

Механизм образования последней может быть различным. Либо вначале на поверхности бактериальной клетки адсорбируется многозарядный ион металла, а затем с ним связывается функциональная группа биополимера, либо вначале ион металла связывается с молекулой биополимера, а затем адсорбируется на поверхности бактериальной клетки. Можно также предположить, что одна макромолекула биополимера может участвовать в образовании связей различных типов.

Интенсифицировать процесс флокуляции можно, извлекая внутриклеточные полимеры, в частности полисахариды, из клеточных стенок нагреванием, ферментативным, слабо кислотным или щелочным гидролизом. Изменение pH жидкой фазы является основным фактором влияющим на флокуляцию. Такая предварительная обработка позволяет заметно интенсифицировать процесс сгущения суспензии активного ила [1,4].

#### Литература

- 1 Яковлев С.В., Карюхина Т.А. Биохимические процессы в очистке сточных вод.- М.: Стройиздат, 1980.- 200 с.
- 2 Баран А.А., Тесленко Л.Я. Флокулянты в биотехнологии.- Л.: Химия, 1990.- 144 с.
- 3 Евилевич А.З., Евилевич М.А. Утилизация осадков сточных вод. Л.: Стройиздат, 1988. - 248 с.
- 4 Ксенофонтов Б.С. Очистка сточных вод: флотация и сгущение осадков.- М.: Химия, 1992.- 144с.
- 5 Биотехнология. Принципы и применение: Пер. с англ./ Под ред. И. Хиггинса, Д. Беста, Дж. Джонса.- М.: Мир, 1988.- 480 с.
- 6 Morgan J.W., Forster C.F. A comparative study of the sonication of anaerobic and activated sludges //J. Chem. Technol. and Biotechnol.- 1992.-55, N1- С.53-58.

## ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Е.И. Дмухайло, А.С. Хайко

Факультет водоснабжения и гидромелиорации, БПИ  
Брест, Республика Беларусь

*Предлагается новая технология обработки осадков сточных вод, основанная на применении аэробной термофильной стабилизации, флотацион-*

*ного сгущения и обеззараживания с помощью установки пульсирующего горения.*

ОСАДКИ, ГОРОДСКИЕ, СТОЧНЫЕ, ВОДЫ, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ, АЭРОБАНАЯ, ТЕРМОФИЛЬНАЯ, СТАБИЛИЗАЦИЯ, ФЛОТАЦИОННОЕ, СГУЩЕНИЕ, УСТАНОВКА, ПУЛЬСИРУЮЩЕЕ, ГОРЕНИЕ

При очистке сточных вод, наиболее значительное место, как по стоимостным, так и по объемным показателям занимает обработка осадков. Проблема обработки и утилизации осадков сточных вод - одна из злободневных и нерешенных экологических проблем, в особенности для государств с экономикой переходного типа. Цель обработки - обеспечить определенную степень сгущения, стабилизации в процессах анаэробного и аэробного сбраживания, окончательного уплотнения и обеззараживания, а также уменьшить содержание ионов тяжелых металлов и других токсических элементов. После этого, осадки могут быть дополнительно обезвожены и депонированы. Однако, с экономической и экологической точек зрения, использование осадков городских сточных вод в качестве удобрения остается наиболее приемлемым способом их утилизации, при условии исключения токсических и других санитарно-гигиенических рисков.

