

# ВЫБОР МЕТОДА ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДОВ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Очистка стоков промышленных предприятий является важной частью технологического процесса. Помимо того что качественная очистка стоков позволяет предприятию избежать санкций за нарушение экологического законодательства, но и 90–95 % очищенных стоков может быть повторно использовано в оборотном водоснабжении производственных цехов, а это немалая экономия на водопотреблении.

### Классификация промышленных сточных вод

Так как на различных предприятиях используются разнообразные технологии, то и перечень вредных веществ, попадающих в ходе технологических процессов в промышленные стоки, очень различается.

Принято условное деление промышленных стоков на пять групп по видам загрязнений. Химический состав загрязняющих веществ при данной классификации различается в пределах одной и той же группы, а за систематизирующий признак взято сходство используемых технологий очистки:

- группа 1: примеси в виде взвешенных веществ, механические примеси, в том числе гидроксиды металлов;
- группа 2: примеси в виде масляных эмульсий, нефтесодержащие примеси;

- группа 3: примеси в виде летучих веществ;
- группа 4: примеси в виде моющих растворов;
- группа 5: примеси в виде растворов органических и неорганических веществ, обладающих токсичными свойствами (цианиды, соединения хрома, ионы металлов).

### Методы очистки промышленных стоков

Для удаления загрязняющих веществ из промышленных сточных вод существует несколько методов. Выбор метода очистки производственных стоков в каждом конкретном случае осуществляется, основываясь на составе исходных стоков и требуемом качественном составе очищенной воды. Так как в некоторых случаях загрязняющие компоненты относятся к различным видам, то для таких условий целесообразно применение комбинированных методов очистки:

- механические методы: фильтрование, процеживание, отстаивание;
- химические методы: коагуляция, нейтрализация, флокуляция;
- физико-химические методы: отдувка, флотация, электрохимические методы, комбинированные методы.

### Методы очистки производственных стоков от нефтепродуктов и взвешенных веществ

Для очистки промышленных стоков первых двух групп наиболее часто используется отстаивание, для чего могут применяться отстойники или гидроциклоны. Также в зависимости от количества механических примесей, размера взвешенных частиц и требований к очищенной воде в очистных сооружениях осуществляются флотация и фильтрование стоков. При этом следует учитывать, что некоторые виды взвешенных примесей и масел обладают полидисперсными свойствами.

Несмотря на то что отстаивание является широко используемым методом очистки, оно обладает рядом недостатков. Отстаивание промышленных стоков для получения хорошей степени очистки, как правило, требует очень продолжительного времени. Хорошими показателями очистки при отстаивании считаются 50–70 % очистки от нефтепродуктов и масел и 50–60 % очистки для взвешенных веществ.

Более эффективным методом осветления сточных вод является флотация. Флотационные установки позволяют значительно сократить время очистки стоков, при этом степень очистки для загрязнений нефтепродуктами и механическими примесями достигает показателя в 90–98 %. Такая высокая степень очищения получается при флотации в течение 20–40 минут.

На выходе из флотационных установок количество взвешенных частиц в воде составляет около 10–15 мг/л. В то же время это не соответствует требованиям, предъявляемым для оборотных вод ряда промышленных предприятий, и требованиям экологического законодательства для сброса промстоков на рельеф. Для более качественного удаления загрязняющих факторов из производственных стоков на очистных станциях используют фильтры. Фильтрующим наполнителем выступает пористый либо мелкозернистый материал, например: адсорбент ГЛИНТ, кварцевый

песок, антрацит. В фильтровальных установках последних модификаций часто применяются наполнители из пеноуретанов и пенополистиролов, которые обладают большей емкостью и способны многократно регенерировать для повторного использования.

### Реагентный метод

Фильтрование, флотация и отстаивание позволяют удалять из сточных вод механические примеси от 5 мкм и больше, удаление более мелких частиц можно осуществить только после предварительной реагентной обработки. Добавление в промышленные стоки коагулянтов и флокулянтов вызывает образование хлопьев, которые в процессе осаждения вызывают сорбацию взвешенных веществ. Некоторые виды флокулянтов ускоряют процесс самокоагуляции частиц. Наиболее распространены в качестве коагулянтов хлорное железо, сернистый алюминий, железный купорос, в качестве флокулянтов – полиакриламид и активированная кремниевая кислота. В зависимости от технологических процессов, применяемых на основном производстве, для флокуляции и коагуляции можно использовать образующиеся на предприятии вспомогательные вещества. Таким примером может служить применение в машиностроительной отрасли отработанных травильных растворов, содержащих сульфат железа.

