

DOI: 10.15593/2409-5125/2015.03.06

УДК 504.05

Т.Н. Морозова, Е.С. Белик, Л.В. Рудакова

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ РЕМЕДИАЦИИ ТЕХНОГЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Проблема загрязнения нефтью и нефтепродуктами урбанизированных территорий является актуальной экологической проблемой, особенно для нефтеперерабатывающих предприятий, которые располагаются на территории городских агломераций. Рассмотренные основные способы очистки почвы подтверждают тот факт, что любой из современных способов сбора пролитых нефти и нефтепродуктов не может обойтись без биологической стадии очистки, в основе которой заложен принцип самоочищения нефтезагрязненных территорий с участием углеводородокисляющих микроорганизмов. Микроорганизмы могут быть использованы в виде водной суспензии микроорганизмов, обезвоженной микробной биомассы, а также биосорбентов. В статье представлена сравнительная характеристика современных отечественных биопрепаратов и биосорбентов. В лабораторных экспериментах использовался бактериальный препарат «Биор-АВ» с известными характеристиками. Объектом исследования являлся нефтезагрязненный грунт с содержанием нефтепродуктов $38,4 \pm 9,6$ г/кг. Описаны условия проведения экспериментальных лабораторных исследований по очистке нефтезагрязненной почвы методом биологической ремедиации. На основании результатов исследований по оценке эффективности технологии биоремедиации нефтезагрязненных грунтов с помощью бактериального препарата «Биор-АВ» установлена эффективность очистки почвы через 1,5 месяца от начала эксперимента – 48,2 %. Определена оптимальная доза внесения бактериального препарата – не менее 0,25 г/кг.

Ключевые слова: почва, нефть и нефтепродукты, биоремедиация, биопрепарат.

Во всем мире в связи с возрастающими энергетическими потребностями человечества сохраняется положительная динамика добычи нефтяного сырья. В России по данным Министерства энергетики к концу 2013 г. объем национальной добычи нефти увеличился на 5,2 млн т (по сравнению с 2012 г.) и составил 523,3 млн т, установив новый максимальный уровень. В связи с этим усилилось влияние «нефтяных» производств на окружающую

щую среду, наибольшей опасности в результате которого подвергается почва, так как, являясь центральным звеном глобальной биосферной системы, она объединяет в единое целое гидросферу, атмосферу, растительный и животный мир [1]. Пермский край, являющийся одним из крупнейших нефтедобывающих регионов и по объемам добычи углеводородного сырья входящий в первую десятку в Российской Федерации, имеет ежегодный объем на уровне 14 млн т при росте 5 % в год [2].

Последствиями попадания нефтепродуктов в почвенную систему являются нарушение ее экологического равновесия, изменение морфологических, физико-химических и химических характеристик почвенных горизонтов. Кроме того, нефть, впитываясь в грунт либо вымываясь с поверхностного слоя, создает опасность вторичного загрязнения грунтовых и поверхностных вод, в результате чего плодородный слой земли не восстанавливается в течение длительного периода времени. Объясняется это тем, что из грунта вытесняется кислород, необходимый для жизнедеятельности растений и микроорганизмов [3, 4], в результате чего все живое в почве гибнет, она теряет свои хозяйственные свойства. Попадание в нее нефти и нефтепродуктов в основном связано с их разведкой и добычей. Кроме того, источниками загрязнения являются системы перекачки и транспортировки, нефтяные терминалы и нефтебазы, хранилища нефтепродуктов, железнодорожный транспорт, автозаправочные комплексы и станции [5]. Систематически происходят аварийные разливы, обусловленные как изношенностью трубопроводов и оборудования, так и нарушением правил их технической эксплуатации. Ежегодные потери нефти в России только в результате утечек оцениваются в 5 % от объема добычи [6], а площадь нарушенных земель в 2013 г. в результате этого, по данным Росприроднадзора, оценивается в 920 га, рекультивировано из которых всего 141 га.

Вследствие токсического эффекта, обусловленного наличием углеводородов нефти, загрязненная почва становится отходом, обладающим опасными свойствами и требующим переработки [7]. Ежегодно на территории Пермского края образуется порядка 140 тыс. т отходов, которые передаются в организации, осущест-

вляющие их обезвреживание на основании действующих лицензий. Основную долю (до 75 %, или 100 тыс. т) от общего образования нефтесодержащих отходов по Пермскому краю составляют отходы бурения – нефтезагрязненный буровой шлам (НБШ), нефтезагрязненная почва (НЗП) [2].