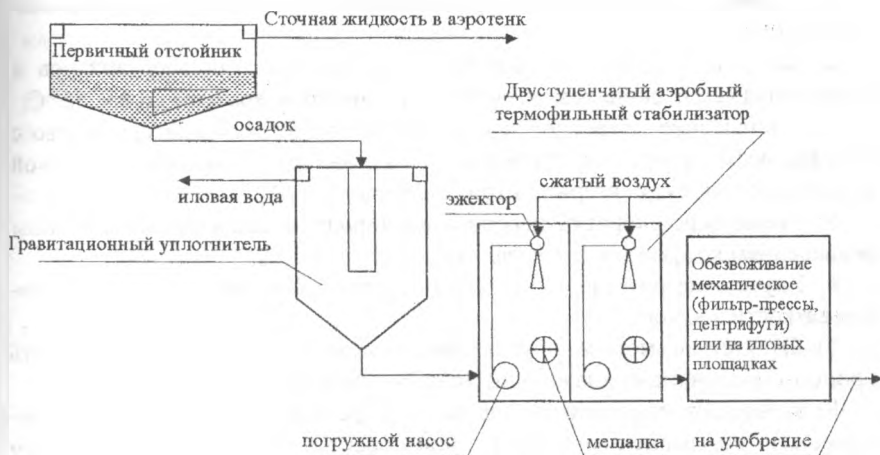
Предлагается разработка технологии аэробной термофильной стабилизации, флотационного сгущения и обеззараживания осадков городских сточных вод, схема которой приведена на рисунке 1.

Анализируя технологические и экономические аспекты различных способов обработки осадков сточных вод, можно сделать вывод, что технология экзотермической, аэробно-термофильной стабилизации (АТС) является наиболее эффективной. АТС сравнительно недавно применяется на Западе (ФРГ, Великобритания и др.), как альтернативное решение, по отношению к традиционным технологиям обработки осадков городских сточных вод. АТС, называемое также "жидкое компостирование", позволяет достичь высокой степени минерализации и обезвоживания осадка.

В процессе АТС происходит значительный подъем температуры, благодаря саморазогреванию осадка за счет освобождения свободной энергии при превращении органических веществ в новые клеточные структуры. Это требует применения теплоизолированных биореакторов и высокопроизводительных систем струйной (эжекторной) аэрации. Технология АТС может применяться при наличии в осадках более 2,5% твердого вещества, что достигается посредством гравитационного уплотнения сырого осадка в пер-

вичных отстойниках и флотационного сгущения избыточного активного ила.

### ОБРАБОТКА ОСАДКА ПЕРВИЧНЫХ ОТСТОЙНИКОВ



### ОБРАБОТКА ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА

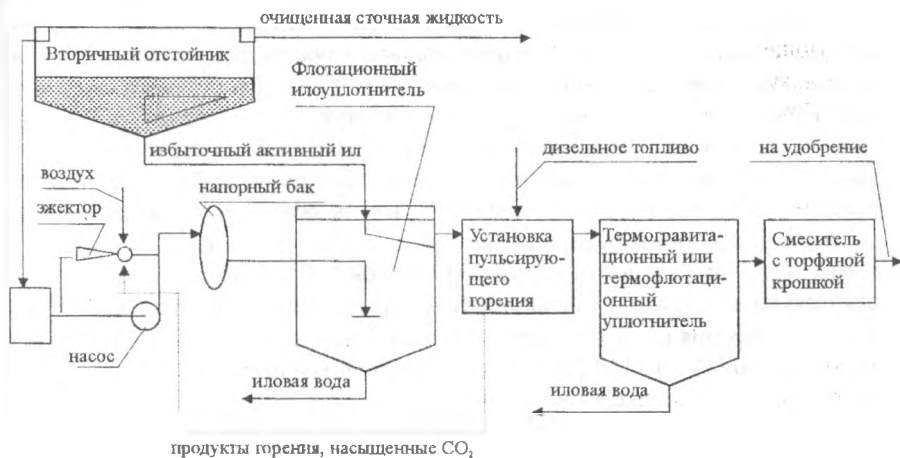


Рисунок 1 Технологическая схема обработки осадка первичных отстойников и избыточного активного ила.

