация?
5. В каких случаях применяют комбинированные методы дезодорации и обеззараживания газовоздушных выбросов?
6. В чем заключается метод озонирования?
7. Назовите преимущества метода озонирования.