

DOI: 10.25205/978-5-4437-1691-6-100

**ИЗУЧЕНИЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ
МЕТАНОКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ГРАНУЛИРОВАННЫМ АЭРОБНЫМ ИЛОМ
В РЕАКТОРЕ ОТЪЕМНО-ДОЛИВНОГО ТИПА**

**STUDY OF WASTEWATER TREATMENT FROM THE PROCESS OF CULTIVATING
METHANE-OXIDIZING MICROORGANISMS USING GRANULAR AEROBIC SLUDGE IN SBR**

Д. И. Сакаян¹, С. В. Калёнов¹, Н. С. Хохлачев¹, К. С. Романовская²

¹Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Москва

²Институт экологии, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Москва

D. I. Sakayan¹, S. V. Kalenov¹, N. S. Khokhlachev¹, K. S. Romanovskaya²

¹Mendeleev University of Chemical Technology, Moscow

²Institute of Environmental Engineering, Peoples Friendship University of Russia, Moscow

✉ sakayandaniil@gmail.com

Аннотация

Проведены исследования эффективности очистки модельных сточных вод и сточных вод процесса культивирования метанооксиляющих микроорганизмов. Отмечены проблемы очистки сточных вод процесса культивирования метанооксиляющих микроорганизмов, связанные с несбалансированным составом по основным биогенным элементам и неоптимальными значениями pH для процессов нитрификации и денитрификации, высокими концентрациями тяжелых металлов.

Abstract

Studies have been carried out on the efficiency of purification of model wastewater and wastewater from the process of cultivating methane-oxidizing microorganisms. Problems of wastewater treatment from the process of cultivating methane-oxidizing microorganisms are noted, associated with an unbalanced composition of the main nutrients and suboptimal pH values for the processes of nitrification and denitrification, and high concentrations of heavy metals.

**Исследование культивирования метанооксиляющих микроорганизмов
и состава образуемых сточных вод**

Для наработки данных о составе сточных вод проводилось непрерывное культивирование в лабораторном ферментере общим объемом 10 л при начальном заполнении питательной средой в 6 л в проточном режиме со скоростью протока до 0,35 ч⁻¹ при атмосферном давлении, термостатировании 41,5 °С и поддержании pH 5,6–5,8. В начальной стадии культивирования соотношение метан-воздушной смеси составляло 1 : 1 при расходах 0,5 л/мин и оборотах мешалки 550 об./мин. При выходе на заданную производительность расход метан-воздушной смеси составил 6 л/мин при соотношении 1 : 3, а обороты мешалки достигали 850 об./мин. Проточное культивирование осуществлялось при концентрации биомассы, равной 7–8 г/л, в течение 180 дней. На рис. 1 представлены усредненные результаты изменения оптической плотности сообщества метанооксиляющих микроорганизмов, где выделенные зоны показывают стабильный процесс культивирования, при котором измерялись основные аналитические показатели загрязняющих веществ образуемых сточных вод на стадии сепарации.

С 27-го по 69-й день культивирования (1-я зона) усредненное значение ХПК составило 145,2 мг О₂/л при средней концентрации биомассы 7,14 г/л, с 97-го по 180-й день культивирования (2-я зона) усредненное ХПК составило 152,4 мг О₂/л при 7,46 г/л. Также была отмечена корреляция ХПК в сточных водах с концентрацией биомассы метанооксиляющих микроорганизмов, при которой с увеличением ОП увеличивается значение ХПК, т. е. при концентрации биомассы метанооксиляющих микроорганизмов 1 г/л ХПК составило в среднем 20,43 мг О₂/л (табл. 1).

Таблица 1

Усредненные показатели ХПК при различных концентрациях биомассы

АСВ, г/л	1	2	3	4	5	6	7	8
ХПК, мг О ₂ /л	20,43	43,21	64,16	78,56	104,78	117,84	142,32	160,67

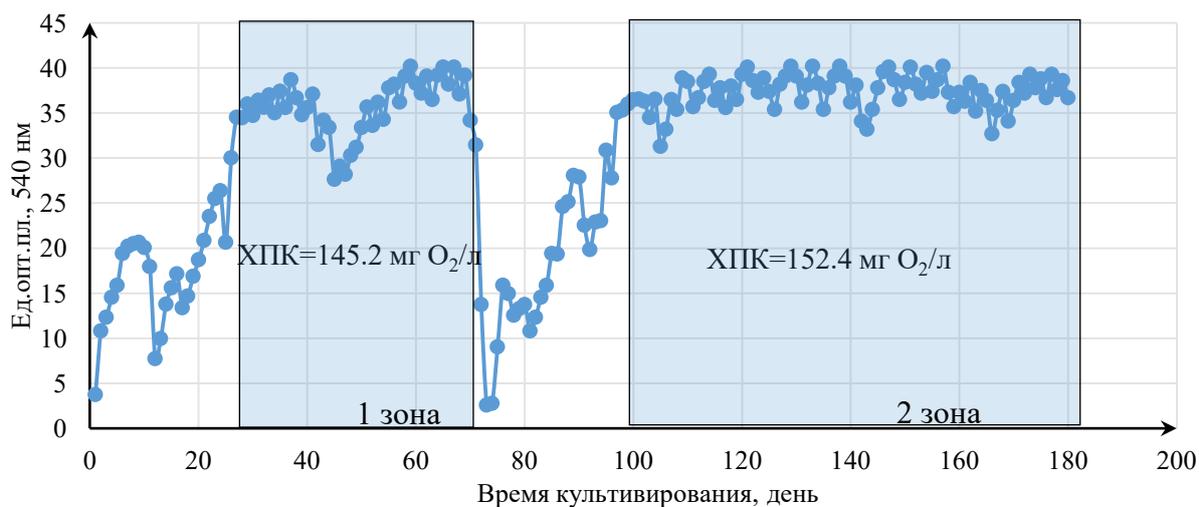


Рис. 1. Изменение оптической плотности в ходе культивирования метаноокисляющих микроорганизмов

