



Москва, 2019

Международная научная конференция
теоретических и прикладных
разработок

**НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ:
ЕВРАЗИЙСКИЙ РЕГИОН**

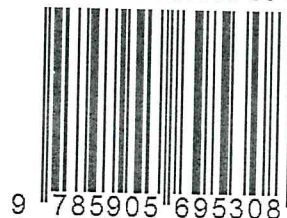
Коллектив авторов

Международная
научная конференция теоретических и
прикладных разработок
«Научные разработки: евразийский регион»

Москва, 2019

УДК 330
ББК 65
С56

ISBN 978-5-905695-30-8



Научные разработки: евразийский регион: материалы
международной научной конференции теоретических и
прикладных разработок (г. Москва, 20 мая 2019 г.) / отв. ред. Д.Р.
Хисматуллин. – Москва: Издательство Инфинити, 2019. – 292 с.

У67

ISBN 978-5-905695-30-8

Сборник материалов включает в себя доклады российских
и зарубежных участников, предметом обсуждения которых стали
научные тенденции развития, новые научные и прикладные
решения в различных областях науки.

Предназначено для научных работников, преподавателей,
студентов и аспирантов вузов, государственных и муниципальных
служащих.

УДК 330
ББК 65

ISBN 978-5-905695-30-8

© Издательство Инфинити, 2019
© Коллектив авторов, 2019

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ
ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
ОТ ОТРАБОТАННЫХ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ ПРЕДПРИЯТИЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДО НОРМ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Морозов Николай Васильевич

д.б.н, профессор

Ганиев Ильнур Махмутович

канд. биол. наук, научный сотрудник

Галлямова Илюза Наилевна

магистрант

*Казанский Национальный Исследовательский Технологический
Университет, г. Казань*

Аннотация. Испытана биотехнологическая схема очистки маслосодержащих сточных вод отдельных предприятий вновь созданным для этой цели биореакторе с консорциумом углеводородокисляющих микроорганизмов. Показано, что при нагрузках нефтепродуктов и масел в очищаемом стоке в пределах 640-1960 мг/дм³ (по ХПК), БПК₅-340-712 мгО₂/л, численности, участвующей в процессе окисления микрофлоры 102.10⁶-106.10⁶ кл/дм³, при непрерывном режиме очистки, длительностью 1,5-3,5 часа, степень обезвреживания стока достигает 96,4 %. Это соответствует норме использования очищенных вод в оборотном водоснабжении.

Ключевые слова: нефть и нефтепродукты, консорциум, биодegradация, сточная вода, углеводородокисляющие микроорганизмы, установка, биотехнологическая схема, распылительно-отстойный аппарат, биогеенные элементы, индуцирующие вещества.

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 и надежных способов обезвреживания подобных отходов [5].

Применяемые в настоящее время сооружения по очистке воды представляют собой большие, массивные строительные объекты, имеют очистные установки с большой открытой площадью испарения, обременительны в обслуживании, что удорожает, усложняет очистку сточных вод от различных загрязнений. Для эффективной очистки нефте- и маслосодержащих (минеральные, полусинтетические и синтетические) сточных вод используются многоступенчатые установки, насыщенные дорогами фильтровальными, сорбционными материалами, коагулянтами, флокулянтами. Одним из важнейших направлений для обеспечения экологической безопасности и экономии водных ресурсов является освоение передовых технологий и новых конструкций очистных сооружений.

Из многочисленных методов (механических, физико-химических и др.) наиболее перспективными считаются биологические методы, основанные на естественных процессах разложения нефтепродуктов в природе, участие в которых принимают углеводородокисляющие микроорганизмы: бактерии, микроскопические грибы и дрожжи [6].

Использование микробиологического метода в узлах локальной очистки маслосодержащих сточных вод позволит эффективно утилизировать масляные отходы. К достоинствам этого способа следует отнести значительное сокращение финансовых затрат на очистку, за счет самовоспроизводства биокатализатора и других факторов, обуславливающих усовершенствование технологий очистки. Реализация этого подхода требует не только выделения новых бактерий с нефтеокисляющей активностью, но и изучения их свойств, детальной характеристики, способности их участия в биотрансформации углеводородов нефти и других сопутствующих веществ [1, 2].

Наиболее перспективными в области очистки нефтезагрязненных производственных сточных вод, включая минеральные, полусинтетические и синтетические масла, является применение чистых биотехнологий с вселением отселектированных углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ), обеспечивающих высокие показатели очистки воды в управляемом режиме [4, 7, 8, 9].

