

УДК 628.316.13

UDC 628.316.13

ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА «ДЕСТРОЙЛ» ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ¹

USAGE OF THE BACTERIAL PREPARATION “DESTROIL” FOR DESTRUCTION OIL POLLUTION IN FRESH WATER

Кирий Оксана Аркадьевна
Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области, г. Ростов-на-Дону, Россия

Kiriy Oxana Arkadyevna
Committee for saving ecology in Rostov region, Rostov on Don, Russia

Колесников Сергей Ильич
д.с.-х.н., профессор
Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону, Россия

Kolesnikov Sergey Ilich
Dr.Sci.Agr., professor
South Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Зинчук Аркадий Николаевич
ООО «НТЦЭЭ», г. Ростов-на-Дону, Россия

Zinchuk Arkadiy Nikolaevich
ООО «NTCEE», Rostov-on-Don, Russia

Проведены исследования деградации нефтепродуктов в пресноводных водоемах за счет жизнедеятельности нефтеокисляющих бактерий *Acinetobacter speivs SN-2*. Определено снижение содержания нефтепродуктов за 25 дней до ПДК (0,05 мг/л) и увеличение концентрации кислорода в водоеме

The researches of degradation of oil products in fresh-water reservoirs at the expense of the activity of petrooxidizing bacteria of *Acinetobacter speivs SN-2* are carried out. The decrease in the content of oil products in 25 days prior to maximum concentration limit (0,05 mg/l) and the increase in concentration of oxygen in the reservoir are defined

Ключевые слова: БАКТЕРИАЛЬНЫЙ ПРЕПАРАТ, ДЕСТРОЙЛ, НЕФТЕПРОДУКТЫ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, РАЗЛОЖЕНИЕ НЕФТИ

Keywords: BACTERIAL PREPARATION, “DESTROIL”, OIL PRODUCTS, POLLUTION, DEGRADATION OF OIL

Введение. Загрязнение – это самое отрицательное воздействие человечества, в частности его производственной сферы, на окружающую природную среду, которое во многих районах мира достигло критического уровня для здоровья людей и устойчивости экологических систем в целом.

Основная причина загрязнения водных бассейнов — сброс в водоемы неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод промышленными предприятиями, коммунальным и сельским хозяйством, а также участвовавшие случаи разливов нефтепродуктов в водные объекты.

¹ Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашения 14.A18.21.0187, 14.A18.21.1269, 16.740.11.0528.

Актуальность проблемы. Загрязнение водоёмов нефтью и нефтепродуктами затрудняет все виды водопользования. Влияние нефти, керосина, бензина, мазута, смазочных масел на водоём проявляется в ухудшении физических свойств воды (замутнение, изменение цвета, вкуса, запаха), растворении в воде токсических веществ, образовании поверхностной плёнки, понижающей содержание в воде кислорода, а также осадка нефти на дне водоёма.

В рыбохозяйственных водоёмах загрязнение нефтью и нефтепродуктами приводит к ухудшению качества рыбы, гибели, отклонениям от нормального развития, нарушению миграции рыб, молоди, личинок и икры, сокращению кормовых запасов, мест обитания, нереста и нагула рыб.

Влияние нефтяного загрязнения на флору и фауну водоемов и происходящие при этом биологические процессы изучены достаточно полно. При этом эффективных методов очистки водоемов загрязненных нефтью и нефтепродуктами крайне мало. Для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов применяются различные методы [1,2], но преобладают два основных способа: механическое удаление с применением различных технических средств и осаждение нефтепродуктов на дно водоема посредством применения химических препаратов. Однако эти методы не позволяют удалить нефтепродукты, находящиеся в толще воды. Более того, второй из них приводит к загрязнению донной поверхности водоема нефтепродуктами, и химическими препаратами.

Проводились исследования и практические работы по ликвидации нефтяных загрязнений с использованием плавающих сорбентов и последующим их удалением с нефтепродуктами механическим способом.

