

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_П 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_п 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 геосложений 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):