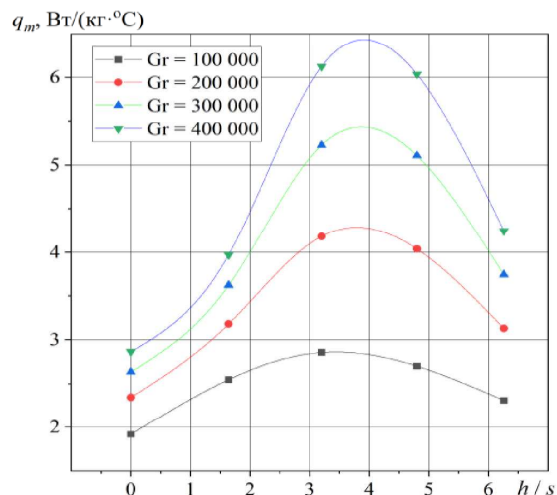


а



б

Рисунок 1 – Массовая плотность теплового потока теплообменников с воздушным охлаждением, оснащенных вытяжной шахтой

Рисунок 1 а) демонстрирует максимальную массовую плотность теплового потока для  $h/s = 3,2$ . При этом для каждой высоты ребра темп роста функции отличается и с уменьшением высоты ребра также снижается.

Для поиска максимума теплоотдачи были построены зависимости  $q_m = f(h/s)$  на рисунке 1 б) при постоянных числах Грасгофа. Для исследуемых диапазонов максимальная теплоотдача лежит между  $h/s = 3$  и  $h/s = 4$ . Это является оптимумом между теплоотдачей и аэродинамическим сопротивлением. При  $h/s < 3$  площадь контакта с воздухом недостаточна для интенсивного теплообмена, а при  $h/s > 4$  возрастает аэродинамическое сопротивление.

### Литература

1. Данильчик, Е. С. Экспериментальные исследования эффективности однорядного пучка из биметаллических оребренных труб с различной высотой оребрения при свободно-конвективном теплообмене с воздухом / Е. С. Данильчик, А. Б. Сухоцкий, В. Б. Кунтыш // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. – 2020. – Т.22, № 5. – С. 128–141.

2. Сухоцкий, А. Б. Конвективная теплоотдача однорядных пучков из труб с накатными алюминиевыми ребрами различной высоты при малых числах Рейнольдса / А. Б. Сухоцкий, Е. С. Данильчик // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2021. – Т. 64, № 4. – С. 336–348.

УДК 628.355.5

### НИТЧАТОЕ ВСПУХАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА – АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

А. А. Масехнович, А. Д. Подсосонная, Д. А. Савич  
Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

*В работе исследовано влияние различных концентраций растворенного кислорода на структуру и состав микробного сообщества активного ила в модельных биореакторах.*

Установлено, что поддержание оптимального уровня аэрации способствует формированию плотных хлопьев активного ила и подавлению роста нитчатых бактерий, а отклонение от оптимальных значений приводит к нарушению структуры ила и развитию нитчатого вспухания.

В условиях растущей антропогенной нагрузки на водные экосистемы проблема очистки сточных вод становится особенно актуальной. Биологическая очистка с использованием активного ила – один из наиболее распространенных и экономически выгодных методов удаления органических загрязнений. Однако эффективное функционирование таких систем часто осложняется нитчатым вспуханием активного ила, что нарушает технологический процесс и ухудшает качество очищенной воды.

Нитчатое вспухание возникает при избыточном развитии нитчатых микроорганизмов, таких как *Sphaerotilus natans*, *Microthrix parvicella* и других, что приводит к нарушению структуры хлопьев активного ила и снижению их седиментационных свойств. Умеренное присутствие нитчатых бактерий необходимо для формирования прочной структуры хлопьев.

Причинами нитчатого вспухания могут быть недостаток питательных веществ, низкий уровень растворенного кислорода, изменение pH и наличие токсичных веществ. Последствиями данного явления являются снижение эффективности удаления органических веществ и взвешенных частиц, увеличение затрат на обработку и утилизацию ила, а также загрязнение водоемов.

Таким образом, поддержание баланса между различными группами микроорганизмов, включая нитчатые бактерии, является ключевым условием для стабильной работы сооружений биологической очистки и требует комплексного подхода, включающего оптимизацию технологического режима, контроль состава сточных вод и разработку эффективных методов борьбы с нитчатым вспуханием.