Оказалось, что этот метод не позволяет удалить нефтепродукты, находящиеся в толще воды.

Для восстановления жизненных процессов загрязненной нефтью окружающей среды необходимо наиболее полно удалить нефтяной загрязнитель. В процессе биологического разрушения микроорганизмами нефть и нефтепродукты частично усваиваются ими, а частично окисляются. Известно около 100 видов бактерий, дрожжей и миксомицетов, способных окислять углеводороды.

Проблемы использования различных препаратов для очистки вод загрязненных нефтепродуктами рассматривались и ранее.[2,6] Однако большинство из них посвящено исследованию воздействия нефтепродуктов на живые организмы или оценке процессов разрушения нефтепродуктов на поверхности водного объекта. При этом практически не изучены процессы деградации нефтепродуктов в толще воды и на дне водоема, а также их эффективность и влияние на кислородный режим.

Целью настоящей работы является исследование воздействия бактериального препарата «Дестройл» на процессы деградации нефтепродуктов в толще воды и на дне водоемов, а также их эффективности и влияния на кислородный режим водоемов. Продуценты исследуемого биологического препарата - нефтеокисляющие аэробные бактерии *Acinetobacter speivs SN-2*. Он применяется для разложения до экологически нейтральных соединений углеводородов нефти прямой, разветвленной и циклической структур, включая бенз(а)пирен, смолы и асфальтены.

Практическая значимость. Наиболее перспективным методом ликвидации нефтяных загрязнений и удаления нефтепродуктов из толщи воды является их биологическое разложение бактериальными

препаратами. Применение которых, позволит в достаточно короткие сроки снизить степень загрязнения водоемов до ПДК и все это без применения дорогостоящих и трудоемких работ.

Биологический препарат «Дестройл» позволяет быстро, полностью, и без вреда для окружающей среды очистить водоем от нефтяного загрязнения, превратив разлитый нефтепродукт в экологически безопасные продукты микробного метаболизма, составляющие питание растений.

Результаты исследования могут быть использованы для очистки как сточных вод предприятий, загрязненных нефтепродуктами, так и вод непосредственно в природных водоемах в случае их загрязнения нефтью или нефтесодержащими сточными водами. Кроме того, биологический препарат «Дестройл» был апробирован на почве и показал хорошие результаты. [3,4,5] В настоящее время материалы исследования используются для очистки вод непосредственно на предприятиях и при аварийных разливах, а также могут быть использованы в учебном процессе при преподавании экологии, почвоведения, природопользования и охраны окружающей среды.

Материал и методы исследований. Данные исследования проводились в лабораторных и натурных условиях. Площади пресноводных водоемов составляли от 1 до 80 га. Также были проведены исследовательские работы в прибрежных зонах Азовского моря и различных пресноводных водоемах, включая технологический водоем, который используется для оборотного водоснабжения завода.

Биологический препарат «Дестройл» представляет собой порошок, состоящий из клеток микроорганизма, обладающих углеводородоокисляющей активностью с концентрацией не менее

100000000 клеток в 1 грамме препарата, остатков питательной среды. Препарат, обладая высоко выраженной окисляющей активностью в отношении углеводов нефти и нефтепродуктов переводит их в экологически нейтральные соединения, способствует ускорению рекультивации почвы.

Биологический препарат, предназначенный для ликвидации загрязнения нефтепродуктами водоемов «Дестройл», активировали по стандартным методикам. Для очистки применяли суспензию «Дестройла» с минимальной концентрацией 0,3%. Суспензия, приготовленная из сухого препарата, подвергалась далее предварительной активации. Для этого обеспечивали ее аэрацию при температуре 18-32°C в течение 4-6 часов.

Для обеспечения бездефицитного питания, необходимого для нормальной жизнедеятельности клеток препарата, стимуляции активности местных микробиоцинозов и восстановления растительности в загрязненную среду внесли азотнофосфорные удобрения с соотношением $N_2 : P_2O_5 = 1: (2,5-5,0)$.

