

ЭКСТРАКЦИОННЫЕ  
СПОСОБЫ ОЧИСТКИ.  
ЭВАПОРАЦИОННЫЕ  
СПОСОБЫ ОЧИСТКИ

# ЭКСТРАКЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ

Для выделения из производственных сточных вод растворенных в них органических веществ, например фенолов и жирных кислот, можно использовать способность этих веществ растворяться в какой-либо иной жидкости, не растворимой в очищаемой воде. Если такую жидкость прибавлять к очищаемой сточной воде и перемешивать, то эти вещества будут растворяться в прибавленной жидкости, а концентрация их в сточной воде будет уменьшаться.

Этот физико-химический процесс основан на том, что при тщательном перемешивании двух взаимно нерастворимых жидкостей всякое вещество, находящееся в растворе, распределяется между ними в соответствии со своей растворимостью согласно закону распределения. Если же после этого прибавленную жидкость выделить из сточных вод, то последние оказываются частично очищенными от растворенных веществ.

Этот способ удаления растворенных веществ из сточных вод называют **жидкостной экстракцией**; удаляемые при этом растворенные вещества — **экстрагируемыми веществами**, а добавляемую, не смешивающуюся со сточными водами жидкость — **экстрагентом**. В качестве экстрагентов применяются бутилацетат, изобутилацетат, диизопропиловый эфир, бензол и др.

Экстрагент не должен образовывать эмульсии с водой, так как это ведет к снижению производительности установки и к увеличению потерь растворителя, должен легко регенерироваться, быть нетоксичным.

Отношение взаимоуравновешивающихся концентраций в двух несмешивающихся (или слабо смешивающихся) растворителях при достижении равновесия является постоянным и называется **коэффициентом распределения**.

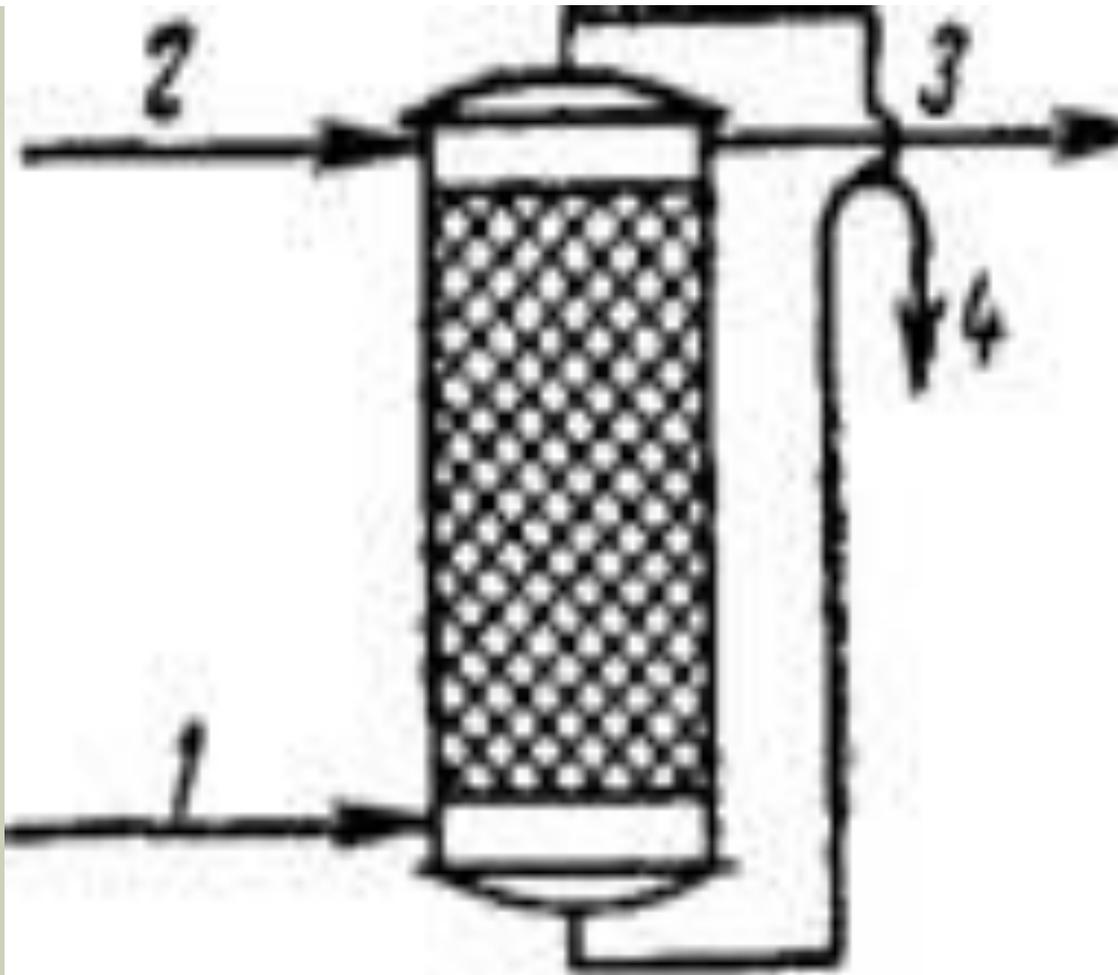
# ТЕХНИКА ЭКСТРАКЦИОННОЙ ОЧИСТКИ

К сточной воде добавляют экстрагент и перемешивают их до установления равновесного распределения примеси между обоими растворителями. При последующем отстаивании смесь из-за разности плотностей разделяется на два слоя, которые могут быть отделены друг от друга механическим путем.