Объектом исследования являлись пробы активного ила (АИ), отобранные в весенний период из иловой камеры Минской очистной станции УП «Минскводоканал». Исходный образец активного ила характеризовался плотной структурой хлопьев и низким содержанием нитчатых микроорганизмов.

Для изучения влияния уровня аэрации на развитие нитчатых форм микроорганизмов в биоценозе активного ила была собрана и запущена лабораторная установка, представляющая собой серию модельных биореакторов непрерывного действия (БР1, БР2, БР3, БР4), имитирующих процесс биологической очистки сточных вод.

Каждый модельный биореактор был заполнен 500 дм<sup>3</sup> синтетической сточной воды (ССВ) и 500 дм<sup>3</sup> суспензии АИ. Процесс биологической очистки проводился при начальном значении pH 7,0±0,2 в мезофильных условиях (температура 25,0±1,0 °С). Концентрация растворенного кислорода поддерживалась на следующих уровнях: БР1 – 5,5 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; БР2 – 4,0 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; БР3 – 2,0 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; БР4 – 0,5 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

В течение одного месяца осуществлялся периодический отбор проб иловой суспензии с последующим микроскопическим анализом полученных препаратов. Целью микроскопического исследования являлась оценка динамики изменений в структуре хлопьев и видовом составе биоценоза активного ила.

Результаты проведенного исследования демонстрируют значимую зависимость структуры хлопьев активного ила и видового состава его биоценоза от концентрации растворенного кислорода.

В БР1 при повышенном уровне аэрации наблюдалось преобладание мелких хлопьев и подавление нитчатых микроорганизмов, что может негативно повлиять на седиментационные характеристики активного ила.

В БР2 с оптимальной концентрацией кислорода формировались крупные и плотные хлопья с хорошей седиментационной способностью, а численность нитчатых бактерий оставалась низкой.

В БР3 и БР4 при пониженной аэрации увеличилась доля нитчатых микроорганизмов, что привело к разрыхлению структуры хлопьев и снижению их седиментационной способности, особенно в БР4 с минимальной концентрацией кислорода.

Таким образом, на основании полученных результатов можно заключить, что поддержание оптимальной концентрации растворенного кислорода является критически важным фактором для обеспечения стабильности и эффективности функционирования сооружений биологической очистки сточных вод. Отклонение от оптимальных значений как в сторону недостаточной, так и избыточной аэрации, может приводить к нарушению технологического процесса и ухудшению качества очищенной воды.

В связи с этим представляется необходимым проведение систематического мониторинга и оперативное регулирование подачи кислорода, а также регулярный контроль структурных характеристик хлопьев активного ила.

**УДК 615.1+574.24**

## **ПРИСУТВИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ПУТИ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Н. И. Михайлова**

Белорусский государственный медицинский университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

*В настоящей статье рассматривается проблема присутствия лекарственных средств (далее – ЛС) в окружающей среде и пути ее решения. Ряд нормативных правовых актов регламентирует обращение с отходами ЛС, однако на законодательном уровне не закреплён персонифицированный подход, учитывающий структуру каждой молекулы активного фармацевтического ингредиента, а также необходимость проведения информационной работы с населением.*

Негативное влияние лекарственных препаратов (далее – ЛП) на окружающую среду на сегодняшний день является новой экологической проблемой современности. В сточных водах Республики Беларусь (далее – РБ) были обнаружены ряд гормональных ЛС, таких как антибиотики, нестероидные противовоспалительные средства [1]. Тенденции к обнаружению ЛП в природных водных резервуарах указывают на необходимость совершенствования системы регулирования обращения с фармацевтическими отходами.

Регулирование обращения с отходами ЛС в медицинских и фармацевтических организациях нормируется рядом нормативно-правовых актов [2, 4, 5]. Классификация отходов ЛС осуществляется согласно Общегосударственному «Классификатору отходов, образующихся в РБ» [2]. Однако группы ЛС в нем общие и не дают детального представления о классе опасности конкретного фармацевтического препарата. Так, «Отходы готовых ЛС (мази)» имеют класс опасности «неопасные», в то время как их компоненты являются активными соединениями. Например, исследование, проведённое в Швеции, показало, что бетаметазон обладает потенциальной устойчивостью в окружающей среде: в тестах OECD 302В/314В за 14 суток разложилось 78 % вещества, что не соответствует критериям биоразлагаемости [3].