Очевидно, что подобное положение дел требует разработки специальных норм, прежде всего для нефтедобывающих компаний по защите почвенной системы от нефтяных загрязнений. Такие меры уже намечаются в разрабатываемых технических регламентах. Своевременная и эффективная очистка почвы в зоне добывающих и перерабатывающих предприятий от нефтяного загрязнения является основной экологической задачей этих предприятий, которая может быть небезуспешно решена с помощью введения в почву микроорганизмов либо активации имеющейся в ней углеводородокисляющей микрофлоры посредством использования так называемых биопрепаратов и биосорбентов.

На сегодня разработано множество способов очистки почвы от нефти и продуктов ее переработки:

- механический способ (выемка загрязненного грунта, его вывоз и захоронение на полигоне);
- физико-химическая очистка (диспергирование, гелеобразование, сорбция);
- агротехнические методы (вспашка, рыхление НЗП, внесение минеральных удобрений и проведение мелиоративных работ, посев сидератных культур);
- сжигание (нефтяные продукты по возможности собираются с поверхности, после чего остатки сжигаются);
- электрохимическая обработка (использование погружных электродов, на которые осаждаются загрязняющие вещества);
- очистка ультразвуком (ультразвук вызывает кавитацию, под воздействием которой твердые частицы удаляются с поверхности почвы);
- фитомелиоративный метод (посев многолетних трав нефтетолерантных сортов на завершающем этапе процесса рекультивации НЗП) [8].

Одним из недостатков вышеперечисленных методов является негативное воздействие на компоненты окружающей среды либо трансформация одних веществ в другие, ущерб от которых оказывается еще больше, нежели возможный от загрязнения нефтью. Наряду с этим утилизации загрязняющих веществ не происходит, они остаются практически в неизменном виде.

Наиболее перспективным способом очистки является биотехнологический метод – биоремедиация (bio – жизнь, remedio – лечение), осуществляемый с помощью углеводородокисляющих микроорганизмов (УВОМ), основанный на принципе *in situ*, в отличие от *ex situ*, осуществляемого за пределами места загрязнения (более дорогостоящий). Тем не менее можно выделить ряд преимуществ: он осуществляется в короткие сроки, имеет высокую степень очистки, безопасен для биологической среды, обеспечивает полный контроль процесса очистки [9, 10].

Важно отметить, что естественные процессы восстановления почвенной системы после нефтяного загрязнения весьма продолжительны по времени, а главными агентами их самоочищения являются естественные деструкторы – УВОМ, численность которых во многом зависит от климатических условий, типов почв, степени их обработки, глубины залегания грунтовых вод и других факторов. Существуют выведенные штаммы микроорганизмов, способных за короткое время практически полностью утилизировать десятки тонн нефтяных углеводородов, трансформировав их, в частности, в органическое вещество собственной биомассы, углекислый газ и безвредные для окружающей среды продукты [11]. В связи с этим ведется разработка бактериальных препаратов и биосорбентов с использованием аборигенной микрофлоры.

Бакпрепараты представляют собой взвеси живых или инактивированных различными способами бактерий, отдельных компонентов клеток микроорганизмов в виде сухого порошка либо водной суспензии. Наибольший интерес представляют биосорбенты – препараты для борьбы с органическими загрязнениями, изготовленными на основе сорбционного материала и иммобилизованных на нем клеток микроорганизмов. В качестве носителя мо-

гут быть использованы отходы нефтеперерабатывающей, нефтедобывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, лесоперерабатывающих и лесотехнических производств, отходов полимерных материалов [12]. Большой интерес объясняется возможностью вторичного использования отходов производства, следовательно, их дешевизной. К тому же иммобилизованные клетки микроорганизмов на носителе не подвергаются вымыванию поверхностными и ливневыми водами, выветриванию, прямому действию солнечных лучей и т.д. [12, 13].

На отечественном рынке для удаления нефтепродуктов представлены следующие бактериальные препараты и биосорбенты: «Ленойл», «Деворойл», «Биоойл», «Эконадин», «Фежел-био», «Унисорб-Био», «Биосорбонафт», «Микромицет», «Биор-АВ» и др. Характеристики отдельных препаратов представлены в табл. 1.