Достижение высокоэффективной биodeградации нефти и смазочных масел УОМ, как показывает наш опыт, возможно в специальной, созданной для этой цели установке, а на его базе биотехнологической схеме очистки и доочистки стоков до норм оборотного водоснабжения или отвода в открытые водные источники без ущерба их экологическому состоянию.

Целью настоящих исследований является проведение работ по отработке технологии обезвреживания производственных сточных вод от отработанных смазочных масел ассоциативной культурой углеводородокисляющих микроорганизмов в специально созданной для этой цели установке, а на его базе биотехнологической схеме очистки и доочистки производственных стоков до норм оборотного водоснабжения.

Для достижения поставленной цели были определены следующие конкретные задачи исследований:

1. Создать, сконструировать и смонтировать распылительно-отстойную установку по очистке маслосодержащих сточных вод, производительностью 100 л/ час и более;

2. Опыты по выбору биотехнологической схемы очистки и доочистки маслосодержащих сточных вод с использованием консорциума углеводородокисляющих микроорганизмов в изменяющихся условиях среды (нагрузке по органике, температуре, кислородному режиму и тд.);

3. Полупроизводственные испытания технологической схемы очистки маслосодержащих сточных вод с определением параметров и режимов очистки сточных вод отдельного производства (на примере отработанного смазочного масла Shell Helix Diesel 10W-40).

Для очистки и глубокой доочистки нефтесодержащих сточных вод предприятий малой канализации (заправочные автотранспортные станции, автомойки, мойки нефтяных цистерн, локальные стоки предприятий местной промышленности и др.) предложен распылительно-отстойный аппарат (РОА) (рис. 1).

Установка - распылительно-отстойный аппарат (РОА) - выбрана на основе модульного принципа, позволяющего формировать основные сооружения, включенные в технологическую схему очистки и глубокой доочистки, из типового оборудования химических производств. РОА изготовлен в виде колонны цилиндрической формы, диаметром от 500-1200 мм и высотой до 420 мм. В верхней части колонны располагается струйный элемент, служащий для подачи смеси сточной жидкости с углеводородокисляющими микроорганизмами и соединениями, обеспечивающих управляемую биодеструкцию нефти и нефтепродуктов вплоть до конечных продуктов - CO_2 и H_2O . Это подтверждено нами в серии испытаний технологической схемы очистки сточных вод различных производств, загрязненных разнообразными углеводородами, отработанными смазочными минеральными, полусинтетическими, синтетическими маслами:

1. Смешанного потока ОАО «Казаньоргсинтез» со следующими показателями (мг/дм^3): рН - 6,5 - 9; ХПК - 780,4 - 1048; O_2 (растворенный) в пределах 1,0 - 5,6; форма неорганических форм азота (NH_4 , NO_2 , NO_3) - 15,0 - 35,0; фосфор (P_2O_5) - 1,4 - 15,3; нефтепродукты от 34,0 до 186. Общая численность УОМ на выходе в аппарат от 104 млн. кл/ см^3 до 150 млн. кл/ см^3 .

2. Сточные воды производства «Нефтепромхим», представленного следующими показателями (мг/м^3): минеральные масла от 25 до 200; ХПК в пределах 560 - 1200; содержание суммы неорганического азота (NH_4 , NO_2 , NO_3) от 7 до 20, O_2 (растворенный) от 0,5 - 5,0; общая численность консорциума нефтеокисляющих бактерий $101 \cdot 10^6$ - $106 \cdot 10^6$ кл/мл.