При нестабильном процессе с 69-го по 74-й день культивирования происходило резкое увеличение ХПК до 195 мг O_2 /л, что связано с неоптимальными условиями для культивирования, из-за которых возможно происходило выделение в среду большего количества метаболитов или продуктов лизиса клеток. Во время проведения культивирования, 2 раза в неделю измерялись аналитические показания сточных вод по ХПК, БПК₅, NH_4^+ , PO_4^{3-} , образуемых после сепарации культуральной жидкости от биомассы микроорганизмов на центрифуге при 3500 об./мин. Таким образом, усредненная сточная вода с процесса культивирования метаноокисляющих микроорганизмов в диапазоне концентрации биомассы, равной 7–8 г/л, имеет характеристику, представленную в табл. 2.

Отношение БПК₅/ХПК составляет 62 %, что показывает допустимость применения биологической очистки, но соотношение С : N : P = 5 : 1, 6 : 1 не является оптимальным, что будет сказываться на эффективности. Соотношение гБПК/гN составляет 3,2, что является низким значением при минимальном возможном соотношении для теоретического проведения денитрификации в 3–4 и оптимальных значениях 8–11. Для биологического удаления фосфора теоретическое отношение гБПК/гP должно быть равно не менее 20 : 1, в данном случае показатель равен 5,11, что говорит о низком потенциале в очистке от фосфора биологическим методом. Более того, рН, равный 5,6, ниже стандартных значений хозяйственно-бытовых сточных вод и не является оптимальным для процессов нитрификации и денитрификации.

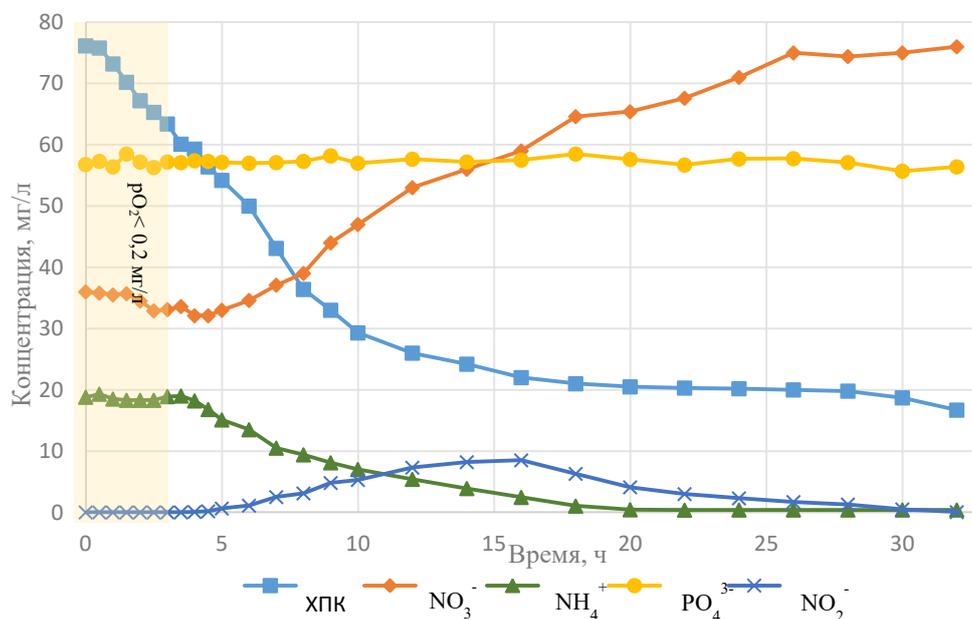


Рис. 2. Очистка сточных вод процесса культивирования метаноокисляющих микроорганизмов

Таблица 2

**Усредненный состав сточной воды процесса
культивирования метаноокисляющих микроорганизмов**

Показатель	ХПК	БПК ₅	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	pH
Концентрация, мг/л	152,3	94,6	37,6	56,79	5,6

**Очистка сточных вод процесса культивирования
метаноокисляющих микроорганизмов**

При очистке сточных вод отмечены уменьшения удельных скоростей нитрификации по 1-й и 2-й фазе, что вероятнее связано с неоптимальным значением pH = 5,6. Процессы денитрификации протекали незначительно, и с увеличением времени аноксидной зоны очистка от нитрата ионов кардинально не поменялась. Это стоит связывать с принципиально другим качественным составом органических соединений и неоптимальным значениям pH, что также сказалось и на общей скорости удаления ХПК. Результаты очистки сточных вод процесса культивирования метаноокисляющих микроорганизмов представлены на рис. 2.