При однократной экстракции нельзя полностью удалить из сточных вод экстрагируемое вещество; это может быть достигнуто лишь в результате повторной экстракции одной и той же порции воды новыми порциями экстрагента, что и применяют на практике. Этот способ недостаточно экономичен, так как требует большого количества экстрагента. Так, например, чтобы уменьшить концентрацию фенолов в очищенных сточных водах с 6 до 0,1 г/л, нужно произвести несколько экстракций и для очистки 1 л сточной воды затратить такого экстрагента, как бензол, 2,2 л.

Более экономично проводить экстракцию, направляя поток экстрагента навстречу потоку сточных вод (**противоточная экстракция**). В этом случае для снижения концентрации фенолов с 6 до 0,1 г/л необходимо всего 0,5 л того же экстрагента (бензола) на 1 л сточной воды. Уменьшение расхода экстрагента при противоточной экстракции обусловливается большим насыщением бензола фенолом, достигающим 10–15 г/л. Экстракция по такому принципу проводится в экстракционных колоннах или в каскаде экстракторов).

Для лучшего смешивания очищаемых вод с экстрагентами внутри экстракторов устраивают перегородки или устанавливают мешалки. Если экстрагент имеет меньшую плотность, чем сточная вода, то ее подают сверху, а экстрагент — снизу. В противном случае подачу сточных вод осуществляют снизу, а экстрагента — сверху.



1 — чистый экстрагент; 2 — сточная вода; 3 — экстрагент, насыщенный загрязнениями; 4 — очищенная вода

В трехступенчатом каскаде противоточной экстракции очищаемые сточные воды проходят последовательно три экстрактора, оборудованных механическими мешалками. Чистый экстрагент вводят в третий экстрактор, в котором очищаемые воды содержат сравнительно немного загрязнений. После выделения в отстойнике третьей ступени этот экстрагент перекачивается во второй экстрактор, где находится более концентрированная сточная вода, чем в третьем экстракторе. После отделения в отстойнике второй ступени экстрагент подается в первый экстрактор, где концентрация загрязнений в нем достигает предельной величины. Экстрагент, выделенный в отстойнике первой ступени, направляется на регенерацию и повторное использование.

Экстрагенты по их растворяющей способности могут быть разделены на две группы. Одни из них могут извлекать преимущественно только одну какую-нибудь примесь или примеси только одного класса, другие же — большую часть примесей данных сточных вод (в предельном случае — все). Экстрагенты первого типа называют селективными (избирательными).

Экстрагирующие свойства растворителя можно усилить путем использования синергического эффекта, обнаруженного при экстракции смешанными растворителями. Например, при извлечении фенола из сточных вод отмечается улучшение экстракции бутилацетатом в смеси с бутиловым спиртом.

# ЭВАПОРАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ

Очистка производственных сточных вод эвапорационным способом состоит в том, что через сточную воду, нагретую приблизительно до  $100^{\circ}\text{C}$ , пропускается насыщенный водяной пар, который увлекает летучие примеси. Далее пар проходит через какой-либо нагретый также примерно до  $100^{\circ}\text{C}$  поглотитель, в котором из пара удаляются захваченные им примеси (регенерация пара). Освобожденный от них водяной пар снова направляется на очистку сточных вод

Очистка сточных вод эвапорационным методом может производиться только в условиях прохождения пара навстречу протекающей воде.

Аппарат, применяемый при эвапорационном методе, представляет собой колонну, состоящую из двух частей: **эвапорационной**, где происходит очистка сточных вод, и **поглощительной**, где происходит регенерация пара.

**Преимущество эвапорационной очистки сточных вод** по сравнению с другими методами регенеративной очистки заключается в том, что при этом способе в сточные воды не вводятся добавочные загрязнения в виде остающихся в воде реагентов.

Для многих увлекаемых с водяным паром летучих веществ при малых их концентрациях в растворе (что характерно для большинства сточных вод) между концентрацией вещества в жидкой фазе и паровой фазе устанавливается равновесие.

В эвапорационных колоннах процесс протекает непрерывно. Пар, прошедший эвапорационную колонну, подается в поглотительную колонну, где происходит выделение захваченных веществ.

Так, например, выделение фенола из пара достигается путем пропускания пара через нагретый до  $100^{\circ}\text{C}$  раствор щелочи. Щелочь переводит фенол в феноляты, которые являются нелетучими, т. е. не уносятся водяным паром. Освобожденный от фенола пар снова подается в эвапорационную колонну.

В верхней части эвапорационной колонны концентрация отгоняемого вещества в сточной воде и паре максимальная. Насыщение пара происходит при равновесной концентрации, равной концентрации загрязненного вещества в сточной воде.

Для извлечения фенола из пара применяют 10–20%-ный раствор гидроксида натрия. Теоретически необходимый расход последнего составляет 0,2 кг на 1 кг фенола; однако в производственных условиях его расходуется в 2–3 раза больше (0,5–0,6 кг/кг). В общей сложности на 1 м<sup>3</sup> очищенной сточной воды расходуется; пара 20 кг, гидроксида натрия 2,2 кг, электроэнергии 18 кВт-ч.

Метод эвапорации достаточно прост, дает хорошие технико-экономические показатели и удобен для последующей биологической доочистки обесфеноленной сточной воды (отсутствуют дополнительные загрязнения, как, например, при обесфеноливании методами экстракции).