Содержание нефтепродуктов определяли по стандартным методикам: систематическим методом, который позволяет из одной пробы определить основные компоненты нефти (смолы, углеводороды, асфальтены), он основан на извлечении их экстракцией, хроматографическом разделении в тонком слое оксида алюминия и определили концентрации УФ-, ИК-, люминесцентными методами и спектрофотометрическим методом. Выделение нефти и нефтепродуктов из воды проводили двухкратной экстракцией четыреххлористым углеродом. Данные анализы были выполнены в лабораториях АзНИИРХ, ООО «НТЦЭЭ» и промышленных предприятий.

Результаты и обсуждение. В результате проведения работ по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в морских прибрежных водах и в пресноводных водоемах площадью более 5-10 га были зафиксированы очень похожие результаты. [6]

Обработке биологическим препаратом подвергались зоны попадания нефтепродуктов, прибрежная часть водоемов и районы водозаборов. Температура воды при проведении данных работ составляла от $+10-15^{\circ}\text{C}$ до $+17-23^{\circ}\text{C}$. При этом объемы аварийных разливов колебались от 20 до 50 т нефтепродуктов.

В первые 10 дней после обработки водоема биологическим препаратом содержание нефтепродуктов снизилось в 15 раз до 0,15 – 0,2 мг/л при исходном загрязнении 2 – 3 мг/л. При этом визуально на поверхности воды нефтепродукты не обнаруживались уже через 6 – 7 суток.

До начала работ по очистке водоема содержание кислорода в водоеме снизилось до 1 мг/л и менее. После обработки водоема биологическим препаратом количество кислорода возросло и в течение 24 часов увеличилось в 2 – 3 раза в различных участках водоема. Затем содержания кислорода увеличивалось достаточно медленно, таким образом, на 5 - 8 сутки его концентрация достигла 5,3 – 5,8 мг/л, что составляет средний показатель кислорода в весенне-летний период года для исследованных водоемов. На графике 1 отображены средние результаты данных исследований в течение первых 10 дней после обработки водоема бактериальным препаратом. [6]