Реагентная обработка увеличивает показатели очистки сточных вод промышленного предприятия до 100 % от механических примесей (включая мелкодисперсные) и до 99,5 % от эмульсий и нефтепродуктов. Минусом данного метода является усложнение обслуживания и эксплуатации очистной станции, поэтому на практике он применяется только в случаях повышенных требований к качеству очистки стоков.

На сталелитейных производствах взвешенные вещества в сточных водах могут более чем наполовину состоять из железа и его оксидов. Такой состав промышленной воды позволяет использовать для очистки безреагентную коагуляцию. В данном случае коагуляция загрязняющих железосодержащих частиц будет осуществляться за счет магнитного поля. Очистные станции на таком производстве представляют собой комплекс из магнитокоагулятора, магнитных фильтров, магнитных фильтроциклонов и прочих установок с магнитным принципом действия.

## Методы очистки промышленных стоков от растворенных газов и поверхностно-активных веществ (ПАВ)

Третья группа промышленных стоков представляет собой растворенные в воде газы и летучие органические вещества. Удаление их из сточных вод осуществляется методом отдувки или десорбции. Данный метод заключается в пропускании через жидкость мелких пузырьков воздуха. Поднимающиеся к поверхности пузырьки захватывают с собой растворенные газы и удаляют их из стоков. Барботирование воздуха через промышленные сточные воды не требует специальных дополнительных устройств, кроме самой барботажной установки, а утилизация освобожденных газов может осуществляться, например, сорбционным методом. В зависимости от количества отработанного газа в ряде случаев целесообразно его сжигание в каталитических установках.

Для очистки стоков, содержащих моющие вещества, применяется комбинированный метод очистки. Здесь могут быть применены:

- адсорбция на инертных материалах или природных сорбентах,
- ионный обмен,
- коагуляция,
- экстракция,
- пенная сепарация,
- деструктивное разрушение,
- химическое осаждение в виде нерастворимых соединений.

Комбинация используемых способов удаления загрязнений из воды подбирается по составу исходных стоков и требованиям к очищенным стокам.

## Методы очистки растворов органических и неорганических веществ, обладающих токсичными свойствами

В большинстве своем стоки пятой группы образуются на гальванических и травильных линиях и представляют собой концентраты солей, щелочей, кислот и промывной воды с различными показателями кислотности. Сточные воды такого состава на очистных установках подвергаются реагентной обработке, чтобы

- понизить кислотность,
- понизить щелочность,
- коагулировать и осадить соли тяжелых металлов.

В зависимости от мощностей основного производства концентрированные и разбавленные

растворы могут либо смешивать, а затем нейтрализовать и осветлять (малые травильные отделения), либо в крупных травильных отделениях производить отдельную нейтрализацию и осветление растворов различной концентрации.

Нейтрализация кислых растворов обычно выполняется 5–10%-ным раствором гашеной извести, при этом происходят образование воды и выпадение осадка нерастворимых солей и гидроксидов металлов.

Кроме гашеной извести, в качестве нейтрализатора могут использоваться щелочи, сода, аммиачная вода, но их применение целесообразно в том случае, если они образуются в качестве отходов на данном предприятии. При нейтрализации сернокислотных стоков гашеной известью образуется гипс. Гипс имеет свойство оседать на внутренних поверхностях трубопроводов и вызывать тем самым сужение проходного отверстия, особенно подвержены этому трубопроводы из металла. В качестве профилактики в такой ситуации возможно производить очистку труб промывкой, а также использовать трубопроводы из полиэтилена.

Сточные воды гальванических производств подразделяют не только по показателю кислотности, но и по их химическому составу. В данной классификации выделяются три группы стоков:

- хромсодержащие,
- цианистые,
- разные (кислые и щелочные).

Такое разделение обусловлено специфическими технологиями очистки стоков в каждом случае.

## Очистка хромсодержащих стоков

В хромсодержащих стоках содержится шестивалентный высокотоксичный хром. Его обеззараживание происходит при восстановлении до трехвалентных соединений с натрием.

Сульфат железа очень дешевый реагент, поэтому в прошлые годы такой способ обеззараживания был очень распространен. В то же время хранение сульфата железа (II) очень затруднительно, так как он быстро окисляется до сульфата железа (III), поэтому рассчитать правильную дозировку для очистной установки тяжело. Это один из двух недостатков данного способа. Вторым недостатком является большое количество осадков в данной реакции.

