

Ацидофикация сырого осадка как способ получения легкоокисляемой органики для биологического удаления фосфора при анаэробной очистке сточных вод

П.В. Трунов, Е.А. Пономаренко, С.В. Толстых, Е.В. Чуев, «Экотон», г. Харьков

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.

Предлагается методика определения массы продуктов гидролиза сырого осадка и предполагаемого увеличения 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.

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, проявляющие свойства жирных кислот.

При определении массы летучих жирных кислот (ЛЖК), которые образуются при анаэробном сбраживании сырого осадка, используются такой показатель качества сточных вод как общая ХПК. Значение общей ХПК учитывает целый ряд органических веществ с различной способностью к биологическому разложению. 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.

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 анаэробных бактерий (X_B), температуры воды, рН 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 0С. 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. При этом содержание органических веществ лишь немного уступает их содержанию в сточных водах мясоперерабатывающих комбинатов.

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.

На основании данных, полученных в результате реализации технологии биологического удаления фосфора на действующих очистных сооружениях Европы при внедрении схем биологической очистки, достигается эффективность удаления фосфора, которая приведена в табл. 1.

Таблица 1 - 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

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 гидролизата 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.