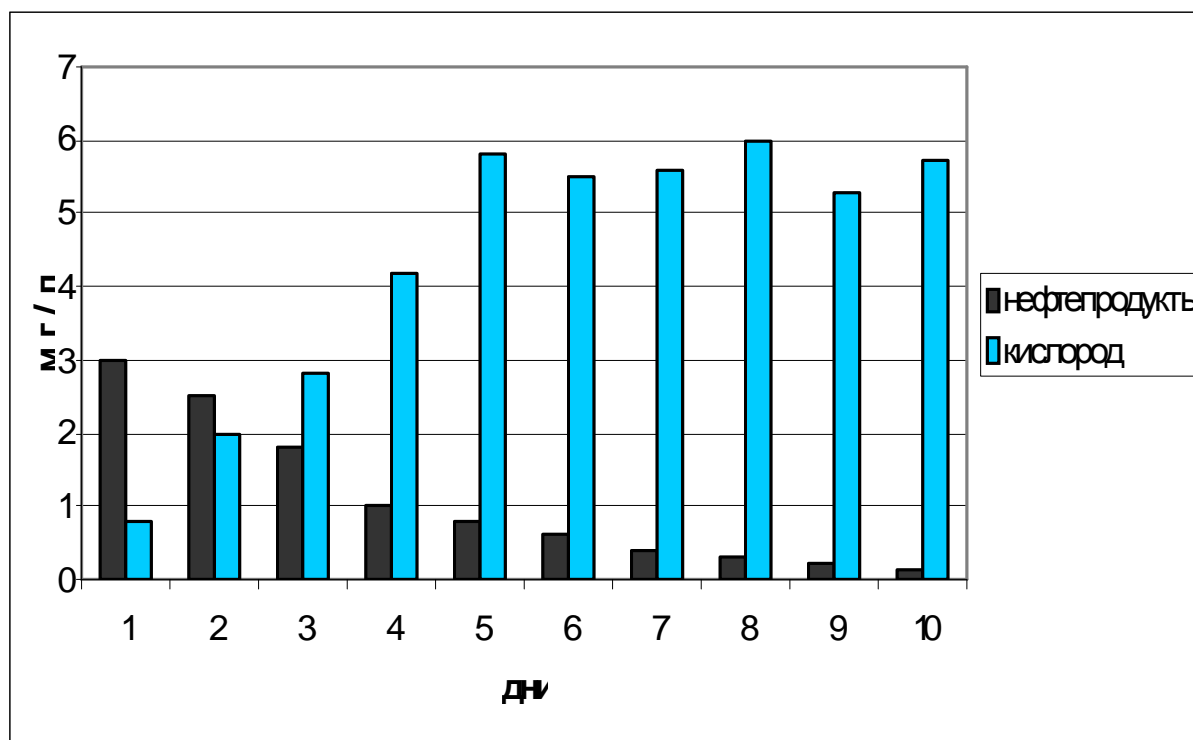


График 1. Изменение содержания нефтепродуктов и растворенного в воде кислорода в течение 10 дней.

В течение первых 2 – 3 суток содержания кислорода увеличивалось за счет деградации нефтепродуктов на поверхности водоема и снижения концентрации нефтепродуктов в толще воды. После этого количество кислорода начало возрастать и вследствие того, что при деградации нефтепродуктов образовывалось большое количество промежуточных продуктов распада углеводородов, которые легко усваивались бактериями и фитопланктоном, то есть за счет процессов фотосинтеза.

В целом, за 25 дней содержание нефтепродуктов снизилось до ПДК (0,05 мг/л). Количество кислорода при этом колебалось незначительно и зависело от протекания естественных биологических и гидрохимических процессов в водоеме и от погоды. Все результаты исследований представлены на графике 2.

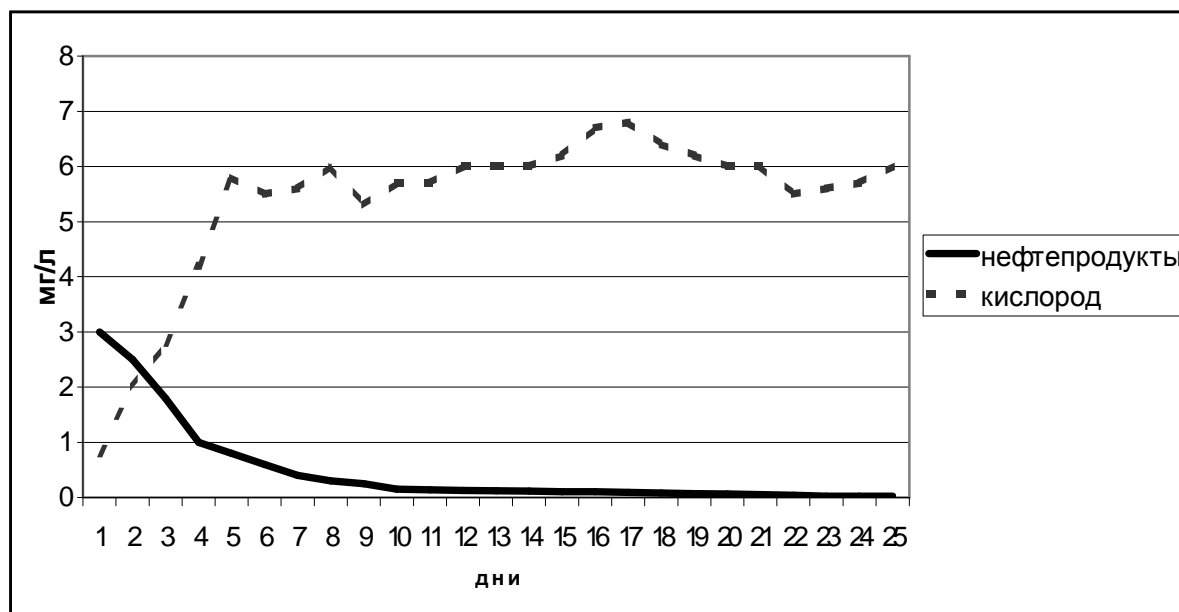


График 2. Изменение содержания растворенного в воде кислорода и нефтепродуктов.

