

**ЦЕНТР СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

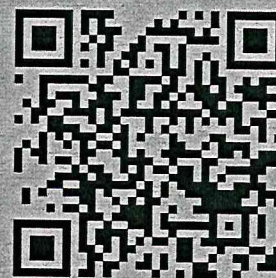
---

# **РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ**

**Сборник статей  
студентов, магистрантов, аспирантов,  
молодых ученых и преподавателей**

**Выпуск 13**

**05 марта 2017 г.**



---

**Пермь  
2017**



ЦЕНТР СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



**РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ:  
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ**

Сборник научных статей студентов, магистрантов, аспирантов,  
молодых ученых и преподавателей

Под. общ. ред. Т.М. Сигитова

Выпуск 13  
г. Пермь, 05 марта 2017 г.

ISBN 978-5-9909770-0-6

Пермь  
2017

© Коллектив авторов, 2017  
© ИП Сигитов Т.М., 2017

УДК 574.64:597.442

**Ганиев И.М.**

к.б.н., старший научный сотрудник сектора тканевой инженерии, (ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ»), ведущий инженер отдела доклинических исследований НОЦ Фармацевтики ФГАОУ ВПО Казанского (Приволжского) федерального университета (Россия, г. Казань)

**Морозов Н.В.**

доктор биол. наук, профессор кафедры биохимии и биотехнологии Института фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВПО Казанского (Приволжского) федерального университета (Россия, г. Казань)

**Галимова А.З.**

магистрант, ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ») (Россия, г. Казань)

### **МИКРОБНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ И СЕЛЬХОЗОБЪЕКТАХ**

*Применение консорциумов углеводородокисляющих микроорганизмов для очистки маслосодержащих сточных вод в различных промышленных предприятиях и сельскохозяйственных объектах.*

*Ключевые слова: консорциум; обезвреживание; углеводородокисляющие микроорганизмы; отработанные масла; сточные воды.*

Обеспечение экологической безопасности и охрана окружающей среды являются наиболее актуальными проблемами современности. Антропогенное воздействие на природу настолько возросло, что экологические нарушения стали нормой и приобрели угрожающие размеры. Среди многочисленных загрязнителей, непрерывно поступающих в окружающую среду в промышленных предприятиях и сельскохозяйственных объектах, смазочных масел по-прежнему остаются самыми глобальными. Наряду с авариями при добыче и транспортировке нефти и продуктов ее переработки крупномасштабным источником загрязнения природных объектов являются индустриальные сточные воды в различных объектах. Низкая культура производства, а также использование устаревших технологий и оборудования, в том числе в нашей стране, приводит к тому, что все большее и большее количество сырья, промежуточных и конечных продуктов промышленной переработки нефти попадает в сточные воды, а с ними - в природные объекты [4].

Масляные отходы, зачастую в качестве основного компонента, присутствуют в стоках предприятий различного профиля. Как продукт переработки мазута, нефтяные масла представляют собой сложную смесь высокомолекулярных углеводородов. Являясь крайне инертными и опасными загрязнителями сточных вод, масла оказывают вредное воздействие на биосферу, что требует разработки современных, надежных способов обезвреживания подобных отходов.

Одним из важнейших направлений для обеспечения экологической безопасности и экономии водных ресурсов является освоение передовых технологий и новых конструкций очистных сооружений. Широкое применение оборотного и повторного использования воды промышленными предприятиями и сельскохозяйственными объектами позволяет значительно сократить забор воды из водоемов. В настоящее время 70% потребности предприятий в воде на производственные нужды уже удовлетворяется за счет оборотной и повторно используемой воды [1].

