

# ЭФФЕКТИВНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

**М. Ю. КОЗАРЬ, Л. А. САБЛИЙ**, *д-р техн. наук*

*Национальный технический университет Украины «КПИ»*

*Украина, г. Киев, пр-т Победы, 37 корпус 4, к.182*

*e-mail: marinakpi@gmail.com*

Присутствие в воде биогенных элементов способствует бурному развитию водорослей в водоеме и приводит к вторичному загрязнению воды, изменению цветности, температуры, снижению концентрации растворённого кислорода и ухудшению органолептических показателей воды. Всё это не только затрудняет использование воды для водоснабжения населенных мест и промышленных предприятий, но и нарушает естественные процессы, протекающие в водоёмах. Поскольку углекислый газ поглощается водой из воздуха, ограничить концентрацию этого источника углерода в открытых водоемах невозможно, а соединения Азота могут переходить в процессе метаболизма в газообразное состояние и удаляться из водной среды, поэтому наиболее целесообразным представляется предотвращение эвтрофикации путем сведения до минимума содержания фосфатов в очищенных стоках, сбрасываемых в водоемы.

Целью работы было исследование эффективности очистки сточных вод пищевой промышленности.

Для исследования выбрали сточные воды солодового завода. Производственные сточные воды сложно поддаются очистке, характеризуются наличием большого количества взвешенных веществ, грубодисперсионных частичек и красящих веществ, резкими колебаниями объемов сброса и концентрациями загрязняющих веществ: ХСК – 1700-3500 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, РО<sub>4</sub><sup>3-</sup> – 14-60 мг/дм<sup>3</sup>. При поступлении таких стоков в блок механической очистки возникает проблема регулярного вывоза осадка из его утилизации, неполное извлечение частичек зерен и проростков, попадание их в последующие сооружения. В сооружениях биологической очистке может наблюдаться нарушение их работы из-за токсического влияния высоких концентраций загрязняющих веществ стоков.

Исследования проводили на экспериментально-производственной установке с использованием биореакторов с иммобилизованными на носителях микроорганизмах и свободноплавающим активным илом. За основу была принята схема биологической очистки с системой анаэробно - аэробных биореакторов.

Определение показателя ХПК в сточной воде проводили по стандартной методике с использованием бихроматного метода. Для определения концентрации фосфатов в сточной воде применяли фотоколориметрический метод, поскольку ортофосфаты после реакции с молибдатом в среде серной кислоты в присутствии ионов трехвалентной

сурьмы после восстановления аскорбиновой кислотой дают синюю окраску, по интенсивности которой можно определить концентрацию фосфатов. Оптическую плотность на спектрофотометре измеряли при  $\lambda = 670$  нм.

В экспериментально - производственной установке сточная вода насосом подается в накопительную емкость, на выходном трубопроводе из которого установлено вентиль для регулирования расхода воды. Накопительная емкость находится на возвышении, а биореакторы углублены в землю таким образом, чтобы обеспечить поступление воды самотеком. Также, для предотвращения разлива сточных вод по территории, предусмотрена система аварийного перелива, срабатывающая при поднятии уровня воды до 10 см до верха, путем перетекания избытка поступившей воды по встроенному трубопроводу обратно в лоток.

Из накопительного сборника сточная вода подается на биокоагуляцию для извлечения взвешенных веществ и грубодисперсных частиц. Объем биокоагуляторы составляет  $30 \text{ дм}^3$ , в нем устроена система аэрации как в аэробном биореакторе. Трубопроводом в аэробный биореактор подается воздух из компрессорной станции и регулируется вентилем. Далее вода поступает в отстойник, где происходит разделение сточной воды и осадка с избыточным илом. Объем отстойника -  $40 \text{ дм}^3$ . Осадок удаляется трубопроводом на иловые площадки. Далее вода поступает в биореактор с иммобилизованными микроорганизмами для разложения сложных органических веществ, где происходит основное снижение концентрации органических веществ и превращение их в более доступные для фосфораккумуляционного ила ( ФАМ ). Предусмотрен трубопровод для отвода газа.

Для массообмена в биореакторе установлен насос с системой трубок и насадками для орошения водой поверхности носителей и перемешивания. Вода насосом, с нижним водозабором, подается вверх по трубопроводу. Насадка зафиксированная на трубопроводе распределяет поток воды в разных направлениях.

Очистка в биореакторе с иммобилизованными микроорганизмами позволяет снизить значение ХПК до  $500-800 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ .

После анаэробного биореактора с иммобилизованными микроорганизмами вода поступает в анаэробный биореактор объемом  $40 \text{ дм}^3$ , с установленным насосом, для перемешивания и поддержания активного ила во взвешенном состоянии. Предусмотрен трубопровод для отвода газа в сборник. В дальнейшем вода попадает в аэробный биореактор. Воздух в экспериментально - производственную установку поступает от общей системы воздухоподачи на очистных сооружениях солодового завода. Система аэрация устроена из перфорированных трубок диаметром 13 мм, расположенных на дне реактора.

Аэрация обеспечивает массообмен и концентрацию растворенного кислорода в биореакторе  $5-7 \text{ мг}/\text{дм}^3$ .

В системе анаэробно-аэробных биореакторов с свободноплавающим активным илом доза ила составляет  $1,7 - 2,3 \text{ г}/\text{дм}^3$  и для каждого из реакторов

почти одинакова за счет перемешивания и постоянного возвращения ила из отстойника в анаэробный реактор. В аэробных биореакторах происходит удаление избыточной концентрации фосфатов и окончательное удаление органических веществ из сточной воды. В аэробном реакторе в клетках бактерий происходит окисление ранее запасенных органических веществ, а выделенная энергия используется клетками для поглощения ортофосфатов из водной среды, превращая их в полифосфаты и накапливая в виде гранул волютина внутри клеток микроорганизмов. В дальнейшем смесь воды и ила поступает в отстойник, где происходит разделение, и возвращение ФАМ в анаэробный биореактор. Избыток активного ила отводится в биокоагулятор. Объем отстойника составляет - 35 дм<sup>3</sup>, для рециркуляции активного ила на дне отстойника расположен насос. В отстойнике установлена перегородка для предотвращения проскока ила вместе со сточной водой, в направлении от входа к выходу, учитывая размер диаметра сооружения.

При гидравлической нагрузке в пределах  $q = 0,4-1 \text{ дм}^3/(\text{дм}^3 \cdot \text{сут})$  очищенная вода на выходе из установки имеет показатели, удовлетворяющие требования при сбросе в поверхностные водоёмы. Повышение концентрации органических веществ при повышении гидравлической нагрузки более 1 дм<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>•сут можно объяснить тем, что не все органические вещества могут быть потреблены за установленный период пребывания сточной воды в биологических реакторах.

Технология очистки сточных вод с использованием системы последовательных анаэробно-аэробных биореакторов в сочетании с доочисткой высшими растениями (водными и наземными) позволяет эффективно удалять соединения фосфора до концентраций менее 1 мг/дм<sup>3</sup> по Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>.

Использование рекомендованной биотехнологии приведет к экономии электроэнергии, обеспечит надежность качества очистки, гарантирует соответствие показателей очищенной сточной воды установленным нормам сброса в реку.