После 10-12 дней от начала работ планктоноядные рыбы стали активно питаться в местах, обработанных биологическим препаратом. Отмечались увеличения биомассы зоо- и фитопланктона.

В результате проведенных работ по снижению содержания нефтепродуктов в пресноводных водоемах площадью не более 5 – 10 га были зафиксированы результаты, которые практически не отличались от предыдущих исследований.

В результате проведенных экспериментов по ликвидации загрязнения водоема нефтепродуктами в течение 20 дней эксперимента были получены результаты, представленные в таблице 1. При этом 99% нефтепродуктов находилось уже на дне водоема, кроме того смолы и асфальтены составили 40% этих нефтепродуктов.

Производили анализ содержания нефтепродуктов по каждой фракции отдельно и в сумме.

Таблица 1. Изменение содержания нефтепродуктов в воде и донных отложениях водоема, загрязненного тяжелыми фракциями нефтепродуктов.

Дни Отбора	Содержание нефтепродуктов			
	Углеводороды	Смолы	Асфальтены	Сумма
В воде мг/л				
1	0,1	0,045	0,004	0,149
5	0,72	0,325	0,042	1,087
13	5,2	0,46	0,152	5,812
20	7,2	0,32	0,104	7,624
В донных отложениях мг/г				
1	6,998	3,275	1,136	11,41
20	1,895	1,855	0,59	4,34

Содержание нефтепродуктов на дне водоема уменьшилось в общем на 60%, при этом содержание углеводородов уменьшилось на 70%, а смол и асфальтенов на 50%. Данные исследования подтвердили, что нефтеокисляющий биологический препарат легко расщепляет короткие углеводородные цепи. Полученные результаты за 20 дней на дне водоема представлены на графике 3.

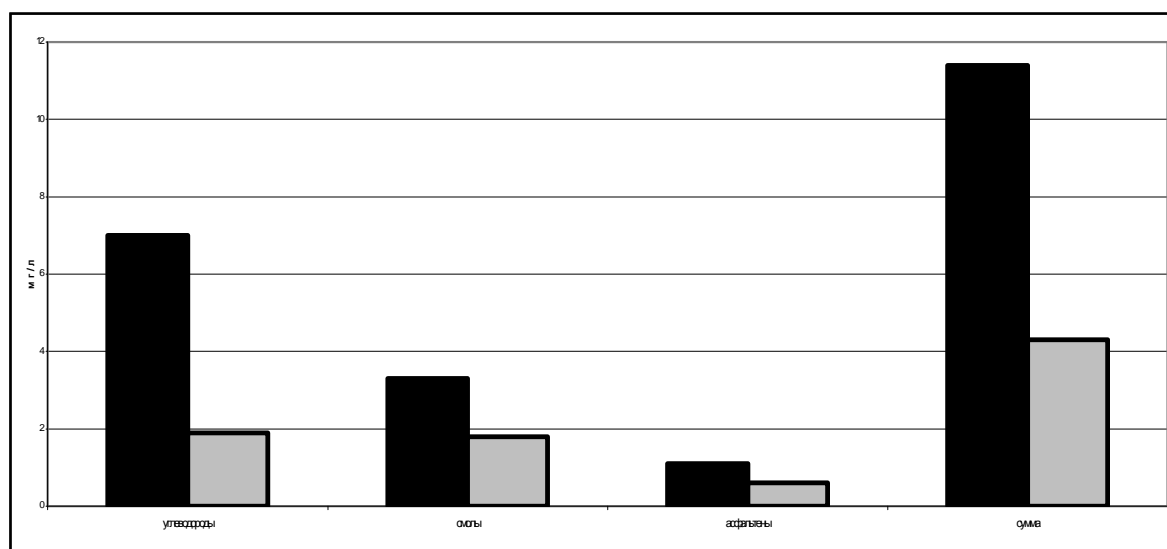


График 3. Изменение содержания нефтепродуктов на дне водоема.

