

УДК 628.3

**ОЧИСТКА ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД  
ПРЕДПРИЯТИЯ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КУРИНЫХ ЯИЦ  
В РЕАКТОРЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ**

*П. П. АВДЕЕНКОВ, С. В. СТЕПАНОВ*  
*Самарский государственный технический университет,*  
*Российская Федерация*  
*avdeenkovpp@mail.ru, stepanovsv3@yandex.ru*

**Актуальность.** Исследование работы реакторов периодического действия *SBR* (*sequencing batch reactor*) обусловлено их повсеместным распространением и значительным расширением сферы использования. Основным преимуществом данной технологии является значительное сокращение площади застройки [1]. В Российской Федерации данная технология успешно применяется на предприятиях глубокой переработки зерна, производства сублимированного кофе, кормов для домашних животных, йогуртов, на сыроваренных заводах и рыбоконсервных комбинатах [2, 3]. При этом сточные воды предприятий глубокой переработки яиц, характеризующиеся высокими концентрациями органических веществ (ХПК – 3,5–12,0 г/л; БПК<sub>полн</sub> – 2,5–8,5 г/л), никогда ранее в *SBR*-реакторах не очищались.

**Цель работы** – технологическая оценка перспективности применения биологической очистки сточных вод предприятия глубокой переработки куриных яиц.

**Основные результаты.** Исследования биологической очистки были проведены в лабораторном реакторе периодического действия полезным объемом 5 л, оборудованном аэраторами, мешалкой, пробоотборниками. В зависимости от целей опыта циклы работы реактора включали только аэробную фазу, аноксидную и аэробную фазы или по две чередующиеся аноксидные и аэробные фазы различной длительности. Продолжительность седиментации была принята 60 мин на основании предварительного эксперимента по отстаиванию иловой смеси. Декантация очищенной воды занимала не более 1 мин. Работа установки контролировалась методом ежечасного отбора иловой смеси объемом 100 мл.

Результаты работы реактора периодического действия при двойном чередовании аноксидных и аэробных фаз одной из серии опытов представлены на рисунке 1.

Цикл очистки начинался с загрузки 0,5 л сточной воды. В результате смешения с активным илом исходные концентрации в реакторе составили, мг/л: ХПК – 785,4; N-NH<sub>4</sub> – 1,82; N-NO<sub>2</sub> – 0,05; N-NO<sub>3</sub> – 24,81; P-PO<sub>4</sub> – 4,1. Температура иловой смеси в реакторе изменялась от 16,3 до 17,1 °С, pH от 8,1 до 8,54. Реактор работал при дозе ила 5,73 г/л, нагрузке по ХПК 0,12 г/(г·сут).

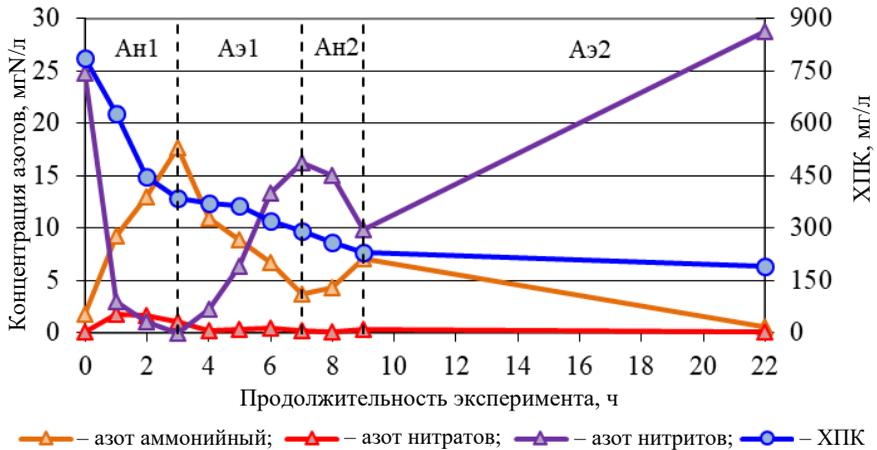


Рисунок 1 – Результаты эксперимента на исходной сточной воде в реакторе периодического действия при двойном чередовании аноксидных и аэробных фаз:  
 Ан1 – первая аноксидная фаза; Аэ1 – первая аэробная фаза; Ан2 – вторая аноксидная фаза;  
 Аэ2 – вторая аэробная фаза

За первый час работы ХПК снизилось на 158 мг/л, а азот нитратов на 22 мг/л. Таким образом, примерно половина органических веществ была израсходована на денитрификацию, остальное было сорбировано активным илом.

