

2. Андрианова Г.П., Пестикова К.А., Матвеев Ю.С. Химия и технология полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. - М.; Легпромиздат, 1990. - С.21.

УДК 628.356:628.336.511.512

И.А.Гребенчикова, соискатель;

А.Л.Хмельницкий, студент;

Р.М.Маркевич, ст. преп.;

Н.С.Ручай, доцент

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММОБИЛИЗОВАННОЙ МИКРОФЛОРЫ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГИДРОЛИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА

The process of waste water purification under aerobic and anaerobic conditions using immobilized on the polymeric fibres microorganisms was investigated.

Для очистки сточных вод может быть использовано два типа биологических процессов: аэробные и анаэробные. В настоящее время предпочтение отдают первым, ввиду того, что такие системы обеспечивают высокую скорость деструкции загрязнений, хорошо изучены и надежны в работе. Вместе с тем, ряд недостатков, которые имеют аэробные процессы (большое количество биомассы активного ила, которую трудно перерабатывать вследствие высокой влажности, значительные энергетические затраты), приводят к необходимости обращаться к лишенным вышеназванных недостатков анаэробным методам очистки, хотя эти процессы изучены недостаточно, а эксплуатационный опыт практически отсутствует. Известно, что главный недостаток анаэробных биосистем - низкая скорость биохимических процессов. Эта проблема может быть решена путем создания высокой концентрации активной биомассы микроорганизмов-деструкторов в аппарате.

Учитывая вышесказанное, нами была поставлена цель изучить процесс очистки сточной воды в аэробных и анаэробных условиях с использованием иммобилизованной микрофлоры.

В качестве объекта исследования выбраны сточные воды Бобруйского гидролизного завода, имеющие уровень загрязненности по ХПК 7-15 кг/м.

Процесс биологической очистки смоделирован на лабораторной установке с двумя биотенками (рис.1), работающими в проточном режиме отдельно в аэробных и анаэробных условиях или в составе батареи с различным порядком чередования последовательно соединенных аппаратов. В качестве носителей для иммобилизации микроорганизмов использовали полиамидное (капрон) и полиакрилонитрильное (нитрон) волокна, имеющие емкость по бактериальной и

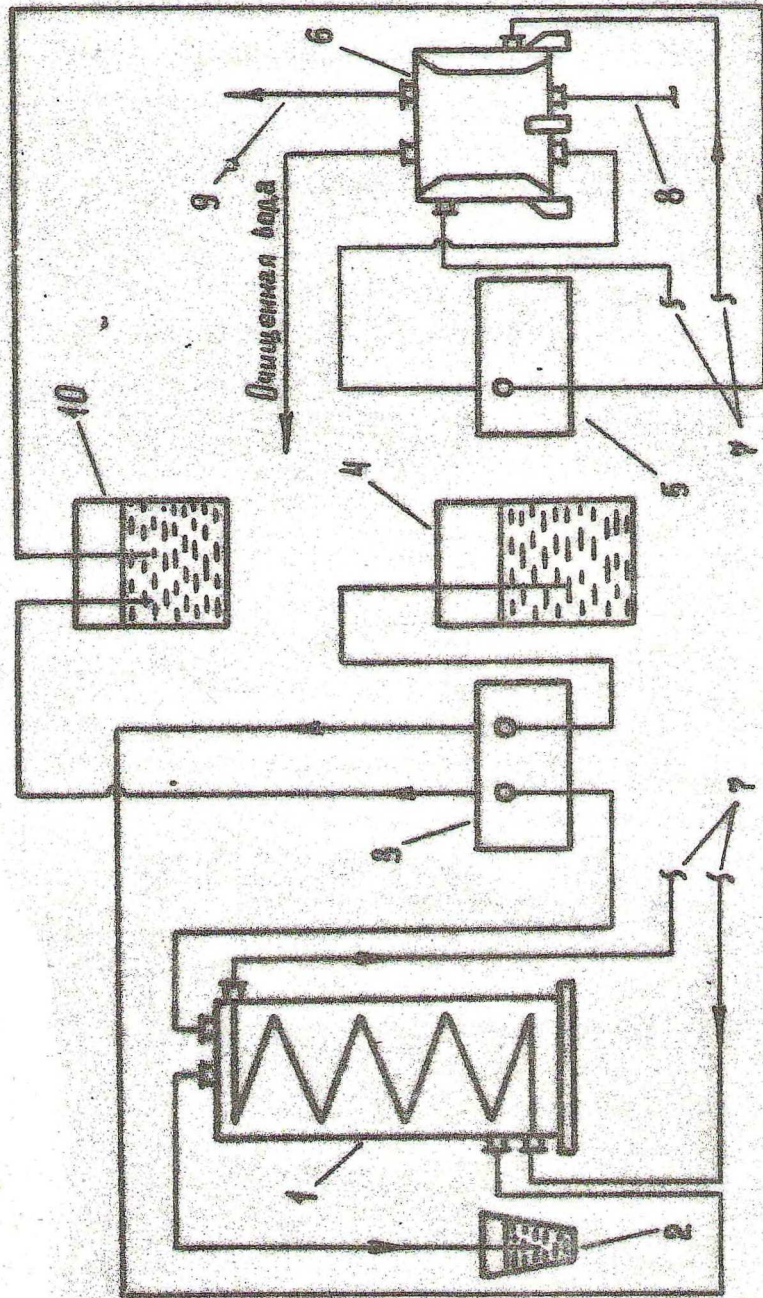


Схема лабораторной установки

1 - анаэробный биореактор; 2 - гидротурбинный насос; 3, 5 - вертикальный биореактор; 6 - аэробный биореактор; 7 - линия подачи и отвода теплоносителя; 8 - линия подачи воздуха; 9 - трубопровод отработанных газов; 10 - емкость стоков, обработанных анаэробно.

