

Березинская И. В. Науч. рук. Морзак Г.И.

## **Тенденции в очистке сточных вод предприятий по производству спирта на основе растительного сырья**

В Беларуси к числу наиболее интенсивно развивающихся и благополучных отраслей народного хозяйства в настоящее время относятся пищевая, перерабатывающая промышленность и производство алкогольной продукции, в частности, этилового спирта. Спирт является сырьем для ряда отраслей химической и пищевой промышленности, его используют для приготовления ликероводочных изделий, плодово-ягодных вин, для крепления виноматериалов и купажирования вин, в производстве уксуса, пищевых амортизаторов и парфюмерно-косметических изделий. Этиловый спирт получают из углеводов растительного сырья (зерна, картофеля, сахарной свеклы) и мелассы – отхода сахарного производства, а также из отходов переработки древесины (гидролизный спирт). Вырабатывают этиловый спирт и синтетическим путем – гидратацией углевода этилена, получаемого в нефтехимической промышленности. Этиловый спирт из пищевого сырья и древесины получают на основе сбраживания сахаров под действием ферментов дрожжей.

Предприятия по производству спирта вносят существенный вклад в загрязнение окружающей среды, в первую очередь водных ресурсов, в несколько меньшей степени почву и воздух. Они потребляют большое количество питьевой воды, а отработанную воду, образующуюся в результате осуществления технологических стадий обработки и очистки сырья,

характеризующуюся высокой концентрацией биологически окисляемых органических веществ и посторонней микрофлоры, в том числе, возможно, патогенной, сбрасывают, как правило, в лучшем случае после механической очистки, а чаще без предварительной локальной очистки в городскую канализацию или в природные водоемы.

В настоящее время применяют механические, химические, физико-химические и биологические способы очистки сточных вод. Выбор способа очистки зависит от количества стоков, концентрации и вида загрязнений, требуемой степени очистки, размера водоема, в который сбрасывают сточные воды, а также от влияния их на состояние водоема.

Самыми эффективными современными методами считаются биологические методы очистки сточных вод, среди них чаще всего используют очистку в аэротенках (с активным илом) различных модификаций и на биофильтрах (с биопленкой).

При достаточно стабильных объемных расходах стоков без залповых выбросов и в условиях незначительных колебаний качественных параметров сточной воды данные методы показывают достаточно высокую степень очистки сточных вод от легкоокисляемых соединений до 85%. Сточные воды спиртовых заводов характеризуются высоким содержанием не только органических и легкоокисляемых соединений, но и содержанием взвешенных веществ, поэтому на предприятиях по производству спирта на основе растительного сырья применяются комбинированные методы для очистки сточных вод, которые включают в себя механическую и биологическую очистку с применением нескольких стадий.

Представленные методы широко позиционируются как единственные максимально сходные с естественным (природным) способом очистки, т.е. как наиболее экологический метод.

Недостатками очистки в аэротенках применительно к спиртовым заводам являются плохие седиментационные свойства и осаждаемость активного ила во вторичных отстойниках, что обусловлено высокой концентрацией органических загрязнений в стоках и, как следствие, низкой концентрацией растворенного кислорода в аэротенках и их перегрузкой, а также значительной неравномерностью режима поступления загрязнений на очистные сооружения, часовые и сезонные колебания нагрузки. Также нужно отметить высокие энергозатраты на аэрацию и проблемы, связанные с обработкой и утилизацией больших количеств образующегося избыточного ила, имеющего очень низкую водоотдающую способность [1].

Недостатки очистки на биофильтрах - большая продолжительность наращивания биопленки при пуске сооружений (2-3 недели), колебания толщины слоя биопленки от 0,5 до 2 мм в зависимости от температуры окружающей среды, концентрации загрязнений, частичное флотирование отработанной биопленки, которое приводит к повышенному содержанию взвесей в очищенной воде. Сточные воды должны иметь концентрацию загрязнений по БПКП не более 200 мг O<sub>2</sub>/л для предотвращения заиливания загрузки биофильтров. По этой причине подаваемые на биофильтры стоки необходимо разбавлять очищенной водой в несколько раз и уменьшать гидравлическую нагрузку.

Для совершенствования стадии биологической очистки считается перспективным использование конструкций, обеспечивающих повышение рабочей лозы и

низкий унос активного ила, в частности, биотенков (аэротенков с загрузкой-носителем), а также анаэробных методов. Во втором случае очистка может проводиться в две стадии: стоки с высокой концентрацией загрязнений направляются без разбавления в анаэробный биореактор, где подвергаются биоконверсии; после анаэробного разложения остатки загрязнений, содержащиеся в иловой воде, окисляются аэробно в аэротенке или на биофильтре [1].