Наиболее эффективное удаление загрязнителей из стоков для обеспечения оборотного водоснабжения достигается путем создания локальных узлов очистки. Смешение производственных потоков приводит к их взаимному разбавлению, часто сопровождающемуся взаимодействием загрязнителей, ухудшению извлечения последних, а также увеличению объемов стоков и затрат на их очистку

Для удаления масла из сточных вод в настоящее время используют механические, физико-химические и биологические методы. Биологический метод занимает доминирующее положение в современной технологии очистки. Возможность удаления из сточных вод различных химических соединений, простота аппаратного оформления сделали ее самой крупнотоннажной биотехнологией. Современным достижением в развитии биологической очистки явилось создание микробиологического способа переработки отходов. Основу его составляет ис-



пользование селекционированных высокоактивных культур микроорганизмов-деструкторов тех или иных загрязнителей, создание проточной системы очистки воды и иммобилизация биомассы на инертных, нерастворимых в воде носителях. Использование микробиологического метода в узлах локальной очистки маслосодержащих сточных вод позволит эффективно утилизировать масляные отходы. Кроме того, к достоинствам этого способа следует отнести значительное сокращение финансовых затрат на очистку, за счет самовоспроизводства биокаatalизатора (иммобилизированных на носителе клеток микроорганизмов-деструкторов).

Для создания очистных устройств, работающих по этому принципу, необходимо наличие специализированных высокоактивных штаммов-деструкторов, разработка и совершенствование технологии их применения.

Целью работы явились разработка способа очистки маслосодержащих сточных вод, загрязненных отработанными минеральными маслами и изучение микробиологических основ этого процесса.

Для достижения поставленной цели были определены следующие конкретные задачи исследований:

1. Селекция микробных консорциумов, разрушающих отработанные минеральные масла.
2. Моделирование и отработка основных технологических параметров процесса очистки маслосодержащих сточных вод.
3. Исследование возможности использования селекционированных штаммов для восстановления нефтезагрязненных объектов окружающей среды.

В работе использованы три вида консорциумов углеводородокисляющих микроорганизмов, из 10, 9 и 3 штаммов, выделенных из объектов окружающей среды включающих следующие роды:

1. Консорциум, состоящий из девяти совместимых между собой бактерии- *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Brevibacterium* (2 шт.), *Pseudomonas* (2 шт.), *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Clostridium*.
2. Консорциум из 10-ти видов, гетеротрофных микроорганизмов отнесенных к родам: *Pseudomonas* (2 шт.), *Rhodococcus*, *Micrococcus*, *Corinebacterium*, *Flavobacterium* (2 шт.), *Mycobacterium*, *Artrobacterium*, *Bacillus*.
3. Консорциум из 3-х видов бактерий родов: *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, *Micrococcus*.

Культуры депонированы в лаборатории Музей штаммов микроорганизмов ФГБНУ Федеральный центр токсикологической и радиационной и биологической безопасности «ФЦТРБ-ВНИВИ» г. Казань.

Суспензионную культуру углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ) получали из чистых изолятов, сохраняемых в лаборатории на жидкой среде Мюнца с добавлением вазелинового масла. На начальном этапе каждый штамм засеивали на косой МПА, выращивали в термостате в течение 2-х суток при температуре 28°C. Удостоверившись о чистоте выросших культур на МПА далее их смывали с физиологическим раствором (0.44%-ый раствор NaCl), смешивали в единую ассоциацию на свежей среде Мюнца с вазелиновым маслом. Пассирование проводили при 25°C в течение 7-10 суток. Контроль за ростом УОМ осуществляли по оптической плотности на КФК-3 до значения 0.45, что соответствовала численности 340-360 млн. кл/см<sup>3</sup>.

Воду загрязняли минеральными маслами из расчета 90±6, 400±6 и 1000±6 мг/л. Условия опыта статистические при комнатной температуре 18-23 °С, длительность каждого опыта равнялась от 12 до 16 сутками. Все варианты опытов выполняли в 3-х повторностях.

Биодеградацию масел проводили в статических условиях при температуре 22-28°C в колбах объемом 1000 мл. Предварительно культуры выращивали на различных селективных средах (Мюнца, Раймонда и Диановой-Ворошиловой) и водопроводной воде. Основная задача этих работ сводилась к подбору условий, а далее выделив параметры развития микроорганизмов провести лабораторные и натурные исследования по очистке маслосодержащих сточных вод более активной ассоциацией отселектированных УОМ.