Современные очистные установки для очистки гальванических стоков используют газ – диоксид серы либо сульфиты. Протекающие при этом процессы уже достаточно описаны.

На скорость данных реакций влияет pH раствора: чем выше кислотность, тем быстрее восстанавливается шестивалентный хром до трехвалентного. Самым оптимальным показателем кислотности для реакции восстановления хрома является  $\text{pH} = 2\text{--}2,5$ , поэтому при недостаточной кислотности раствора его дополнительно смешивают с концентрированными кислотами. Соответственно, смешивание хромсодержащих стоков со стоками меньшей кислотности необходимо и экономически невыгодно.

Также с целью экономии хромистые сточные воды после восстановления не следует нейтрализовать отдельно от остальных стоков. Их соединяют с остальными, включая циансодержащие, и подвергают общей нейтрализации. Для профилактики обратного окисления хрома за счет избытка хлора в цианистых стоках можно воспользоваться одним из двух способов: либо увеличить количество восстановителя в хромистых стоках, либо удалить избыточный хлор в цианистых стоках тиосульфатом натрия. Выпадение в осадок происходит при  $\text{pH} = 8,5\text{--}9,5$ .

### Очистка циансодержащих стоков

Цианиды являются очень токсичными веществами, поэтому технология и методы очистки сточных вод гальванического цеха должны соблюдаться очень строго.

Обезвреживание цианидов производится в основной среде с участием газообразного хлора, хлорной извести либо гипохлорита натрия. Окисление цианидов до цианатов происходит в два этапа с промежуточным образованием хлорциана – очень токсичного газа, при этом в очистной установке должны постоянно поддерживаться условия, когда скорость второй реакции превышает скорость первой.

Расчетным путем были выведены, а позже и подтверждены практически следующие оптимальные условия для данной реакции:  $\text{pH} > 8,5$ ;  $t$  сточных вод ниже  $50\text{ }^\circ\text{C}$ ; концентрация цианидов в исходной сточной воде не выше  $1\text{ г/л}$ .

Дальнейшая нейтрализация цианатов может выполняться двумя способами. Выбор способа будет зависеть от кислотности раствора:

- при  $\text{pH} = 7,5\text{--}8,5$  осуществляется окисление до углекислого газа и газообразного азота;
- при  $\text{pH} < 3$  производится гидролиз до солей аммония.

Важным условием для применения гипохлоритного метода обезвреживания цианидов является соблюдение их концентрации в сточных водах гальванических производств не выше

$100\text{--}200\text{ мг/л}$ . Большая концентрация токсичного вещества в стоках требует предварительного понижения данного показателя путем разбавления.

Завершающим этапом очистки цианистых гальванических стоков выполняется удаление соединений тяжелых металлов и нейтрализация по показателю pH. Как уже отмечалось выше, нейтрализацию цианистых стоков рекомендуется выполнять совместно со стоками двух других видов – хромсодержащими и кислыми со щелочными. Гидроокиси кадмия, цинка, меди и прочих тяжелых металлов также целесообразнее выделять и удалять в виде взвесей на смешанных стоках.

### Очистка разных стоков (кислых и щелочных)

Кислые и щелочные сточные воды гальванических производств образуются при обезжиривании, травлении, никелировании, фосфатировании, лужении и т.д. В них не содержатся соединения циана или хрома, т.е. они не являются токсичными, а загрязняющими факторами в них выступают детергенты (поверхностно-активные моющие вещества) и эмульгированные жиры. Очистка кислых и щелочных сточных вод гальванических цехов заключается в их частично взаимной нейтрализации, а также в нейтрализации с помощью специальных реагентов, таких как растворы соляной или серной кислоты и известковое молоко. Вообще нейтрализацию стоков в данном случае правильно называть коррекцией pH, так как разные по кислотности-щелочному составу растворы в итоге будут приведены к среднему показателю кислотности.

Наличие ПАВ и масляно-жировых включений в растворах не мешает реакциям нейтрализации, но снижает общее качество очистки стоков, поэтому жиры удаляются из стоков методом фильтрации, а в качестве ПАВ необходимо применять только мягкие детергенты, которые способны биологически разлагаться.

Кислые и щелочные сточные воды после нейтрализации в составе смешанных стоков направляются для осветления в отстойники или центрифуги. На этом завершается химический метод очистки стоков гальванических линий. Кроме химического метода, очистка гальванических стоков может осуществляться электрохимическим и ионообменным методами.

*Статья предоставлена  
ООО «КВАНТ МИНЕРАЛ».*