

## АНАЭРОБНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНОЙ ВОДЫ ПО «ПОЛИМИР»

The process of toxic compounds' anaerobic destruction in synthetic fibres production wastewater has been investigated. The extent of biodegradation by anaerobic microorganisms for acetonitrile, methylacrylate and acrylonitrile has been determined.

В последние годы за рубежом получили распространение анаэробные процессы биологической очистки сточных вод, которые выгодно отличаются от классических аэробных методов низкими энергетическими затратами и имеют ряд других преимуществ. Промышленная реализация анаэробного метода очистки стоков стала возможной благодаря разработке нового поколения биореакторов, в основу конструкции которых положены различные методы удержания клеточной биомассы анаэробной микрофлоры в реакционном объеме. Чаще всего используют иммобилизацию микроорганизмов-деструкторов на носителях различной природы или создают условия для самоагрегирования клеточной массы с образованием гранулированного активного ила с высокими седиментационными характеристиками.

Действующие за рубежом промышленные анаэробные установки обеспечивают эффективную очистку различных производственных стоков, сильно загрязненных легкодеградируемыми соединениями (сточные воды сахарного производства, спиртовых заводов и других производств) [1]. Труднее очистить сточные воды химических производств.

В последние годы появились исследования, посвященные анаэробной очистке стоков, содержащих труднодеградируемые, даже токсичные вещества (терефталевая кислота [2], антрахиноновые красители [3], пентахлорфенол [4]), доказывающиеся эффективность анаэробного метода по отношению к ксенобиотикам.

Цель настоящей работы состоит в исследовании анаэробного процесса деструкции загрязнений сточной воды новополоцкого ПО «Полимир».

В составе производственного стока присутствуют в основном индивидуальные органические соединения – исходные вещества и промежуточные продукты химического синтеза (табл. 1), многие из которых токсичны. Основные средние показатели сточной воды: рН = 8–9, взвешенные вещества 60 мг/л, БПК<sub>5</sub> = 400 мг/л, ХПК = 900 мг/л.

На первом этапе исследовали эффективность деструкции загрязнений по общему показателю ХПК при обработке производственного стока в анаэробных условиях. Процесс анаэробной очистки сточной воды моделировали в биореакторах объемом 0,5 л с иммобилизованными на волокнистом носителе (насадке «ВИЯ») анаэробными микроорганизмами, спонтанно развивающимися при температурах 20°C, 30°C, 37°C. Для накопления микроорганизмов и иммобилизации их на волокнистом носителе биореакторы выдерживали в отъемно-доливном режиме работы в течение 24 сут с регулярной заменой части жидкости в аппаратах на исходную сточную воду. После выхода на стабильный режим работы произвели залповую замену всей жидкости в биореакторе на сточную воду и исследовали динамику изменения показателя ХПК и величины рН очищаемой воды.

Результаты эксперимента свидетельствуют (рис. 1), что спонтанно развивающиеся в сточной воде анаэробные микроорганизмы обеспечивают эффективную деструкцию загрязнений в исследуемом интервале температур. За время анаэробной обработки (80 ч) достигается степень очистки сточной воды на 50–75% по показателю ХПК (рис. 2). Повышение температуры способствует ускорению процесса деструкции загрязнений. Максимальная эффективность очистки наблюдалась при температуре 37°C и составила 74,6%.

Характеристика основных компонентов сточной воды

Наименование вещества	Плотность паров по воздуху	Температура, °С		ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
		кипения	вспышки		
Синильная кислота	0,93	25,6	-18	0,3	1
Диметилформамид	2,50	153,0	53	10,0	2
Ацетонциангидрин	2,93	82,0	74	0,9	2
Нитрил акриловой кислоты	1,90	77,3	-5	0,5	2
Метилакрилат	2,90	80,5	-5	5,0	3
Ацетонитрил	1,40	82,0	2	10,0	3
Метанол	1,11	64,9	6	5,0	3

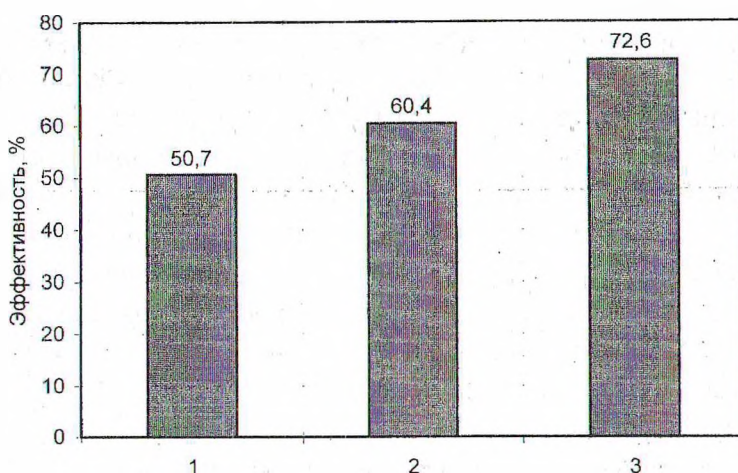


Рис. 1. Эффективность очистки сточной воды: 1 – 20°С, 2 – 30°С, 3 – 37°С

В первые 3–4 ч процесса происходит снижение рН с 9,6 до 8,6–8,7, впоследствии величина рН стабилизируется на уровне 8,4–8,5, что удовлетворяет технологическим требованиям процесса.