Оценку биодеградации масел в опытах осуществляли общепринятыми микробиологическими и химическими методами [2; 3; 5]. Остаточное количество масел спектрометрически на Фурье Инфралам ФТ-08.



Очистку и глубокую доочистку маслосодержащего технологического стока и природной воды с заданным количеством загрязнения осуществляли с использованием струйно-отстойного биореактор (СОР) колонного типа.

Статистическая обработка результатов исследований проводили с помощью пакета компьютерных программ STATISTICA V 4.5 Microsoft Office 2003 для Windows XP, в стандартной компьютерной программе «Microsoft Excel». При оценке статистической достоверности средних полученных данных использовали парный и не парный t-критерий Стьюдента. Группу данных считали однородной, если среднее квадратичное отклонение Q в группе не превышало 13%. Различия между группами считали достоверным при критерии вероятности  $p < 0,05$ .

Объектом исследований служили загрязненные отработанными дизельными и трансформаторными маслами (марок (Shell HELIX DIESEL 10W-40 (Россия), T-1500 (Россия) сточные воды промышленных предприятий и сельхоз предприятий.

Микроорганизмы объединены в консорциумы по морфолого-физиологическим и биохимическим свойствам и представлены как грамположительными, так и грамотрицательными, подвижными и неподвижными аэробными и факультативно – анаэробными формами. Физиологическая активность штаммов вариабельна, высока их ферментативная активность.

Испытание биодеструкции дизельных и трансформаторных масел вышеуказанными ассоциациями бактерий выявило, что на начальном этапе разложение поллютантов наблюдается одинаковая динамика. За лаг-фазой происходит логарифмическая с постепенным нарастанием численности, участвующих в процессе очищения воды микроорганизмов. В опытах с 9-ю культурами УОМ максимум возрастания число бактерий происходит к 7-9 дню эксперимента, а 10-ю и 3-я штаммами на неделю дольше.

Опытами также выяснено, что по степени и длительности усвоения микроорганизмами консорциумов дизельное масло Shell HELIX DIESEL подвергается окислению медленнее, чем трансформаторное.

Анализ участия разных консорциумов в процессе очистки воды от дизельных и трансформаторных масел выявил, что наиболее быстрое и в тоже время ускоренное очищение от масел наблюдается ассоциацией состоящей из 9-ти штаммов и составляет в среднем 65-75%.

С тремя и девятью видами степень усвоения масел за 20 суток опыта, при тех же режимах очистки, не превысила 52% и 61% соответственно.

Итак, из вышеуказанного следует, что лучшим консорциумом для очистки вод от дизельных и трансформаторных масел явилась ассоциация, состоящая из 9-ти штаммов.

В следующем экспериментах получен ряд микробных консорциумов, способных очищать сточные воды, содержащие минеральные масла. Изучены биологические и деструктивные характеристики селекционированных биокатализаторов. Выделены новые штаммы-деструкторы нефтепродуктов. Определены основные технологические параметры процессов с использованием полученных микроорганизмов.

Разработан способ локальной очистки маслосодержащих сточных вод на основе селекционированных микроорганизмов. Создана пилотная очистная установка на основе управляемого применения отселектированных УОМ специально созданной для этой цели СОР непрерывного действия и работающая в изменяющихся условиях среды.

Испытан СОР колонного типа вмонтированным струйным элементом, обеспечивающий распыление сточной жидкости до дисперстного состояния с образованием большой поверхности контакта загрязнений (поступающей со стоящей жидкостью), участвующий в очистки воды УОМ.