Основные преимущества систем АТС:

- 1) Сокращение требуемых объемов сооружений, за счет высокой скорости распада органического вещества (1..3 суток);
- 2) Высокая надежность и быстрая адаптация, в случае поступления токсичных веществ;
- 3) Высокая степень обезвреживания патогенных микроорганизмов и разрушения семян сорняков, за счет повышения температуры до 45...55° С;
- 4) Уменьшение потребности в кислороде на 30..40%, по сравнению с мезофильным процессом аэробной стабилизации, поскольку, при такой температуре гибнут бактерии нитрификаторы;
- 5) Увеличение скорости переноса кислорода, в связи со значительным повышением коэффициента диффузии этого газа;
- 6) Улучшение разделения жидкой и твердой фаз, вследствие уменьшения вязкости жидкости;
- 7) Отсутствие метана обуславливает взрыво- и пожаробезопасность процесса, в отличие от анаэробного сбраживания [1];
- 8) Конкурентоспособность для систем средней и большой производительности, по сравнению с анаэробной обработкой. Стоимость обработки составляет 70 \$ на одну тонну сухого вещества [1]. Сгущение осадков предполагается осуществлять способом напорной флотации, с использованием в качестве флотационного агента парогазовой смеси от установки пульсирующего горения, которая, одновременно, служит для обеззараживания осадка. Растворимость этой смеси, содержащей 10...15% углекислого газа, в рабочей жидкости в 5...7 раз выше, чем у воздуха. Это позволяет резко снизить энергозатраты на флотационное сгущение. Окончательное обеззараживание осадка осуществляется термообработкой в установках пульсирующего горения, путем контактного нагрева осадка в распыленном состоянии. Теплоноситель (продукты горения) движется в колебательном режиме, при этом, возникают эффекты “шокового” нагрева и мощного акустического озвучивания. Теплоноситель продуцируется аппаратом пульсирующего горения (АПГ) и имеет температуру в факеле 1300...2000°К , частоту пульсаций - 30...150 Гц, уровень звуковой мощности 80...120 дБ. АПГ, в данном случае, является компактным “газовым насосом”, в котором тепловая энергия непосредственно переходит в кинетическую энергию высокоскоростного потока газов.

Основными преимуществами такого обеззараживания являются:

1) Возможность сжигания жидкого или газообразного топлива без применения дорогостоящих топочных устройств с малыми избытками воздуха при его самонаддуве, отсутствие недожогов;

2) Экономия топлива, электроэнергии, за счет интенсификации тепло-массообмена и повышения к.п.д. сжигания;

3) Компактность, простота конструкции и обслуживания, большие допуски при изготовлении, гибкость компоновочных решений, самоочищение поверхностей нагрева, безопасность в работе;

4) Улучшение свойств осадка перед обезвоживанием, за счет термоакустической интенсификации отдачи воды, связанной частицами осадка, что позволяет отказаться от применения дорогостоящих флокулянтов.

В лаборатории "Пульсар" Брестского политехнического института, исследованы возможности применения АПГ для контактного нагрева воды. Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Северянин В.С. является автором многочисленных разработок по прикладному использованию пульсирующего (вибрационного) горения. Изучены процессы распыла, нагрева, испарения и движения капель воды в вихревом газовом пульсирующем дисперсном потоке, а также создан и испытан высококоэффициентный контактный водонагреватель.

Эти работы свидетельствуют о перспективности применения способа пульсирующего горения, с целью создания высокоэффективных, экологически чистых, установок для обеззараживания и кондиционирования осадков городских сточных вод, с целью удовлетворения требований к их перевозке, хранению и использованию в качестве удобрения.

Технологические характеристики отдельных установок известны из литературных источников, однако, необходимы дополнительные опытно-конструкторские разработки и исследования, для создания основ расчета и конструирования подобных установок, их общего масштабирования и оптимизации. Значимость предлагаемой, экологически чистой физико-биохимической технологии обработки органических осадков сточных вод, очевидна, и она может и должна найти достойное применение в недалеком будущем.

#### Литература

1 Edikgton R., Clay S. Evaluation and development of a thermophilic aerobic digester at Castle Donington sewage-treatment works / J. Inst. Water and Environ. Manag. (G. Brit.), 1993.- v.7, N2.- с. 149-154.