

## **ПРИРОДООХРАННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ: РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ СТОКОВ МАСЛОСЫРЗАВОДА**

Вода – это основа жизни на Земле, без живительной влаги ни одно живое существо в природе не способно долго прожить. Свойства воды очень разнообразны, благодаря чему она смогла найти самое широкое применение на нашей планете. Несмотря на это, человек в процессе своей деятельности нещадно загрязняет ее. Таким образом, очень большой объем пресных вод сейчас стал совершенно непригодным. Резкое ухудшение качества пресной воды произошло в результате загрязнения ее химическими и радиоактивными веществами, ядохимикатами, синтетическими удобрениями и бытовыми и промышленными канализационными стоками и это уже глобальная экологическая проблема современности [1].

На решение этой проблемы призваны современные способы очистки сточных вод, наиболее традиционным из которых называют биотехнологический способ посредством анаэробной и аэробной ферментации стоков.

В зависимости от концентрации загрязняющих веществ в сточных водах в качестве основного этапа очистки рекомендуются анаэробная стадия (метановое брожение), аэробная ферментация или комплексное сочетание этих двух стадий. Если ХПК не превышает 2000 мг О/дм<sup>3</sup>, необходимо использование аэробной ферментации [2], если же превышает, то целесообразно в качестве основной стадии применять метановое брожение, а для доочистки - аэробный способ.

Анаэробная технология имеет целый ряд существенных преимуществ в сравнении с общепринятой аэробной [3].

Метановая ферментация значительно расширяет диапазон сточных вод, пригодных для биологической очистки. Анаэробный процесс предусматривает использование меньшего количества биогенных элементов, что является особенно важным при обработке сточных вод. Так, сточные воды с соотношением БПК<sub>5</sub>: N : P = (300÷500) : 7 : 1 пригодны для анаэробной очистки. При аэробной технологии необходимо добавление биогенных элементов; указанное соотношение будет составлять 100 : 5 : 1.

Цель данной работы – определение параметров процессов анаэробной и аэробной ферментации, при которых основные показатели очистки сточных вод достигали бы своих максимальных значений.

Проведены исследования по утилизации сточных вод молокозавода (в частности, маслосырзавода) с ХПК 4000 мг О/дм<sup>3</sup>. Метановую ферментацию этих сточных вод проводили при 50 °С, что соответствует термофильному режиму брожения. Для исследования основных показателей процесса метанового брожения сначала было проведено сбраживание сточных вод в периодическом режиме.

Наиболее интенсивно процессы трансформации загрязняющих веществ и газогенерации происходят в экспоненциальной и стационарной фазах роста микроорганизмов активного ила, что и подтверждается опытными данными. Прослеживается чёткая взаимосвязь между очисткой и синтезом биогаза; наибольшее выделение биогаза наблюдается при максимальном потреблении питательных веществ сточных вод. При увеличении дозы загрузки интенсивность процессов очистки и газогенерации уменьшается, что подтверждает классические представления о жизнедеятельности микроорганизмов в условиях повышенного содержания загрязняющих веществ (таблица 1).

**Таблица 1 - Основные показатели очистки и газогенерации при периодическом брожении сточных вод маслосырзавода в зависимости от доз загрузки**

| Сточная вода   | Доза загрузки, % | ХПК <sub>кон</sub> , мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> | Выход биогаза, дм <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup> | Содержание СН <sub>4</sub> , % | Степень очистки, % |
|----------------|------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Масло-сырзавод | 30               | 190                                                     | 3,80                                            | 73                             | 95,3               |
|                | 50               | 240                                                     | 3,50                                            | 67                             | 94,0               |

Проведение непрерывного брожения показало, что при выбранных скоростях разведения можно достичь значительной степени очистки (таблица 2).

**Таблица 2 - Основные показатели очистки и газогенерации при непрерывном сбраживании сточных вод маслосырзавода в зависимости от скорости разбавления**

| Сточная вода   | D×10 <sup>-2</sup> , ч <sup>-1</sup> | ХПК <sub>кон</sub> , мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> | Выход биогаза, дм <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup> | Содержание СН <sub>4</sub> , % | Степень очистки, % |
|----------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Масло-сырзавод | 1,39                                 | 550                                                     | 4,1                                             | 75                             | 86,3               |
|                | 2,08                                 | 670                                                     | 3,6                                             | 73                             | 83,3               |

Полученные данные свидетельствуют, что непрерывный режим брожения исследованных сточных вод позволяет достичь значительного

извлечения загрязняющих веществ и получить дополнительный источник энергии - биогаз.

Аэробную доочистку проводили в периодическом режиме в аэротенке-смесителе. Основное его преимущество по сравнению с другими типами аэротенков – возможность достижения одинаковой концентрации загрязняющих веществ, активного ила и кислорода воздуха по всему объему сооружения, что обеспечивает высокую эффективность очистки [4].

Нагрузка на ил непосредственно влияет на конечные показатели процесса очистки сточных вод. При ее увеличении происходит снижение эффективности очистки.

**Таблица 3 - Основные показатели аэробной доочистки сточных вод  
маслозавода**

| Сточная вода    | ХПК <sub>нач</sub> ,<br>мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> | ХПК <sub>кон</sub> ,<br>мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> | Продолжи-<br>тельность<br>аэрации, ч | Нагрузка на<br>ил, гХПК/г | Степень<br>очистки,<br>% | Прирост<br>ила, мг/дм <sup>3</sup> |
|-----------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Масло-<br>завод | 550                                                        | 20                                                         | 8                                    | 0,215                     | 96,4                     | 205                                |
|                 | 670                                                        | 45                                                         | 12                                   | 0,295                     | 93,3                     | 215                                |

Проведенные опыты показали, что использование анаэробно-аэробной технологии очистки сточных вод обеспечивает практически полное извлечение загрязняющих веществ по ХПК. Таким образом, степень очистки сточных вод маслозавода составляет 99,5 %, что вполне удовлетворяет требованиям сброса сточной воды в водоем открытого типа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Загрязнение воды, важной составляющей всего живого на Земле – проблема мирового масштаба [Электронный ресурс]. – М., 2020. – Режим доступа: <https://greenologia.ru/eko-problemy/gidrosfera/problemy-zagryazneniya-vody.html>.

2 Ткаченко Т. Л., Семенова О. І., Бублієнко Н. О., Левандовський Л. В. І Матеріали ІІІ Всеукр. з'їзду екологів з міжнарод. участю (Біологія/Ecology - 2011) (Вінниця, 21– 24 вересня 2011 р.). – Вінниця: ВНТУ, 2011. – Т. 1. – С.31–34.

3 Лукашевич Є. А. Розробка біотехнології очистки стічних вод і виробництва біогазу на відходах молочних заводів: Автореф. дис... канд. техн. наук. – К., 2003. – 20 с.

4 Олійник О. Я., Зябликов С. В. // Пробл. водопостачання, водовідведення та гідравліки. –2005. –Вип.4. – С. 46 – 53.