

при наличии в этих зонах неподвижных преград (скальных пород, бетонных стенок и т.д.).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Соболевский, Д.Ю. Прочность и несущая способность дилатирующего грунта: автореф... дис. д-ра техн. наук. – Минск, 1998. – 35 с.

УДК 628.3

А.Г. Воронин (БНТУ)

### **ТЕХНОЛОГИЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МЯСОКОМБИНАТОВ ОТ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Общей характерной особенностью сточных вод предприятий мясомолочной промышленности, таких как мясокомбинаты и мясоперерабатывающие заводы, является высокая концентрация жировых загрязнений, в пределах 200-1500 мг/л, значительная часть которых (до 300 -500 мг/л) содержится в виде чрезвычайно стабильных эмульсий и коллоидных растворов. Кроме того, сточные воды этих предприятий являются основным источником фосфора, в значительной степени способствуя эвтрофикации водоемов, тем самым ухудшая экологическую обстановку в отдельных регионах республики. Поэтому повышение эффективности очистки высококонцентрированных сточных вод мясокомбинатов является одной из наиболее актуальных задач охраны водоемов от загрязнения.

Технология и сооружения, используемые для очистки этих сточных вод, к настоящему времени морально и физически устарели и не позволяют обеспечить необходимую эффективность очистки не только при сбросе очищенных стоков в открытые водоемы, но даже и при их сбросе в городскую канализацию.

Для достижения нормативных показателей приема в городскую канализацию уже недостаточно будет только извлечения жира и неполной биологической очистки сточных вод. Современные технологии должны обеспечивать также и соответствующее уменьше-

ние концентрации азота и фосфора, особенно при сбросе очищенных стоков в открытые водоемы, что требует существенной их глубокой очистки с уменьшением концентрации взвешенных веществ и БГЖ<sub>П</sub> до 3-6 мг/л и полным изъятием жиров.

В 2004 году планируется издание строительных норм Республики Беларусь (Канализация населенных пунктов. Общие положения и требования), основным разработчиком которых являлась кафедра «Водоснабжение и водоотведение». В этих строительных нормах одним из требований при биологической очистки сточных вод является - остаточная концентрация азота и фосфора в очищенных сточных водах, сбрасываемых в открытые водоемы, и регламентируется концентрация азота - 5-8 мг/л и фосфора 1-2 мг/л.

В итоге проведенных научных исследований кафедрой «Водоснабжение и водоотведение» разработана технология очистки жиросодержащих сточных вод предприятий мясомолочной промышленности, которая включает три ступени очистки:

1-я ступень - реагентная обработка сточных вод с последующим отстаиванием;

2-я ступень — флотационная обработка сточных вод в камере флотации в течении 30 минут;

3-я ступень - доочистка сточных вод на фильтрах из нетканых материалов отечественного производства.

Жиросодержащие сточные воды, прошедшие очистку на локальных очистных сооружениях по предлагаемой схеме, удовлетворяют нормативным требованиям при сбросе стока в городскую канализацию [1].

При сбросе этих сточных вод в водоемы или водотоки необходима доочистка как по жирам, так и по биогенным элементам (азота и фосфора) до нормативных требований.

Основными недостатками традиционной биологической очистка сточных вод в аэротенках является низкая скорость процесса, невозможность удаления из сточных вод азота и фосфора, высокие затраты электроэнергии на аэрирование. Низкая скорость процесса определяется невысокой концентрацией активного ила в аэротенках, не превышающей 3 г/л. Попытка увеличить эту концентрацию приводят к увеличению выноса взвешенных веществ из вторичных отстойников, что равносильно снижению эффекте очистки, так как

каждый мг активного ила, выносимого из вторичных отстойников, дает от 0,5 до 1 мг прироста БПК<sub>п</sub> очищенных сточных вод.

Концентрация азота и фосфора в сточных водах достигает высоких значений. При высоких температурах сточных вод, т.е. в летних условиях, в аэротенках частично протекают процессы нитрификации - окисление аммонийного азота до нитритов и нитратов, в то время как фосфор практически не задерживается в аэротенках, так как лишь небольшая его часть (около 1 %) от веса сухого вещества активного ила) поглощается микроорганизмами для синтеза биомассы. Соединения азота (в том числе нитриты и нитраты) и фосфора, попадая в водоем с очищенными сточными водами, вызывают его эвтрофикацию.