Исходя из многообразия представленных на рынке биопрепаратов и биосорбентов для очистки нефтезагрязненных почв, при выборе в основном необходимо ориентироваться на вид грунта, степень его загрязненности, материальные возможности предприятия, масштабы загрязнения и др.

Цель работы – оценить эффективность очистки нефтезагрязненной почвы в технологии биоремедиации с помощью бактериального препарата «Биор-АВ».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: исследовать физико-химические свойства нефтезагрязненного грунта (НЗГ); провести экспериментальные исследования по очистке НЗГ методом биологической ремедиации с помощью бактериального препарата; определить оптимальную дозу внесения препарата в загрязненную почву.

Объектом исследования являлся нефтезагрязненный грунт, характеристика которого представлена в табл. 2. Для контроля процесса биоремедиации использовались физико-химические методы анализа почв, обнаруживающие наличие загрязнения.

Таблица 1

Характеристика биопрепаратов и биосорбентов, используемых в технологии очистки нефтезагрязненных почв

Наименование	Микроорганизмы	Титр, КОЕ/г	Носитель	Область применения	Расход	Стоимость, руб/кг	Производитель
Биопрепарат «Ленойл» (www.bmch.su)	<i>Bacillus brevis</i> , <i>Arthrobacter sp.</i>	10^8	–	Почва, водные объекты	20 кг/га	9500	ЗАО НПФ «Биомедхим», г. Уфа
Биопрепарат «Деворойл» (www.sitistroi.ru)	5 видов бактерий и дрожжей	$2,8 \cdot 10^8$	–	Почва, водные объекты	40 кг/га	12 500	ООО «Сити-Строй»
Биопрепарат «Биоойл» (www.biooil.su)	<i>Acinetobacter sp.24</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Bacillus sp.</i> и др.	–	–	Почва, водные объекты	10 кг/га	6500	ЗАО «Биоойл», г. Новосибирск
Биосорбент «Эконадин» (www.econad.com.ua)	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	10^7	Верховой сфагновый торф	Почва, водные объекты	1 кг/4–8 кг НП	–	НПФ «Эконад», г. Одесса
Биосорбент «Унисорб-Био» (www.ecosorb.su)	–	10^8	Поро-аминопласт	Почва, водные объекты	1 кг/ 30–60 кг НП (1 т/га)	150–400	ООО «НПФ «Экосорб», г. Красноярск
Биопрепарат «Биор-АВ»	Штаммы <i>Pseudomonas fluorescens</i> и <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	–	Отход бурого угля	Почва	0,1–0,2 г/кг	5000	ОАО «МНИИЭКО ТЭК», г. Пермь

Таблица 2

Характеристика исходной нефтезагрязненной почвы

Показатель	Значение	Методика определения
Нефтепродукты, г/кг	38,4±9,6	ПНД Ф 16.1:2.2.22–98. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органоминеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектрометрии (изд. 2005 г.)
Влажность, %	21±1,6	ГОСТ 5180–84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
Сухой остаток, г/кг	4±0,5	ГОСТ 26423–85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки
рН	6,8–7,2	
СГ, г/кг	1,81	ГОСТ 21216.7–93. Межгосударственный стандарт. Сырье глинистое. Метод определения хлорид-ионов в водной вытяжке
Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , г-экв/л	0,022	ГОСТ 26428. Почвы. Методы определения кальция и магния в водной вытяжке
Fe, г-экв/л	0	ГОСТ 27395–87. Почвы. Метод определения подвижных соединений двух- и трехвалентного железа по Веригиной–Аринушкиной

Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях в контейнерах емкостью 1,5 л, высотой слоя 20 см. В ходе эксперимента на протяжении 90 суток поддерживались постоянные условия: температура воздуха 20 ± 2 °С; рН среды 6,0–7,0; освещение – естественное; влажность субстрата – 65–70 %.

В качестве бактериального препарата использовали «Биор-АВ» (см. табл. 1), в основе которого штаммы *Pseudomonas fluorescens* и *Pseudomonas aeruginosa*, иммобилизованные на твердом носителе. В качестве носителя используют отход бурого угля [14, 15]. По инструкции препарат разводят 1:100 водой, не содержащей хлор. Разведенному бактериальному препарату дают настояться в течение 2 ч для того, чтобы нефтеокисляющие микроорганизмы освободили поверхность носителя. Как выглядит бактериальный препарат «Биор-АВ» при увеличении, показано на рисунке.

