

УФ-удаление запахов и очистка газов: где применимо и как это работает?

В чём состоит «проблема запахов» и почему к ней привлекают УФ-технологии?

Запахи в городской и сельской среде сопровождают широкий круг объектов: коммунальную инфраструктуру (очистные сооружения канализации, мусоропереработку), пищевую промышленность, переработку рыбы, сельское хозяйство и предприятия общепита. Вблизи таких источников в воздух попадает смесь летучих неорганических и органических соединений, представляющих санитарную и экологическую проблему. В материале подчёркивается, что чувствительность населения к ухудшению «комфортности» среды высока, а спектр соединений широк, что требует технологий с универсальным механизмом разрушения загрязнителей.

Какие электроразрядные методы используют для удаления запахов и очистки газов?

Электроразрядные методы применяют для удаления пыли, разрушения токсичных примесей и дезодорирования. Их действие базируется на плазмохимии: в разряде образуются электроны, ионы, возбужденные атомы и молекулы, радикалы OH , N , H , O , а также химически активные молекулы (например, озон), которые и вступают в реакции с примесями. В отличие от многих химических способов, электрический разряд способен разрушать широкий набор веществ—но эффективность определяется как наработкой активных радикалов и озона на первом этапе, так и оптимальностью условий протекания последующих реакций. В некоторых схемах озono-воздушную смесь готовят отдельно и вводят в поток очищаемого воздуха.

Зачем к физическим методам добавляют каталитическую ступень (плазмокатализ)?

Повышение эффективности и безопасности достигается подключением каталитической доочистки. Такое сочетание называют плазмокаталитическим: после газоразрядного реактора загрязнения дополнительно разрушаются на катализаторе, а активные компоненты (озон, радикалы и пр.) удаляются перед выпуском воздуха. Это снижает

риски, связанные с продуктами плазменной стадии, и повышает итоговую степень очистки. Описанная логика процесса подчёркивает роль последовательности стадий: плазмообразование (радикалы, озон, возбуждённые частицы) → контакт с катализатором → выпуск уже безопасного потока.

Есть ли примеры промышленных реализаций и какие у них ограничения?

Приводится пример «мокрого» частотно-импульсного коронного разряда с подачей воды в реакционную зону: расход газа — до 6000 м³/ч при мощности 10 кВт. Отмечается тенденция дополнять физические методы катализикой, однако подчёркивается и сдержанность рынка: несмотря на заявленные показатели, плазмокаталитические установки пока не получили массового распространения. Указываются причины сомнений: стоимость, ресурс электроразрядной части (высокие напряжения, износ электродов), стойкость технологических элементов в агрессивной среде, сложность обеспечения однородного и стабильного во времени объёмного разряда.

Также приводятся данные по энергозатратам ряда решений: «до 1,7 кВт·ч на 1000 м³ воздуха», а для другого диапазона производительностей (750—120 000 м³/ч) заявлены 0,2—0,5 кВт·ч на 1000 м³. Эти цифры подаются как заявленные параметры, что важно учитывать при оценке экономичности.

Чем УФ-технологии для удаления запахов отличаются от электроразрядных?

Отмечается рост интереса к УФ-технологиям именно в задачах дезодорации: они проще в реализации и зачастую экономичнее по сравнению с электроразрядными методами. УФ-облучение — физический метод, который не требует реагентов (исключение — специальные схемы активированных окислительных процессов), а его ключевое эксплуатационное преимущество — удобство «доставки» энергии в реактор: излучение легко вводится в объём и на поверхность, где нужна реакция. Это также позволяет обойти типичные проблемы электрических разрядов на атмосферном давлении (однородность разряда в объёме и ресурс электродов).

Как УФ-излучение участвует в разрушении пахучих соединений?

В материале описаны два подхода:

- **Фотокаталитическое УФ-окисление.** Загрязнённый воздух пропускают через фотореактор; органика адсорбируется на адсорбенте/полупроводнике, облучаемом УФ-светом, что запускает фотокаталитическую реакцию и углублённое окисление. Упомянута стабильная работа фотокатализатора в течение «нескольких тысяч часов» и высокая эффективность очистки—99,8 %. Мощность ламп регулируется по расходу, а замены фотокатализатора не требуется (в отличие от активированного угля). При этом эксплуатационные затраты ниже, но с учётом капитальных вложений суммарные расходы за три года могут быть на 65—75 % выше по сравнению с угольными системами. Эти соотношения приведены как ориентиры для оценки выбора технологии.
- **Озонообразующее УФ-облучение (185/254 нм) без катализатора.** Одна из описанных систем использует линии 185 и 254 нм: вдоль ламп в кварцевых чехлах подают чистый внешний воздух для генерации озона (185 нм), после чего озono-воздушная смесь вводится в очищаемый поток; далее озон взаимодействует с примесями и частично превращается в атомарный кислород и радикалы ОН при поглощении 254 нм. Такой приём позволяет использовать обе линии максимально эффективно. Указывается общая электрическая мощность менее 1,5 кВт (включая компрессор) и эффективность порядка 98 % (описание схемы приведено без необходимости ссылаться на рисунок).

В чём преимущества УФ-методов в «воздушных» задачах и где их границы?

Преимущество УФ-подхода — технологическая простота, возможность гибко дозировать излучение по расходу воздуха и нацеленность на физический механизм, не требующий постоянного подвоза реагентов. Отдельно отмечена «транспортируемость» излучения в реактор и к поверхности, где должна идти реакция. В то же время для расширения диапазона применимости и повышения глубины разрушения соединений УФ нередко комбинируют с катализикой или другими степенями. Такой «много барьерный» подход становится стандартом даже в малогабаритных установках для офисов и жилья, поскольку у каждого метода есть сильные и слабые стороны.

Можно ли опираться только на один метод, или лучше комбинировать?

Сделан аккуратный вывод: ни один способ сам по себе не является универсальным. Чтобы добиться требуемой глубины очистки воздуха от запахов при разумных энергозатратах и с соблюдением требований по

безопасности, целесообразно комбинировать методы (плазма/озон → катализ, УФ → фотокатализ и т. д.). Именно сочетание этапов позволяет совместить селективность, глубину окисления и контроль побочных активных компонентов на выходе. Такой подход прямо назван «концепцией многобарьерной очистки воздуха».

Какие ориентиры по расходам и энергоэффективности встречаются в описанных решениях?

В текст включены заявленные производителями и разработчиками ориентиры, которые помогают сопоставлять решения одного класса:

- расход до **6000 м³/ч** при **10 кВт** (импульсный «мокрый» коронный разряд);
- энергозатраты до **1,7 кВт·ч/1000 м³** воздуха для одной из установок;
- диапазон производительностей **750—120 000 м³/ч** при **0,2—0,5 кВт·ч/1000 м³** для другой линейки;
- эффективность **≈98 %** для схемы с УФ-линиями **185/254 нм**;
- для фотокаталитической системы сообщается эффективность **99,8 %**, пониженные эксплуатационные затраты, но более высокие суммарные расходы за 3 года при учёте капитальных вложений (**+65—75 %** относительно систем с углём).

Эти данные приводятся как встречающиеся в описании конкретных решений и важны именно как ориентиры для технико-экономической оценки при проектировании.