

# ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИОННЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

**Л.В. БОРОВСКАЯ**, доцент, канд. хим. наук, профессор РАЕ

[borovskya@yandex.ru](mailto:borovskya@yandex.ru); **С.П. ДОЦЕНКО**, профессор, д-р Техн. наук

*Кубанский государственный технологический университет*

С подмыльными щелоками сточных вод предприятий пищевой ( в частности, масложировой) промышленности в водоемы попадают белки, жиры, масла и красители, низко- и высокомолекулярные мыла и содопродукты. Их наличие создает трудности для очистки сточных вод в системе горводоканала. Поэтому удаление их на территории мыловаренного завода (локальная схема очистки) наиболее экономически оправдана. Содержание жировых примесей в виде мыл в подмыльных щелоках доходит до 2 % при содержании содопродуктов в пределах ОД %, что дает рН раствора до 12 единиц. Очистка подмыльных щелоков от мыл осложнена тем, что мыла обладают сильно выраженными поверхностно-активными свойствами. К поверхностно-активным веществам (ПАВ), относятся соединения, обладающие способностью при адсорбции на поверхности раздела значительно понижать поверхностную энергию. Эта способность объясняется наличием в структуре молекул, помимо неполярной углеводородной части, асимметрично расположенных полярных групп атомов. Полярные группы, такие, как  $\text{COO}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{PO}_4$ , ориентируются на границе раздела фаз преимущественно в сторону более полярной фазы (воды), в то время как углеводородные радикалы стремятся приблизиться к менее полярной фазе.

Характер действия ПАВ определяется числом и расположением в молекуле полярных групп, а также степенью полярности (гидрофильности) последних. Молекулы, имеющие полярную группу на конце, образуют на поверхности раздела вертикально ориентированный адсорбционный слой.

Полярные группы в воде ионизируются. Если заряд ионов отрицательный, вещество называют анион-активным. Они адсорбируются главным образом на положительно заряженных участках поверхности. Важнейшей особенностью ПАВ с достаточно большим углеводородным радикалом и сильной полярной группой является их способность при некоторой критической концентрации (ККМ) образовывать мицеллы – скопления множества ориентированных молекул. Такие ПАВ называют коллоидными. Это типичные мыла. Так же как и при адсорбции на поверхности, молекулы коллоидных ПАВ в мицеллах ориентированы полярными группами в сторону более полярной фазы.

Основную часть ПАВ подмыльных щелоков составляют натриевые мыла низкомолекулярных и ненасыщенных жирных кислот, входящие в состав выпускаемых жировых мыл.

Характерной особенностью ПАВ является их длительное биохимическое разложение, что ведет к стойкому загрязнению окружающей среды. Время, в течение которого концентрация анионных ПАВ в воде водоемов снижается на 50% за счет биохимического разложения, составляет, от нескольких суток до десятков и даже сотен суток в зависимости от химического строения. Период полураспада ПАВ в речной воде равен примерно 15 суткам. Жирные кислоты по способности к окислению относят к биохимически «мягким» веществам. При традиционной очистке сточных вод в системе горводоканала степень удаления этих ПАВ находится в пределах 65—88%, составляя в среднем 80% для «мягких» ПАВ.

В данной работе предлагается способ очистки подмыльных щелоков электрокоагуляционным способом, который включает подачу в подмыльный щелок, подвергающийся очистке, минеральных солей с гидрализующимися катионами путем анодного растворения металлов. Это приводит к образованию в существующей щелочной среде малорастворимых соединений, обладающих высокой адсорбционной способностью. В качестве коагулянтов в разработанном нами способе могут использоваться хлориды алюминия или железа, образующие в щелочной среде соответствующие гидроокиси, обладающие высокими адсорбционными свойствами.

Выбор гидроокисей алюминия и железа помимо их высокой адсорбционной способности продиктован еще и тем, что они способствуют созданию структуры несжимаемых осадков, что в свою очередь обеспечивает необходимую скорость и качество фильтрации. Нами получены данные о том, что структурообразование в гидрозолях алюминия и железа может рассматриваться как образование на первом этапе сплошной пространственной сетки и ее разрыв под влиянием гидродинамических воздействий и процессов старения на втором этапе. В результате разрыва образуются микрохлопья, укрупняющиеся в ходе дальнейшего объединения, что значительно улучшает процесс дальнейшей фильтрации.

