

УДК 628.356:628.336.511.512

И.А. Гребенчикова, Н.С. Ручай, Р.М. Маркевич, Н.В.Гриц
(БГТУ, г. Минск)

ОЧИСТКА СТОЧНОЙ ВОДЫ ГИДРОЛИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ АНАЭРОБНОЙ ОБРАБОТКИ

Современные достижения науки свидетельствуют о перспективности использования в очистке сточных вод промышленных предприятий анаэробных процессов. Анаэробные технологии позволяют при минимальных затратах достичь высокой степени очистки стоков, а в случае использования образующегося биогаза становятся экономически выгодными.

Целью настоящей работы является исследование, обоснование и разработка технологического процесса анаэробной очистки сточной воды гидролизного производства.

Промышленный сток Бобруйского ГЗ имеет общий уровень загрязненности по ХПК 7000–8000 мг O_2 /л и содержит углеводы, органические кислоты, лигногуминовые вещества, фенолы, спирты.

Процесс очистки сточной воды гидролизного производства моделировали в анаэробном биореакторе с фиксированной насадкой, в качестве которой использовали полиамидный волокнистый носитель «ВИЯ».

При естественном накоплении микроорганизмов-деструкторов с иммобилизацией их на волокнистом носителе процесс очистки сточной воды в анаэробных условиях стабилизируется через 35–40 сут., при этом масса сорбированного слоя клеток микроорганизмов на поверхности насадки "ВИЯ" достигает величины 100 мг по абсолютно сухой биомассе (а.с.б.) на 1 г носителя. Толщина биопленки, сформировавшейся в течение более чем 12 месяцев работы биореактора, составила 10–20 мкм, емкость носителя достигает около 600 мг а.с.б. на 1 г волокна.

Эффективность и скорость анаэробной биodeградации загрязнений в значительной степени зависит от величины рН исходной сточной воды и температуры процесса. Для микрофлоры, сформировавшейся в нейтрализованной до рН 6,0–6,5 сточной воде, характерно быстрое протекание процесса окисления загрязнений в исследуемом диапазоне температур (30–50°C) с резким снижением величины ХПК в первые сутки. Низкая величина рН (4,5–5,0) сточной воды тормозит развитие некоторых групп микроорганизмов, прежде всего метаногенных бактерий, что приводит к существенному замедлению процесса. Для достижения степени очистки по ХПК 60–70 % (необходимый уровень для локальной очистки стоков) требуется до 2 сут. при переработке нейтрализованной сточной воды и до 20 сут. при переработке кислых стоков.

Анаэробная биodeградация загрязнений протекает с максимальной скоростью при температуре 40 °С. Термофильная микрофлора (50 °С) от-

личается невысокой эффективностью окисления загрязнений, что объясняется, по-видимому, меньшим видовым разнообразием микрофлоры, развивающейся при повышенной температуре. Промежуточное положение занимает мезофильная микрофлора (30 °С).

Таким образом, локальная очистка сточной воды гидролизного производства может быть осуществлена в мезофильных условиях (30–35 °С) после предварительной нейтрализации стоков до величины рН 6,0–6,5.

Максимальная степень очистки сточной воды гидролизного производства в анаэробных условиях составляет 89–90 % по ХПК. Для полной очистки стоков необходима доочистка БОВ в условиях аэрации.

Эксперименты по очистке сточной воды в проточных биореакторах с различным количеством волокнистого носителя показали, что оптимальная плотность загрузки аппарата носителем составляет 15 г/л при упорядоченном расположении его в вертикальных слоях, способствующем выводу биогаза из реакционной зоны. В этих условиях достигается очистка сточной воды на 60–70 % по ХПК при нагрузке по загрязнениям 4–6 кгХПК/м³сут. и времени пребывания в биореакторе 18–30 ч.

В таблице 1 представлены данные по изменению состава сточной воды гидролизного производства после анаэробной очистки в биореакторе с иммобилизованной микрофлорой.

Таблица 1

**Состав сточной воды гидролизного производства
до и после анаэробной очистки**

Показатели	Содержание анализируемых веществ	
	Исходная сточная вода	БОВ после анаэробной очистки
1	2	3
ХПК, мг О ₂ /л	10800	1100
БПК, мг О ₂ /л	4220	335
Редуцирующие вещества, %	0,08	отсутствие
Лигногуминовые вещества, мг/л	600	450
рН	6,5	8,0
Взвешенные вещества, мг/л	2130	80
в т.ч. органические	1880	20
неорганические	250	60
Сухие вещества, мг/л	6900	2400
в т.ч. органические	4340	910
неорганические	2560	1490
Фурфурол, мг/л	20	отсутствие
Сульфаты, мг/л	1750	140

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Хлориды, мг/л	390	195
Фосфор (в пересчете на P_2O_5), мг/л	100	10
Азот общий, мг/л	500	10
Азот аминокислот, мг/л	30,0	0,6
Аммиак, мг/л	2,7	Отсутствие
Нитриты, мг/л	1,0	Следы
Нитраты, мг/л	5,0	Отсутствие

Сухие и взвешенные вещества БОВ имеют высокую зольность, что свидетельствует о высокой степени деградации органических веществ.

Особое внимание было обращено на эффективность удаления из сточной воды тяжелых металлов. При анаэробной очистке стоков снижение их содержания достигается за счет двух факторов: сорбции их анаэробным илом и образования в водной среде сульфидов металлов, не растворимых в воде и выпадающих в осадок.

Исследования (табл. 2) показали, что содержание меди, цинка, железа, свинца, кадмия, никеля, кальция достигает величин, которые ниже ПДК для вод водоемов хозяйственно-питьевого назначения.

Таблица 2

Эффективность очистки сточной воды от тяжелых металлов анаэробной микрофлорой

Анализируемые металлы	Содержание металлов, мг/л		
	Исходные сточные воды	БОВ после анаэробной очистки	БОВ после анаэробно-аэробной очистки
Cu	0,171	0,037	0,011
Fe	7,429	0,810	0,038
Pb	0,007	отсутствие	Отсутствие
Cd	0,028	0,005	0,004
Ni	0,009	отсутствие	Отсутствие

Таким образом, анаэробная обработка сточной воды в биореакторах с иммобилизованной микрофлорой позволяет обеспечить глубокую очистку стока от загрязняющих компонентов при технологически приемлемом времени пребывания сточной воды в биореакторе.