В очистке подвержена сточная вода Технополиса АО «Химград» г. Казань следующего состава: ХПК 630-2500 мг/дм<sup>3</sup>, в том числе O<sub>2</sub> в пределах 3-6 мг/дм<sup>3</sup>, сумма неорганических форм азота (NH<sup>4</sup>, NO<sup>-3</sup>, NO<sup>-2</sup>) 50 мг, фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 10 мг, нефтепродукты до 250 мг/дм<sup>3</sup>. Средняя численность УОМ на входе в СОР от 100×10<sup>-6</sup>–150×10<sup>-6</sup> кл/см<sup>3</sup>. Режим очистки стока в СОР принят непрерывный, длительность биоокисления 0.8; 1; 1.2; 1.4; 2.0; 3.0; 4.0 часа.

В последующем этапе работы нами было выявлено, что оптимальное время пребывания стоков СОР приближается к 1.2-1.3 ч., что соответствует скорости подачи сточной воды в СОР 8-10 л/мин.



Включение в технологическую схему второго СОР, сохраняя последовательность поступления сточной жидкости из первой во вторую ступень и увеличения времени контакта микроорганизмов с остаточными углеводородами (оставшиеся неокисленными в первой ступени) от 0.5 до 1.0 часа, с сохранением тех же параметров очистки, степень обезвреживания сточной жидкости от искомого загрязнения достигает 94-96%. По сути биотехнологическая схема очистки, включающая первичную подготовку сточной жидкости механическим способом (сбор, отстой осветление) и далее управляемая биодеструкция с УОМ в двух ступенях СОР (скорость потока 0.12-0.17 мг/дм<sup>3</sup>, температура 18-22 °С и длительность пребывания 1.5-2.0 часа) позволяет очистить от углеводородов нефти до санитарных норм – 0,16 мг/л, то есть до норм оборотного водоснабжения. В условиях дефицита пресной воды, используемой в производственном процессе Технополиса АО «Химград» г. Казань, разработанная биотехнологическая схема с использованием бактериального консорциума, обеспечивает полноту рекуперацию обработанных вод в предприятии.

В заключении следует особо подчеркнуть о том, что параметры жизнедеятельности консорциума из 9-ти штаммов проверены и усовершенствованы по биоактивным компонентам обеспечивающие процессы биотрансформации загрязнений. Подготовлены технические условия по изготовлению промышленного образца и инструкция по применению консорциума для очистки и доочистки сточных вод различных отраслей промышленности, сельскохозяйственных объектах и быта, включая производство по утилизации отработанных и товарных масел различной природы и состава. А так же разработана биотехнологическая схема очистки сточных вод, загрязненными минеральными маслами на основе управляемого применения отселектированных УОМ специально созданным для этой цели СОР непрерывного действия и работающая в изменяющихся условиях среды.

#### Список литературы

1. Изжеурова В.И., Павленко Н.И. Биотехнологические аспекты очистки нефтесодержащих сточных вод // Химия и технология воды. 1995. №2. С. 17.
2. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа воды. // Издание 2-е исправленное. - М.: Химия, 1973. - 376 с.
3. Лурье Ю. Ю., Рыбникова А. И. Химический анализ производственных сточных вод // М., Химия. 1984. 336 с.
4. Муратова А.Ю., Плешакова Е.В. Микробиологическая очистка в защите окружающей среды от нефтяных загрязнений // Проблемы изучения биосферы: Тез. докл. Всерос. конф. 3-4 декабря 1996. Саратов, 1996. С.107-108.
5. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии: Учебное пособие для вузов // Под ред. В. К. Шильниковой. - 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дрофа, 2004. -256 с.

УДК 574.24

**Коняев И.С.**

доцент кафедры биологии и химии, канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»  
(Россия, г. Ульяновск)

**Назарова М.В.**

магистрант 2 курса

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»  
(Россия, г. Ульяновск)

#### **БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН СЕНГИЛЕЕВСКОГО РАЙОНА УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ И ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ**

*В работе представлены результаты биомониторинговых исследований степени техногенной загрязненности воздуха и почв вблизи промышленных зон Сенгилеевского района Ульяновской области. Сопоставлены параметры флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой, тополя дрожащего, одуванчика лекарственного, подорожника большого и количественных показателей поллютантов на территории Сен-*