В качестве контрольных образцов использовали субстрат на основе НЗП и опила в соотношении 2,5:1. Для определения оптимальной дозы внесения бактериальный препарат был взят в соотношениях 0,1; 0,25; 0,5; 5; 10 г/кг НЗП.

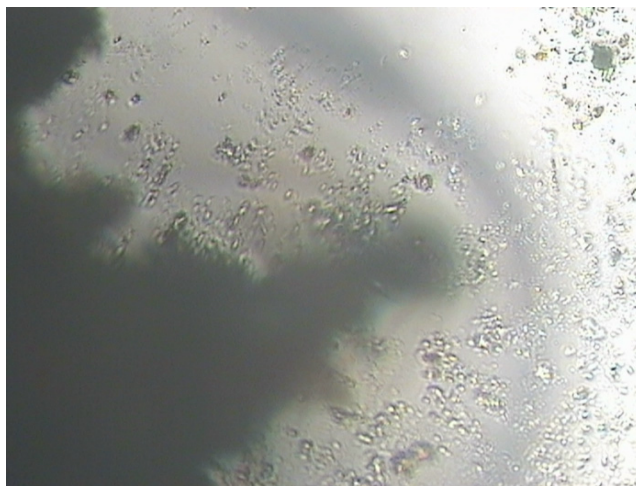


Рис. Микроскопическая картина бактериального препарата «Биор-АВ»

Основные требования при использовании бактериального препарата в технологии биоремедиации:

1. Равномерное распределение на нефтезагрязненном участке (рыхление, перемешивание).

2. Обеспечение оптимальных условий процесса очистки: температура – не менее 5 °С, влажность – не менее 60–70 %, минеральные удобрения – С:N:P = 100:(1–10):(0,5–1).

Эффективность очистки нефтезагрязненной почвы от нефти и нефтепродуктов в исследуемых вариантах представлена в табл. 3.

Таблица 3

Эффективность очистки нефтезагрязненной почвы от нефти и нефтепродуктов через 6 недель эксперимента

Показатель	Варианты способа очистки НЗП						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 8
Рецептура	Исходная почва	НЗП: Опил	НЗП: Опил: БП	НЗП: Опил: БП	НЗП: Опил: БП	НЗП: Опил: БП	НЗП: Опил: БП
Массовые соотношения НЗП/структуратор	–	2,5:1	2,5:1	2,5:1	2,5:1	2,5:1	2,5:1
Масса вносимого биопрепарата, г/кг	–	–	0,1	0,25	0,5	5	10

Окончание табл. 3

Показатель	Варианты способа очистки НЗП						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 8
Исходное содержание НП, г/кг	38,4±9,6	27,4±4,5	27,4±4,5	27,4±4,5	27,4±4,5	27,4±4,5	27,4±4,5
Остаточное содержание НП через 1 нед., г/кг	38,1±8,5	14,2±3,6	22,3±5,0	13,3±3,3	25,2±4,5	10,2±2,6	16,2±4,1
Остаточное содержание НП через 2 нед., г/кг	37,9±5,0	14,1±4,0	17,2±4,3	15,4±3,9	20,1±5,0	9,3±2,3	13,9±3,5
Остаточное содержание НП через 6 нед., г/кг	37,2±7,2	12,1±3,0	17,9±4,5	14,2±3,6	19,2±4,8	16,9±4,2	22,5±5,6
Эффективность очистки, %	3,1	19,3	34,7	48,2	30	38,3	17,9

Полученные данные свидетельствуют о том, что увеличение дозы бактериального препарата не повышает эффективность очистки. Эффективная доза внесения биопрепарата составила 0,25 г/кг.

На основании результатов экспериментальных лабораторных исследований по оценке эффективности технологии биоремедиации нефтезагрязненных грунтов с помощью бактериального препарата «Биор-АВ»:

1. Определены физико-химические характеристики исследуемой нефтезагрязненной почвы. Содержание нефтепродуктов в исследуемой НЗП составляет 38,4±9,6 г/кг, рН 6,8–7,2.

2. Установлена эффективность очистки почвы от нефтепродуктов (48,2 %) и доза внесения бактериального препарата «Биор-АВ» (0,25 г/кг).

3. Результаты исследований могут быть использованы при разработке рекомендаций для проведения восстановительных работ на технологических площадках или непосредственно на загрязненных территориях в результате разливов нефти и нефтепродуктов.