Анализируя количество нефтепродуктов в толще воды видно, что в течение данного эксперимента содержание углеводов в воде увеличилось. Что привело к увеличению содержания в воде нефтепродуктов. Концентрация тяжелых фракций нефтепродуктов (асфальтенов и смол) при этом сначала немного возросла, а в дальнейшем постепенно уменьшилась.

Выводы. Результаты проведенных исследований позволили установить, что в процессе деградации нефтепродуктов за счет жизнедеятельности нефтеокисляющих бактерий *Acinetobacter speivs SN-2* в водоемах происходит снижение содержания нефтепродуктов. Кроме того, при этом содержание кислорода в воде увеличивается. Концентрация кислорода резко возрастает в течение первых двух суток, далее увеличение его содержания становится более медленным. Однако концентрация кислорода достигает средних показателей для данного водоема уже на 5 – 8 сутки. Что позволяет избежать заморных явлений в водоемах.

В течение первых нескольких суток за счет снижения концентрации нефтепродуктов в воде и деградации нефтепродуктов на поверхности водоема происходит увеличение содержания кислорода. Далее в процессе деградации нефтепродуктов образуется большое количество промежуточных продуктов распада углеводов, которые легко усваиваются бактериями и фитопланктоном, вследствие чего, за счет процессов фотосинтеза концентрация кислорода в водоеме также увеличивается. Кроме того значительно увеличивается биомасса фито- и зоопланктона. Концентрация нефтепродуктов снижается до ПДК (0,05 мг/л).

Биологический препарат «Дестройл» позволяет быстро, полностью, и без вреда для окружающей среды очистить водоем от нефтяного

загрязнения, превратив разлитый нефтепродукт в экологически безопасные продукты микробного метаболизма, составляющие питание растений.

Список литературы

1. Минаков В.В., Кривенко С.М., Никитина Т.О. Новые технологии очистки от нефтяных загрязнений // Экология и промышленность России. – 2002. – май С. 7-9.
2. Зинчук А.Н., Зинчук О.А., Зинчук Д.А. Очистка сбросных вод предприятий от нефтепродуктов с применением бактериальных препаратов// Материалы Международной научной конференции "Инновации в науке и образовании - 2006" Калининград, 2006. – С. 119-221.
3. Колесников С.И., Ротина Е.Н., Кирий О.А., Казеев К.Ш. Оценка эффективности рекультивации загрязненных мазутом земель по биологическим показателям // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 2. С. 30-37.
4. Колесникова Д.В., Кирий О.А., Колесников С.И. Влияние биопрепаратов на активность каталазы при рекультивации нефтезагрязненной почвы // Материалы Международной научной конференции "Экокультура и фитобиотехнологии улучшения качества жизни на Каспии". Астрахань. 2010. С. 270-272.
5. Колесникова Д.В., Кирий О.А., Колесников С.И. Оценка эффективности биопрепаратов при рекультивации нефтезагрязненного чернозема обыкновенного // Материалы научной конференции "Актуальные проблемы экологии и природопользования". Ростов-на-Дону. 2011. С. 50-51.
6. Zinchuk A.N., Zharov A.V., Zinchuk O.A. Oil spills liquidation with the help of oil oxygenated bacterial preparations. // The problems of biology related to the future fisheries and oil and gas extraction in the Sea of Azov: the Presentations' Abstracts of the International Scientific Seminar (Rostov on Don, September 7-10, 2000). Murmansk: MMBI KSC RAS, 2000. P. 24-26.