

6.Кургаев Е.Ф. Методы определения физических параметров контактной среды в осветлителе. – М.: ЦНИИ МПС, 1957. – 20 с.

7.Контактные осветлители для очистки воды / Под ред. д.т.н. Д.М.Минца. – М.: МКХ РСФСР, 1955. – 172 с.

8.Душкин С.С. Интенсификация реагентных методов очистки воды. – К.: УМК ВО, 1991. – 168 с.

Получено 30.12.2009

УДК 328.386

П.В.ТРУНОВ, Е.А.ПОНОМАРЕНКО, С.В.ТОЛСТЫХ, Е.В.ЧУЕВ

НПФ «Экотон», г.Харьков

### **АЦИДОФИКАЦИЯ СЫРОГО ОСАДКА КАК СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕГКООКИСЛЯЕМОЙ ОРГАНИКИ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО УДАЛЕНИЯ ФОСФОРА ПРИ АНАЭРОБНОЙ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД**

Рассматривается процесс анаэробного сбраживания сырого осадка с помощью активного ила. Предложен вариант расчета предварительного увеличения эффективности удаления фосфора при реконструкции очистных сооружений биологической очистки с организацией ацидофикации.

Розглядається процес безкисневого бродіння сирого осаду за допомогою активного мулу. Запропоновано варіант розрахунку попереднього збільшення ефективності видалення фосфору за умови реконструкції очисних споруд біологічного очищення з організацією ацидофікації.

The process of anaerobic raw sludge fermentation thought the instrumentality of active silt is considered in this article. The variant of calculation of preliminary increase to efficiency of the removing of phosphorus during upgrading sewage disposal plants of biological water treatment, with organization of the process of acidification, is proposed.

*Ключевые слова:* брожение, ферментация, денитрификация, гидролизат, биологическая дефосфотация, активный ил, ацидофикаторы, флокулообразование.

При проектировании и реконструкции очистных сооружений канализации с низкоконтрированными стоками, возникает проблема нехватки органического субстрата для процессов нитрификации-денитрификации и биологического удаления фосфора. Во многих случаях для протекания перечисленных процессов требуется добавка метанола или уксусной кислоты.

Цель данной статьи – определение массы продуктов гидролиза сырого осадка и повышение эффективности очистки по растворенному фосфору при переоборудовании части первичных отстойников в ацидофикаторы.

В ацидофикаторах реализуется процесс незаконченного анаэробного сбраживания сырого осадка. Как известно, этот процесс состоит

из трех стадий. Наша задача заключается в его прекращении на второй (рис.1) [1].

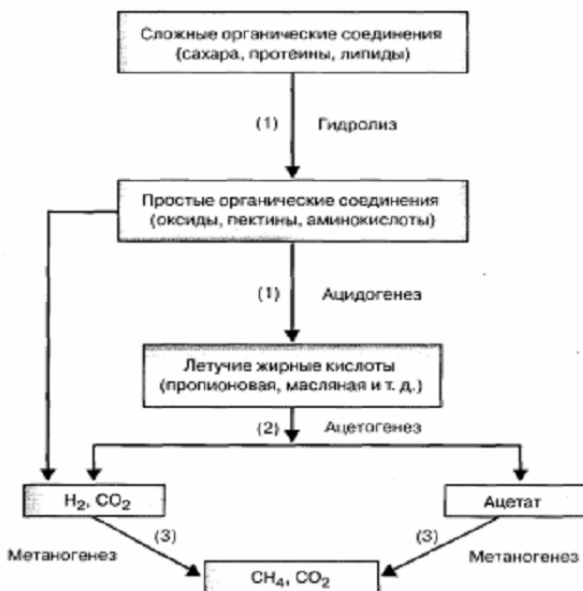


Рис.1 – Разложение органических веществ при анаэробнозе

Как видно из рис.1, по завершении второй стадии анаэробного разложения органических соединений, основными продуктами, которые будут использованы для подпитки биомассы при реализации процессов нитрификации, денитрификации и биологического удаления фосфора являются ацетаты и пропионаты (рис.2), проявляющие свойства жирных кислот.

При определении массы летучих жирных кислот (ЛЖК), которые образуются при анаэробном сбраживании сырого осадка, используется такой показатель качества сточных вод, как общая ХПК. Значение общей ХПК учитывает целый ряд органических веществ с различной способностью к биологическому разложению [2]. Для расчетов процессов биологической очистки стоков, ХПК можно подразделить на следующие фракции

$$C_{\text{ХПК}} = S_s + S_i + X_s + X_i + X_b,$$

где  $S_s$  – растворенное легко разлагаемое органическое вещество;  $S_i$  – растворимое биологически инертное органическое вещество;  $X_s$  –

взвешенное медленно биологически разлагаемое органическое вещество;  $X_I$  – взвешенное биологически инертное органическое вещество;  $X_B$  – биомасса.