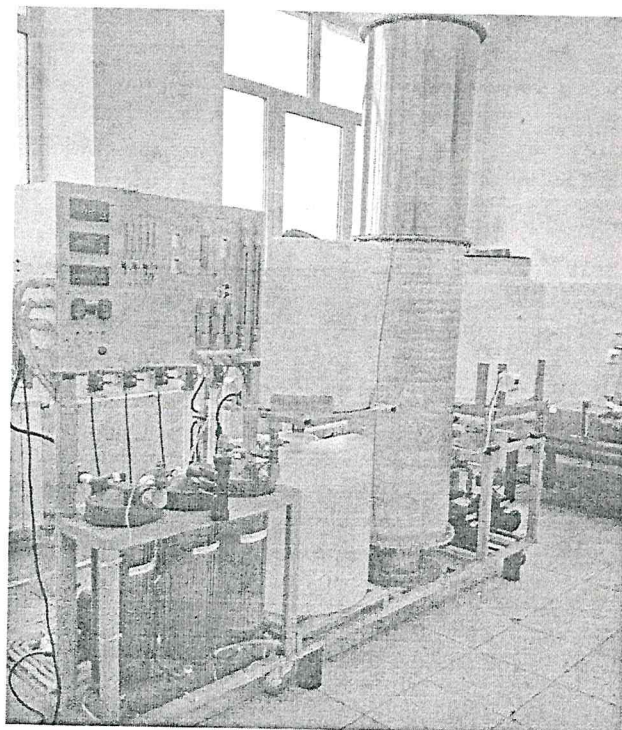


Рис. 1. Установка глубокой очистки и доочистки нефте- и маслозагрязненных сточных вод до норм оборотного водоснабжения

Очистку стоков проводили по принятой технологической схеме, включающей: приёмник сточной воды, усреднитель стоков, дозаторы (УОМ, биогенных элементов, индуцирующих веществ (ИВ)), насосная, обеспечивающая подачу сточной жидкости со сборника и усреднителя в биореактор, биореактор с распылительным элементом, вторичный отстойник, насосная для откачки приросшей биомассы микроорганизмов в дозатор и оборотного водоснабжения (рис. 2).

Предварительно подготовленную сточную жидкость очищали следующим образом: сточная вода центробежным насосом через приемный патрубок подается в струйный элемент биореактора. В момент подачи стока в аппарат, туда же одновременно из дозатора направляются биогенные элементы, индуцирующие соединения и расчетное количество суспензии углеводородокисляющих микроорганизмов (в среднем 130 млн. кл/мл или по биомассе

в пределах 0,3 - 0,5 г/л). В струйный элемент сточная жидкость со всеми добавленными компонентами смешивается и образует в нем прямой и обратный поток и из-за значительных градиентов скорости и сдвиговых напряжений разбрызгиваются, разрывает капли эмульгированных нефтепродуктов на мелкие диспергированные частицы, насыщенные пузырьками воздуха. В результате образуется значительная площадь поверхности, где микроорганизмы и углеводороды контактируют на границе фаз (среда – воздух). Благодаря этому создаются оптимальные условия для «атаки» и деструкции микроорганизмами рассеянных углеводородов.

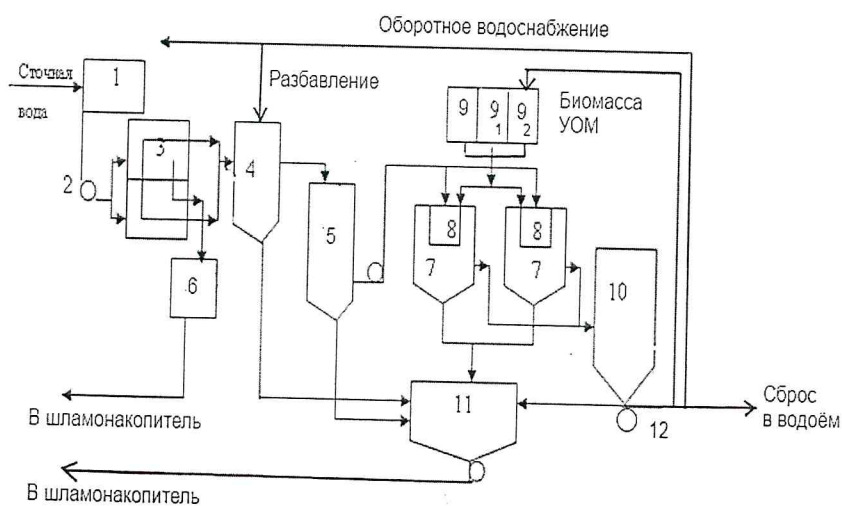


Рис. 2. Биотехнологическая схема очистки: 1 - приемник сточных вод с выделением грубых примесей; 2 - насосная станция для подачи сточной воды со сборника в нефтеловушку; 3 - нефтеловушка; 4 - усреднитель; 5 - первичный отстойник; 6 - нефтесборник; 7 - струйно-отстойный аппарат (СОА); 8 - струйные элементы; 9 - блок - дозатор биогенных элементов; 9.1 - блок - дозатор индуцирующих соединений; 9.2 - блок - дозатор нефтеокисляющих микроорганизмов; 10 - накопитель очищенной воды с насосной станцией (12) оборотного водоснабжения и подачи проросшей биомассы УОМ в дозатор 9.2; 11 - шламонакопитель

Окисление углеводородов нефти идет максимально в зоне струйного элемента и внешнего рецикла и продолжается далее по всей длине биореактора, ослабевая по мере снижения концентрации нефтепродуктов к зоне отстоя.