дрожжевой микрофлоре  $10^3$ - $400$  мг/г. Иммобилизацию микроорганизмов-деструкторов, спонтанно развивающихся в сточной воде, осуществляли рециркуляцией сточных вод через заполненный носителем биореактор в течение 48-72 ч с последующим переводом аппарата на проточный режим работы.

Очистку стоков иммобилизованной микрофлорой осуществляли по нескольким вариантам: 1) очистка в аэробных условиях; 2) анаэробная очистка; 3) ступенчатая аэробно-анаэробная и анаэробно-аэробная обработка стоков. Для сравнения моделировали также очистку стоков в аэробных условиях в биореакторе со свободной микрофлорой. Режимные параметры процесса очистки стоков: pH исходной воды 6,0-6,5; температура 28-30°C; расход воздуха на аэрирование 0,15-0,20 об./мин<sup>-1</sup>; скорость потока жидкости 0,02-0,10 ч.

Установлено, что при естественном накоплении микроорганизмов-деструкторов с иммобилизацией их на носителе процесс очистки сточных вод стабилизируется в аэробных условиях через 5-7 суток, в анаэробных - через 12-15 суток (полная стабилизация процесса очистки в анаэробных условиях наблюдалась через 35 суток).

Результаты исследований (табл.1) свидетельствуют о более эффективной очистке стоков микрофлорой, иммобилизованной на носителе по сравнению с биореакторами, содержащими свободные клетки активного ила. Съём загрязнений по ХПК свободными клетками микроорганизмов составил 65%, а иммобилизованными - 82,6-92%. При этом установлено, что предпочтительно использовать в биотенке в качестве носителя полиамидное волокно, которое обеспечивает более высокую скорость окисления загрязнений, чем полиакрилонитрильное (съём загрязнений по ХПК 7,64 кг/м·сут. и 6,51 кг/м·сут. соответственно). Это связано с различной емкостью носителей по микрофлоре.

Следует отметить, что высокий уровень очистки стоков иммобилизованной микрофлорой в анаэробных условиях (91,9%) достигается при скорости потока жидкости в 2-2,5 раза меньшей, чем для аэрируемого биореактора. Анаэробный процесс биоконверсии сложных органических соединений в метан и диоксид углерода осуществляется симбиотическим сообществом микроорганизмов, которое может менять пути метаболизма, что позволяет биосистеме функционировать как саморегулирующейся, способной поддерживать значения pH, окислительно-восстановительного потенциала и термодинамического равновесия на оптимальном уровне, т.е. обеспечивать стабильность сбрасывания. И, действительно, длительная эксплуатация биореакторов с иммобилизованной микрофлорой показала, что анаэробная биосистема малочувствительна к колебаниям температуры, потока жидкости и способна быстро восстанавливаться при нарушениях режимных параметров процесса.

Табл. 1. Эффективность очистки сточных вод иммобилизованной микрофлорой

Условия накопления и иммобилизации микроорганизмов	Тип носителя	ХПК, мг/л		Скорость протока жидкости, ч	Съем загрязнений по ХПК, %
		Исходные СВ	Очищенная вода		
Аэробные условия:					
-свободные клетки	-	6900	2400	0,05	65,2
-иммобилизованные клетки	нитрон	6900	1200	0,05	82,6
	капрон	6900	1000	0,05	85,5
Анаэробные условия					
-иммобилизованные клетки	нитрон	7400	800	0,02	89,2
	капрон	7400	600	0,02	91,9
Аэробно-анаэробная система очистки	капрон	7000	1ст.2000 11ст.800	0,10 0,05	88,4
Анаэробно-аэробная система очистки	нитрон	7400	1ст.2000 11ст.300	0,05 0,10	96,0
	капрон	7400	1ст.1900 11ст.150	0,05	98,0

Анаэробная обработка не способна обеспечить полную очистку стоков от химических соединений. В этой связи представляло интерес изучение двухступенчатой аэробно-анаэробной и анаэробно-аэробной систем очистки. Наибольшая глубина очистки (до 98% по ХПК) достигнута при анаэробно-аэробной обработке сточных вод.

На основе полученных результатов исследований разработана энергосберегающая технология локальной анаэробной очистки сточных вод Бобруйского гидролизного завода, включающая нейтрализацию сточных вод известковым молоком до pH 6,0-6,5, отделение шлама отстаиванием, очистку стоков в анаэробном биореакторе с иммобилизованной на полиамидном волокне микрофлорой и осветление биологически очищенных вод вторичным отстаиванием. Разработанная технология обеспечивает снижение энергетических затрат на очистку стоков в 1,8-2 раза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Экологическая биотехнология / Под ред. К.Ф.Форстера и Д.А.Дж.Вейза. - Л.: Химия, 1990.