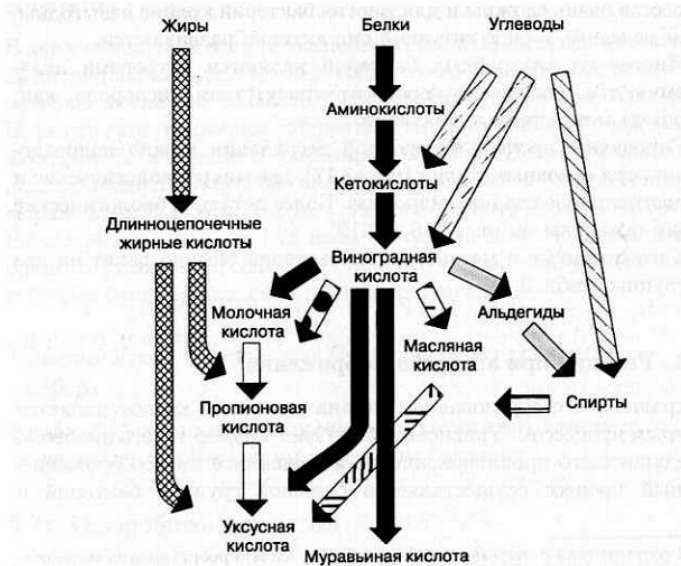


Рис.2 – Упрощенная схема кислотогенной стадии анаэробного процесса

Для гетеротрофных организмов главные питательные вещества принадлежат к трем классам органических соединений: углеводам, протеидам (сложные белки) и липидам. В сыром осадке содержится медленно биологически разлагаемый субстрат ( $X_S$ ). Это вещества с большим молекулярным весом, которые присутствуют в виде частичек или коллоидных образований. Чтобы они стали доступны для биологического разложения, их сначала следует подвергнуть гидролизу внеклеточными ферментами микроорганизмов. В существующих моделях принимают, что в результате гидролиза фракции образуется фракция  $S_F$ . Это фракция растворимой ХПК, которая непосредственно доступна для биологического разложения под действием гетеротрофных организмов. Она является субстратом для ферментации, следовательно, эта фракция не содержит продуктов ферментации.

Ацидофикация применяется для гидролиза/ферментации осадка с целью уменьшения осаждаемых и коагулируемых частиц с переводом этой массы в растворенный субстрат (гидролизат). Потенциальный выход гидролизата зависит от биомассы кислотопродуцирующих ана-

эробных бактерий ( $X_B$ ), температуры воды, pH и нагрузки по субстрату  $X_S/X_B$ .

Скорость ферментации полученного гидролизата очень велика, часто даже выше, чем скорость потребления чистого ацетата, используемого в качестве источника углерода. Объясняется это, по-видимому, высоким содержанием в гидролизате различных небольших легкоразлагаемых органических молекул. Летучие жирные кислоты составляют 60-80% ХПК растворимого гидролизата, а среди ЛЖК 60-80 % составляет ацетат.

На практике на выходе из ацидофикатора можно получить 10-20% растворимой ХПК ( $S_F$ ) от общей ХПК поступающей в ацидофикатор, при времени пребывания в нем от 1 до 4 суток и температуре 20 °С. При этом наблюдается следующая зависимость: чем больше время гидравлического удерживания, тем выше потенциальный выход ХПК гидролизата.

Сухое вещество сырого осадка состоит на 60-80% из органических веществ: углеводов, жиров и белков [3]. При этом содержание органических веществ лишь немного уступает их содержанию в сточных водах мясоперерабатывающих комбинатов. К примеру, проведение анализа осадка сточных вод на очистных сооружениях г. Москвы показали, что содержание жиров в них составляет 30%, углеводов – 23% и белков – 24%.

Важно отметить, что в расчетах биологической дефосфотации и денитрификации нет большой взаимосвязи. Реакции, которые имеют место в анаэробной среде, не ликвидируют быстро ассимилирующие органические загрязнения (кроме небольшой части, входящей в форме  $CO_2$ ), но преобразуют их во внутриклеточные полимеры, вступающие в последующие реакции денитрификации [1].

На основании данных, полученных в результате реализации технологии биологического удаления фосфора на действующих очистных сооружениях Европы [3], при внедрении схем биологической очистки, достигается эффективность удаления фосфора, которая приведена в таблице.

*Пример.* Задание. Рассчитать массу гидролизата ( $S_F$ ), который образуется на очистных сооружениях канализации, после организации на месте первичного отстойника ацидофикатора.