Длительность биоокисления углеводородов нефти в сточной жидкости, подаваемой в биореактор, в непрерывном режиме принята: 1) при концентрации нефтепродуктов 20 - 186 мг/дм³, скорости потока 0.015 - 0,03 м/сек, время пребывания от 1,0 до 1,5 часа; 2) при концентрации, превышающей 200 мг/дм³ или нагрузке по ХПК 1000 мг/л и более, скорость сточной жидкости в пилотной установке приближается 0,031 - 0,045 м/сек, при времени пребывания 1,3 - 3,0 часа [8].

Интенсификация процесса очистки обеспечивалась добавлением в поток биогенных элементов - азота и фосфора (азот в виде нитрата аммония, фосфор в виде суперфосфата кальция), соотношение которых к основной нагрузке загрязнений принято БПК (полное): N:P:100:5:1 (установлено опытным путем из следующих вариаций - 2,5; 0,5; 5; 10; 20; 40) [3]. Принятое соотношение биогенов в сточной жидкости стимулировало рост популяции УОМ консорциума в 2 раза, а эффективность деструкции углеводородов нефти за время контакта 1,2 часа до 75%. В варианте без добавления биогенов степень очистки от загрязнения не превысила 25-36%. Для достижения более высокой эффективности интенсификации процесса биоокисления в последующих сериях испытаний в очищаемую воду добавляли комплекс индуцирующих веществ (композиционных соединений). Внесение индуцирующих соединений с общей дозой $35 \cdot 10^{-6}$ М в поток очищаемой воды в РПА, при тех же условиях и режимах очистки, увеличивает количество углеводородокисляющих микроорганизмов более чем в 2 раза (от $150 \cdot 10^{-6}$ кл/мл до $325 \cdot 10^{-6}$ кл/мл), что повышает эффективность процесса биоокисления до 75-78%, а в контроле степень окисления остается на уровне 32-40%.

С целью стабилизации остаточного углеводородного загрязнения предварительно очищенная сточная жидкость подается дополнительно во вторую ступень РПА и подвергается доочистке длительностью от 30 минут до 1,5 часа. При этом эффективность очистки достигает 92-96%, т.к. концентрация углеводородов снижается до 0,12 - 0,17 мг/дм³. На выходе из 2 ступени РПА количество нефтепродуктов в сточной воде укладывается в санитарные нормы отвода в открытые водные источники (0,1 - 0,3 мг/дм³) или использования в оборотном водоснабжении.

Заключение

Проведенные эксперименты и испытания с применением пилотной установки РПА позволят заключить, что предложенный биологический метод деструкции углеводородов нефти в сточных водах производств органического синтеза вполне приемлем для очистки смешанных сточных вод многих отраслей, включая нефтехимическую промышленность, до норм оборотного водоснабжения.

Список литературы

1. Гуславский, А.И. Перспективные технологии очистки воды и почвы от нефти и нефтепродуктов / А.И. Гуславский, З.А. Канарская // Вестник Казанского технол. ун-та. – 2011. – № 20. – С. 191-199.
2. Ключанова, М.А. Разработка основы биопрепарата для деградации нефти при загрязнении природных сред: автореф. дис.... канд. биол. наук / Ключанова Мария Александровна. – Уфа, 2009. – 24 с.
3. Морозов Н.В. Экологическая биотехнология очистки природных и сточных вод макрофитами, КГПУ, Казань, 2001. – 394 с.
4. Морозов Н.В., дисс. ... д.б.н. Москва, МГУ, 2003, 408 с. Вестник технологического университета. – 2018. – Т.21. – №2. – 185 с.
5. 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.
6. Тимергазина И.Ф., Переходова Л.С. К проблеме биологического окисления нефти и нефтепродуктов углеводородокисляющими микроорганизмами // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – Т. 7. – № 1. – 28 с.
7. Morozov N.V., Ganiev I.M. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical sciences. – 2016. – Vol. 75. – Issue № 5. – P. 1728-1735.
8. Morozov N.V., Savdur S.N. Process module of oil-containing wastewater treatment of local sewage system and its controlling mathematical model. International journal of Pharmacy and Technology. – 2016. – Vol. 8. – Issue №4. – P. 2421.
9. Morozov V.N., Morozov N.V. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015. – Vol. 6. – Issue № 6. – P. 1703-1710.