Трёхчасовая денитрификация закончилась со следующими концентрациями загрязнений, мг/л: ХПК – 386; N-NH<sub>4</sub> – 17,62; N-NO<sub>2</sub> – 0,99; N-NO<sub>3</sub> – 0.

За 3 часа аноксидного режима ХПК было снижено на 399,4 мг/л, азот нитратный – на 24,8 мг/л.

Реактор был переведен в первый четырехчасовой аэробный режим, который закончился с концентрациями, мг/л: ХПК – 293; N-NH<sub>4</sub> – 3,68; N-NO<sub>2</sub> – 0,15; N-NO<sub>3</sub> – 16,19.

Дальнейшее проведение аэробного режима привело бы к снижению органических веществ и увеличению азота нитратов, удаление которых было бы невозможным из-за нехватки субстрата. Поэтому установка была переведена во второй аноксидный режим, который длился 2 часа и был завершён с концентрациями, мг/л: ХПК – 229; N-NH<sub>4</sub> – 7,07; N-NO<sub>2</sub> – 0,37; N-NO<sub>3</sub> – 9,87.

За 2 часа аноксидного режима ХПК было снижено на 31,5 мг/л, азот нитратов – на 5,11 мг/л.

Активные фазы работы реактора завершались 13-часовым аэробным режимом. Концентрации загрязнений в декантированной воде составили, мг/л: ХПК – 189,5; БПК<sub>полн</sub> – 24,7; N-NH<sub>4</sub> – 0,51; N-NO<sub>2</sub> – 0,07; N-NO<sub>3</sub> – 28,80, P-PO<sub>4</sub> – 4,0.

**Выводы.** Эксперименты, проведенные в лабораторном реакторе периодического действия, показали перспективность биохимического окисления органических загрязнений и удаления соединений азота из сточных вод предприятий переработки яиц.

В результате длительных исследований процессов биологической очистки сточных вод предприятия яйцепереработки в *SBR*-реакторе получены следующие средние показатели качества очищенной воды, мг/л: ХПК – 253; БПК<sub>полн</sub> – 58,4; взвешенные вещества – 11; азот аммонийный – 2,1; азот нитритов – 0,06. Сточные воды с данным качеством очистки могут быть сброшены в систему городской канализации.

Отсутствие нитратного рецикла, что является особенностью *SBR*-реактора, не позволило снизить концентрацию азота нитратов менее 21,7 мг/л. Поэтому дальнейшие исследования биологической очистки были проведены на проточной установке.

#### Список литературы

1 **Маркевич, Р. М.** Экологическая биотехнология / Р. М. Маркевич, И. А. Гребенчикова, М. В. Рымовская. – Минск : БГТУ, 2015. – 217 с.

2 **Иванов, М. А.** Опыт компании ООО «КВИ Интернэшнл» по внедрению технологии *SBR* для очистки стоков пищевых производств / М. А. Иванов, А. М. Смирнов, М. Н. Смирнов // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2020. – № 9 (153). – С. 34 – 37.

3 **Смирнов, М. Н.** Биологическая очистка сточных вод в биореакторах периодического действия / М. Н. Смирнов, А. М. Смирнов, Ю. Х. Локшин // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2009. – № 5 (17). – С. 36–46.

#### **TREATMENT OF HIGHLY CONCENTRATED WASTE WATER OF THE ENTERPRISE OF DEEP PROCESSING OF CHICKEN EGGS IN A BATCH REACTOR**

*P. P. AVDEENKOV, S. V. STEPANOV*

*Samara State Technical University, Russian Federation*