Исходные данные. Расход поступающих сточных вод 186 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Концентрации на входе в аэротенк: БПК<sub>5</sub> – 100 мг/дм<sup>3</sup>; фосфор фосфатов – 5 мг/л. После отстаивания сточной воды на первичных отстойниках за сутки образуется 612 м<sup>3</sup> сырого осадка, влажностью – 97,5%, зольностью – 30%.

В первичном отстойнике происходит улавливание оседающих фракций взвешенных веществ, ХПК, липидов [1]. Определим суточную массу образующегося сухого остатка (сухие вещества):

$$25 \text{ кг/м}^3 \times 612 \text{ м}^3/\text{сут.} = 15300 \text{ кг/сут.}$$

Эффективность удаления общего фосфора из сточных вод при использовании различных схем биологической очистки

Применяемый процесс очистки сточных вод	Эффективность удаления фосфора, %
Первичное отстаивание	10-20
Аэротенки (обычный процесс биологической очистки при условии незначительной нитрификации)	10-30
Комбинированная схема нитрификации-денитрификации биологического удаления фосфора	
а) без ацидофикации	60-70
б) с предварительной ацидофикацией	70-95
г) с последующим применением реагентов	80-95

Из полученной массы вычитаем минеральную составляющую осадка

$$15300 \text{ кг/сут.} \times (1-0,3) = 10710 \text{ кг/сут.}$$

Таким образом, полученная масса, может служить грубой оценкой содержания органических веществ [1], т.е. субстрата необходимого для кислотогенной стадии анаэробного процесса.

При соблюдении удовлетворительных условий протекания реакций, за несколько суток на выходе из ацидофикатора можно получить до 2000 кг растворимого гидролизата, в котором ЛЖК будет составлять до 1600 кг (ацетата до 1300 кг).

Удаление 1 мг/фосфора требует от 7 до 10 мг ацетата или биологически быстрорастворимой ХПК. Ацидофикация сырого осадка, в схемах с биологическим удалением фосфора, позволит дополнительно изъять из сточной воды до 160 кг растворенного фосфора, из всей массы поступающего растворимого фосфора (930 кг/сут.).

Таким образом, для данного примера, можно сделать вывод, что интенсификация биологической очистки сточных вод с помощью незавершенного анаэробного сбраживания сырого осадка позволит увеличить эффективность изъятия растворенного фосфора на 17% при реализации комбинированных схем нитрификации-денитрификации и удаления фосфора.

По нашему мнению, подача в аэротенки метанола или уксусной кислоты сложна технологически и затратна экономически, поэтому единственной альтернативой этим готовым химическим соединениям является растворимый гидролизат, содержащий ЛЖК. Введение гидро-

лизата позволяет достичь:

- увеличения питания активного ила, флокулообразования, разделения на вторичных отстойниках и отсутствия загнивания ила;
- снижения токсического воздействия на активный ил промышленных поллютантов за счет анаэробного разложения их в процессе брожения;
- увеличения эффективности удаления всех форм азотсодержащих веществ;
- глубокого удаления биогенных элементов, таких как сера и фосфор.

1. Технический справочник по обработке воды. – 2-е изд. Т.1, 2. – СПб., 2007. – 1696 с.

2. Хенце М., Армозс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы. – М., 2006. – 470 с.

3. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М., 2003. – 512 с.

*Получено 11.01.2010*

УДК 628.334

**В.Н.ЧЕРНЫШЕВ, В.Ф.КИЖАЕВ**

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка*

### **БИОТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБОКОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ИОНЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

Обосновано направление исследований обработки осадков городских сточных вод, связанное с углублением минерализации их органического вещества, разработаны требования к новой технологии обработки и проведены экспериментальные исследования. Результаты экспериментов показали высокую эффективность минерализации, что значительно упрощает технологию выделения тяжелых металлов.

Обґрунтовано напрямом досліджень обробки осади́в міських стічних вод, пов'язане з поглибленням мінералізації їхньої органічної речовини, розроблено вимоги до нової технології обробки й проведені експериментальні дослідження. Результати експериментів показали високу ефективність мінералізації, що значно спрощує технологію виділення важких металів.

The direction of researches of processing of deposits of the urban sewage, bound to an excavation of a mineralization of their organic matter is reasonable, requests to new technology of processing are developed and experimental researches are made. Results of experiments have shown high performance of a mineralization, that considerably simplifies technology of selection(abjection) of heavy metals.

*Ключевые слова:* осадки городских сточных вод, ионы тяжелых металлов, методы удаления, глубокая минерализация, экспериментальные исследования.

Осадок городских сточных вод по своему составу характеризуется высоким уровнем содержания биогенных элементов – азота, фосфо-