В настоящее время известно несколько конфигураций аэротенков для повышения эффективности биологического удаления азота и фосфора [2]. Все технологические схемы их работы можно разделить на две группы:

- схемы, требующие особой конструкции реактора;
- схемы, которые можно воспроизвести в обычных коридорных аэротенках.

Разработанные модификации метода биологической очистки сточных вод в аэротенках позволяют комплексно устранить присущие традиционному методу недостатки. Сущность различных модификаций состоит в преобразовании традиционных аэротенков в анаэробно-аэробную систему. В соответствии с этим, в аэротенке выделяются анаэробная, денитрификационная и нитрификационная зоны, которые смесь сточной воды и активного ила проходит последовательно. При этом, азированию подвергается только нитрификатор. Из нитрификатора циркуляционный поток сточной воды возвращается в денитрификатор. При отсутствии азирации в денитрификаторе развивающиеся в нем денитрифицирующие бактерии расщепляют молекулы нитритов и нитратов. Выделяющийся при этом кислород используется активным илом для «дыхания» и удовлетворения энергетических потребностей, а выделяющийся азот в виде  $N_2$  улетучивается в атмосферу. Таким образом, происходит почти полное удаление азота из сточных вод.

В результате попеременного воздействия на активный ил анаэробных и аэробных условий в активном иле развиваются определенные бактерии, например, виды «ацинетобактер» которые могут

накапливать в клетках фосфор в большом количестве в виде полифосфата. В результате этого изменения биоценоза фосфор в значительно большей концентрации связывается биомассой, нежели в обычных установках, и удаляется из системы с избыточным активным илом.

Активный ил в анаэробно-аэробной системе характеризуется меньшей влажностью и меньшим иловым индексом, следовательно, можно увеличить его концентрацию в аэротенках без увеличения выноса из вторичных отстойников.

Анаэробно-аэробный метод можно применять как при строительстве новых, так и при реконструкции существующих аэротенков. При этом, кроме увеличения эффекта очистки по БПК, ХПК, азоту и фосфору удается существенно увеличить пропускную способность аэротенков.

Этот метод обладает также рядом других преимуществ, по сравнению с традиционными, из которых можно выделить следующие:

- расход воздуха на аэрацию уменьшается на 30%;
- ионы тяжелых металлов связываются в нерастворимые в воде сульфиды и переходят в осадок;
- количество избыточного активного ила уменьшается в два раза;
- система устойчиво работает при залповом поступлении токсичных веществ.

Для реализации биологического метода по удалению азота и фосфора наряду с реконструкцией существующих аэротенков, требуется также установка в анаэробной и денитрификационной зонах погружных мешалок, способствующих реализации процессов очистки сточных вод и предотвращающих осаждение активного ила.

Приведенные теоретические разработки получили применение при выполнении технического проекта для реконструкции станции аэрации города Минска.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воронин, А.Г. Охрана водоемов от загрязнения сточными водами предприятиями мясной промышленности. Материалы областной научно-технической конференции. Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности.

2. Щетинин, А.И. Сопоставительная оценка известных конфигураций аэротенков для удаления азота и фосфора. Сборник докладов международного конгресса ЭТЭВК- 2003.

УДК 624.131.3

И.П. Крошнер (БНТУ)

## **ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГЛАВНЫХ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ФАЗОВЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЛИНЕЙНОЙ ФАЗОВОЙ МОДЕЛИ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ**

Для оценки осадок геоснований К.Терцаги в 1919 г. была предложена расчетная схема грунта с абсолютно жесткими, неподвижными и непроницаемыми границами между его фазами: твердыми (минеральными) частицами ( $q_1, V_1$ ), водой ( $q_2, V_2$ ) и воздухом ( $q_3, V_3$ ). Эта схема с вытекающими из нее формулами по расчету фазовых характеристик (ФХ) является основой современного грунтоведения и механики грунтов. Поэтому по предложению проф. М.Н. Гольдштейна (1952 г.) она называется фазовой моделью (ФМ) дисперсных грунтов. В работах [1-3] установлено определяющее уравнение данной модели и доказано, что она является линейной. В этой связи и возникла необходимость в графоаналитическом представлении ее констант и функций.

Анализ ФМ Терцаги показал, что условия (или критерии) ее существования в обобщенном виде можно представить как сумму четырех основных положений:

1) Свойств фаз:

$$|q_2| = |V_2|; q_3 = 0. \quad (1)$$

2) Признаков нейтральности фаз (не допускают изменения объема и массы фаз при увлажнении и обезвоживании грунта):