Различают два типа структур дисперсного материала: первичные и вторичные. Первичная структура - это структура отдельных частиц зелей и суспензий. С ней связаны электрические свойства частиц, их сольватация, молекулярно-кинетические свойства дисперсий. Вторичные структуры возникают вследствие взаимодействия отдельных частиц. От них зависят объем и механические свойства осадков. Вторичные структуры часто называют сверхмицеллярными. Образующиеся в системе зародыши гидроокисей металлов при электрокоагуляции подмыльных щелоков укрупняются за счет роста индивидуальных частиц твердой фазы (кристаллизация) и путем коагуляционных взаимодействий с формированием пространственных агрегатов. Получение гидроокиси металлов, коагуляция и адсорбция примесей в разработанном нами способе основана на использовании процесса электрокоагуляции.

В основе электрокоагуляции лежит процесс анодного растворения металла под действием постоянного электрического тока. Перешедшие в раствор катионы гидролизуются и служат активными коагулянтами для дисперсных примесей. Сопутствующее анодному растворению наложение на коагулирующую систему электрического поля и связанный с ним электрофорез частиц играют подчиненную роль. Количество железа, растворяющегося в единицу времени, пропорционально силе рабочего тока и достигает 95-98 % от теоретического количества, определяемого законами Фарадея. Выход алюминия может превышать расчетную величину, что одни исследователи объясняют дополнительным растворением катода (за счет высоких концентраций щелочи в катодном слое), другие образованием промежуточных форм катионов алюминия.

В отличие от обычного коагулирования солями железа и алюминия при электрокоагуляции щелок не обогащается анионами, что сказывается благоприятно на его обработке. В ходе электролиза щелока происходит выделение газов (в основном водорода на катоде), пузырьки которых вызывают флотацию хлопьев и очистку электродов. Компактность, и простота эксплуатации электрокоагуляторов делают метод электрохимической коагуляции особенно пригодным для обработки щелока при минимальных капитальных затратах.

Основной элемент электрокоагулятора - набор железных или алюминиевых отходов металлообработки (анод), в зазорах между которыми протекает обрабатываемый щелок. Для борьбы с пассивацией металлов, а также для очитки насыпного анода производят периодическую смену полярности (переполюсовка).

Удельные затраты электроэнергии сведены к минимуму за счет уменьшения расстояния между электродами и плотности тока, высокой электропроводности щелока и скорости его движения в межэлектродных зазорах. Нами установлено, что наличие 9...11 % хлорида натрия в подмыльном щелоке при анодном растворении металлов депассивирует электроды с одновременным увеличением электропроводности, а при повышенной температуре (60-80°C) уменьшается пенообразование и несколько возрастает выход гидроокиси по току.

В результате наших исследований установлено, что оптимальные дозы металлов в виде гидроокиси составляют от 2 до 5 тысяч миллиграмм на литр щелока. Эффекты, наблюдаемые при наложении электрического поля на дисперсную систему, коагулирующую под действием электролитов, иногда трудно отделить от побочных процессов, сопровождающих электроанодного растворения металла, выделения газов и др. Тем не менее с полной очевидностью можно говорить об интенсифицирующем действии сильном или слабым - электрического поля на коагуляцию дисперсных примесей щелока и продуктов гидролиза коагулянтов. По нашим данным, это действие, названное «коагуляцией под

током», проявляется даже при очень малом напряжении на электродах (меньшем напряжения разложения воды).

Предпринятая нами попытка выделить наиболее важные для практики результаты исследований по изучению действия электрического поля как интенсификатора коагуляции привела к следующим выводам.

1. В поле постоянного тока ускоряются процессы формирования и осаждения коагулированной взвеси; повышается степень очистки щелока от органических и неорганических примесей фильтрованием; улучшается отделение эмульгированных жиров. С увеличением концентрации взвешенных веществ и ростом напряженности электрического поля эффективность обработки воды повышается.

2. Газы, выделяющиеся на электродах, облегчают условия очистки щелока за счет окисления органических примесей.