На втором этапе работы исследовали деструкцию отдельных компонентов сточной воды в условиях анаэробной обработки с применением метода газожидкостной хроматографии. Из числа приведенных в табл. 1 органических соединений сточной воды только метанол при низких концентрациях легко деструктируется анаэробными микроорганизмами. Степень деструкции остальных компонентов и их влияние на эффективность функционирования активного ила не изучены.

Для исследования были отобраны три соединения (ацетонитрил, нитрил акриловой кислоты и метилакрилат) как наиболее характерные для производства, отличающиеся токсичностью и легко определяющиеся методом ГЖХ. Хроматографическое определение компонентов осуществляли на хроматографе ЛХМ-8МД с детектором по ионизации в пламени. Для количественного определения компонентов использовали метод внутренней стандартизации (стандарт–изоамиловый спирт). Условия хроматографического анализа: микронабильная колонка длиной 1,5 метра с неподвижной фазой SE-60 на хроматоне N, температура колонки – 110°С, расход газа-носителя (гелия) – 35 мл/мин. Идентификацию компонентов проводили по времени удерживания.



В экспериментах функционирующие в идентичных условиях (30°C) биореакторы с иммобилизованными на носителе микроорганизмами заполняли сточной водой, обогащенной одним из выбранных компонентов. Для проверки адаптационных возможностей анаэробных микроорганизмов преднамеренно создали высокую концентрацию исследуемых компонентов в стоке (0,3–0,4%), намного превышающую содержание их в натуральной сточной воде.

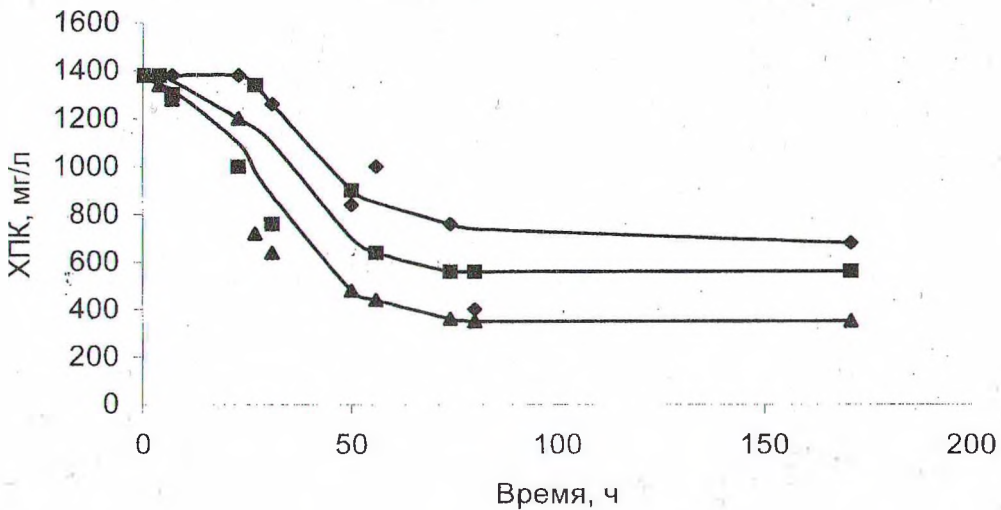


Рис. 2. Динамика изменения показателя ХПК при температурах: - 20°C, - 30°C, - 37°C

Результаты экспериментов свидетельствуют, что все исследованные соединения деструктурируются анаэробными микроорганизмами (рис. 4–5). За время обработки сточной воды в анаэробном биореакторе в течение 80 ч степень деструкции компонентов составила: ацетонитрила – 55,6%, нитрила акриловой кислоты – 54,4% и метилакрилата – 43,8%. Процесс деструкции микроорганизмами метилакрилата отличается заметным адаптационным периодом. Высокая концентрация токсичных компонентов в сточной воде не оказывает значительного ингибирующего действия на микроорганизмы-деструкторы, степень очистки сточной воды по показателю ХПК составила 40–87%. В наименьшей степени влияет на функционирование активного ила ацетонитрил.