Основные направления в способах очистки сточных вод предприятий по производству спирта основаны на:

1. Аэротенки-вытеснители заменяют на аэротенки-смесители (позволяет стабильно очищать сточные воды с резкими изменениями состава) или на ячеистые аэротенки с прикрепленной биомассой (обеспечивает максимальное соответствие состава сточных вод и активного ила); снижение степени вспухания активного ила; решение проблемы наращивания активного ила на низкоконтентрированных сточных водах).

2. Аэротенки заменяют на биофильтры. При этом обеспечивается соответствие состава сточные воды и биопленки; отсутствует вспухание и вынос биомассы; отсутствует пена; улучшаются седиментационные свойства.

3. Биофильтры с объемной загрузкой заменяют на биофильтры с плоскостной загрузкой. Достоинства последних: возможность быстрого монтажа; отсутствие заиливания верхнего слоя; низкая энергоемкость.

4. Комбинируют аэротенки с биофильтрами для минимизации негативных свойств тех и других.

5. Аэробную очистку заменяют анаэробной или комбинируют с ней. Это связано с тем, что, во-первых, на практике состав сточных вод гораздо концентрированной, чем принято считать. Во-вторых, анаэробная очистка

имеет ряд преимуществ, таких как: отсутствие затрат на аэрацию; просто та в обслуживании; низкий прирост активного ила; хорошие водоотдающие свойства активного ила; низкий уровень вреда, наносимого окружающей среде; покрытие расходов на очистку сточных вод за счет образования метана. Существуют данные, которые говорят о возможности эффективной анаэробной очистки сточных вод спиртовой промышленности в различных климатических условиях, в том числе при низких температурах (от 4 до 21°C) температурах (от 4 до 21°C) [2].

б. Создание мало и безотходных технологий. При очистке сточных вод стремятся добиться такой очистки воды, чтобы ее можно было вернуть в технологический процесс; образовавшийся в результате очистки активных ил используют как удобрение или кормовую добавку. Разработаны технологии очистки сточных вод спиртовой и винодельческой промышленности с получением возвратной воды, биогаза, биомассы, обогащенной витамином В12 [3].

Сточные воды бродильных производств и дрожжевых заводов вносят значительный вклад в загрязнение водоемов. Но при правильном, грамотном, научно обоснованном подходе вполне возможно предотвратить вредное воздействие данных предприятий на окружающую среду.

Альтернативой использования комбинированных методов очистки сточных вод является современная мембранно-биологическая технология с использованием мембранного биореактора и применение электрокоагуляции. В настоящее время с развитием мембранных технологий появилось новое поколение биологической очистки – мембранные биореакторы (MBR).

Основные сравнительные характеристики классического и мембранного биореакторов отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение классического и мембранного биореакторов для биологической очистки сточных вод

Классический	MBR
низкий MLSS (3-5 г/л)	средний MLSS (максимальное стабильное содержание лактата) (10-20 г/л)
укороченное время жизни активного осадка	удлиненное время жизни активного осадка
только бактерио-флоккулянты, только быстрорастущие бактерии	все виды бактерий выживают
не развиваются компонент-специфические бактерии	хорошие условия для развития компонент-специфических бактерий
переток осадка	нет перетока осадка
конечные стоки низкого качества	конечные стоки высокого качества

Конструкция мембранного биореактора представляет собой совмещение стандартного биореактора с ультрафильтрационной установкой. Для биологической очистки промышленных сточных вод мембранные биореакторы имеют значительные преимущества перед обычными биореакторами [4].

Кроме перечисленных преимуществ в применении мембранного биореактора для очистки любых сточных вод необходимо отметить следующее. После классического

биореактора очищенная вода требует дополнительной фильтрации и обеззараживания.

В настоящее время для обеззараживания очищенной сточной воды после классического биореактора используют добавление гипохлорита натрия или ультрафиолетовые лампы. Гипохлорит натрия вызывает необходимость использования сорбционных фильтров на конце технологии, а ультрафиолетовые лампы не дают необходимой эффективности обеззараживания. Мембранный биореактор решает данные проблемы высокой степенью надежности [4].

Использование мембранных биореакторов является наиболее перспективным направлением для очистки промышленных сточных вод.

#### Библиографический список

1. Ливчак И. Ф., Воронов Ю. В. Охрана окружающей среды: учеб. пособие. -М.: Стройиздат, 1988 – с. 191.
2. Лоренц В. И. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности Киев: Будивельник, 1972 – 188 с.
3. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа воды. 1973 г.
4. Роговская Ц. И. Биохимический метод очистки сточных вод. М.: Стройиздат, – 1967 г.