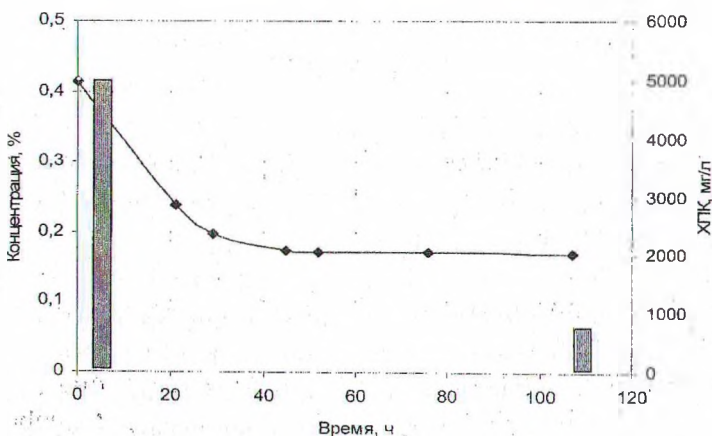


Рис. 3. Деструкция ацетонитрила анаэробными микроорганизмами (■ – ХПК)

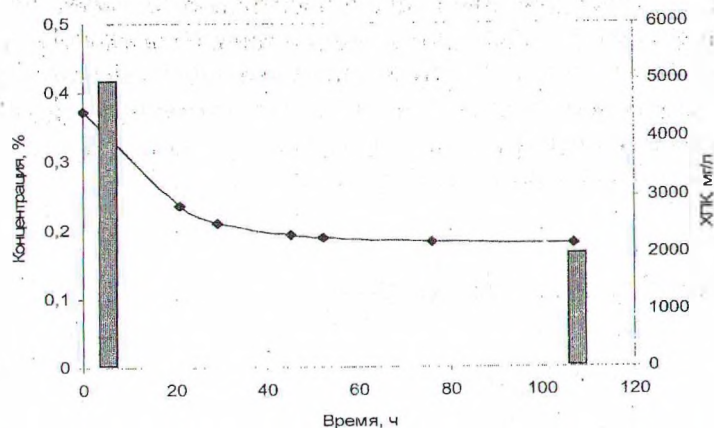


Рис. 4. Деструкция нитрида акриловой кислоты анаэробными микроорганизмами

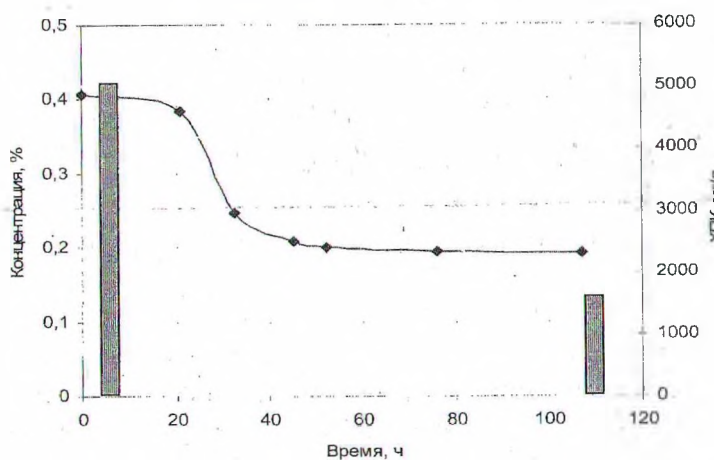


Рис. 5. Деструкция метилакрилата анаэробными микроорганизмами

Таким образом, в результате исследований выявлена принципиальная возможность анаэробной очистки сточной воды ПО «Полимир». Показана способность сообщества спонтанно развивающихся микроорганизмов к биодegradации содержащихся в сточной воде токсичных соединений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Starkenburg В. Анаэробная очистка сточных вод. Современное состояние // Микробиология: Материалы международного рабочего совещания. – 1997. – Т. 66. – № 5. – С. 705–715.
2. Биодegradация терефталевой кислоты / Guan Bao-hong, Xu Gen-liang, Zhang Ting-zhou, Tan Tian-en // Zhejiang daxue xuebao. Nongye yu shengming kehue ban = J. Zhejiang Univ. Agr. and Life Sci. – 2002. – Т. 28. – № 1. – С. 114–118.
3. Decolorization of antraquinone dye by Rhodopseudomonas XL – 1/ Dong Xiaoli, Zhou Jiti, Wang Jing, Lu Hong // High Technol. Lett. – 2002. – Т. 8. – № 2. – С. 11–14.
4. Токсичность пентахлорфенола для микроорганизмов анаэробного гранулированного ила. / Zhou Hong-bo, Chen Jian // Zhongnan gongue daxue xuebao. Ziran kehue ban = J. Cent. S. Univ. Technol. Natur. Sci. – 2002. – Т. 33. – № 5. – С. 469–472.