Библиографический список

1. Методы контроля качества почвы: учеб.-метод. пособие для вузов / под ред. А.П. Ворониной. – Воронеж, 2007. – 106 с.
2. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2013 году [Электронный ресурс] // Природа Пермского края: сайт. – URL: <http://www.permecology.ru/> (дата обращения: 18.04.2015).

3. Кесельман Г.С., Махмудбеков Э.А. Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа. – М.: Недра, 1981. – 256 с.
4. Давыдов С.Л., Тарасова В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: учеб. пособие. – М.: Изд-во РУДН, 2004. – 163 с.
5. Минаков В.В., Кривенко С.М., Никитина Т.О. Новые технологии очистки от нефтяных загрязнений // Экология и промышленность России. – 2002. – № 5. – С. 7–9.
6. Ахмадиев М.В. Применение аборигенных штаммов углеводородоксилирующих микроорганизмов при биоремедиации нефтезагрязненных почв и грунтов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2014. – № 2. – С. 119–130.
7. Булатов В.И. Нефть и экология: научные приоритеты в изучении нефтегазового комплекса: аналит. обзор / ГПНТБ СО РАН; Югор. науч.-исслед. ин-т информ. технологий. – Новосибирск, 2004. – 155 с. – (Сер. Экология. Вып. 72).
8. Рекультивация нефтезагрязненных почв / Ф.М. Кузнецов, С.А. Иларионов, В.В. Середин, С.Ю. Иларионова; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2000. – 105 с.
9. Логинов О.Н. Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнителей. – Уфа: Реактив, 2000. – 100 с.
10. Народная премия «Роснаука» [Электронный ресурс] // Премия «Роснаука»: сайт. – URL: <http://www.rosnauka.org/> (дата обращения: 19.04.2015).
11. Пат. 2355488 РФ, МКИ В09С1/10, В09С1/08. Способ биологической очистки почвы от нефтяных загрязнений / Шулаев М.В., Фаттахов С.Г., Захарова К.А., Шулаева М.М., Резник В.С., Сияшин О.Г., Коновалов А.И. – Оpubл. 20.05.2009.
12. Белик Е.С., Рудакова Л.В. Исследование возможности получения биосорбента на основе модифицированного углеродсодержащего отхода // Защита окружающей среды от экотоксикантов: сб. науч. тр. – Уфа, 2014. – С. 39–45.
13. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Нефтяные сорбенты. – Ижевск; М.: Институт компьютерных исследований, 2003. – 268 с.
14. Пат. 2290270 РФ, МКИ В09С1/10, С12N1/26. Способ биологической ремедиации нефтезагрязненных почв / Красавин А.П., Катаева И.В., Оборин Г.А., Вяткин А.П., Сергеев В.А., Ерушина О.А., Фусс В.А. – Оpubл. 27.12.2006.
15. Пат. 2181933 РФ, МКИ А01В79/02, В09С1/10. Способ рекультивации токсичных земель, нарушенных при добыче угля / Красавин А.П., Катаева И.В., Оборин Г.А., Берников А.В. – Оpubл. 10.05.2002.

References

1. Voronina A.P. [et al.]. Metody kontrolya kachestva pochvy [Control methods qualities of the soil]. Voronezh, 2007. 106 p.
2. O sostoyanii i obkhране okruzhaiushchej sredy Permskogo kraja v 2013 godu [On the state of the environment of the Perm region in 2013]. *Priroda Permskogo kraja*, available at: <http://www.permecology.ru> (accessed 18 April 2015).
3. Keselman G.S., Makhmudbekov E.A. Zashchita okruzhaiushchei sredy pri dobyche, transporte i khranении nefiti i gaza [Environment protection at production, transport and storage of oil and gas]. Moscow: Nedra, 1981. 256 p.

4. Davydov S.L., Tarasova V.I. Neft i nefteprodukty v okruzhayushchej srede [Oil and petroleum products in the environment]. Moscow, 2004. 163 p.

5. Minakov V.V., Krivenko S.M., Nikitina T.O. Novye tekhnologii ochistki ot neftyanykh zagryaznenij [New technologies of cleaning of oil pollution]. *Ekologiya i promyshlennost Rossii*, no. 5, pp. 7–9.

6. Akhmadiev M.V. Primenenie aborigennykh shtammov uglevodorodokislyaiushchikh mikroorganizmov pri bioremediatsii neftezagryaznennykh pochv i gruntov [Using of aboriginal hydrocarbons-oxidizing microorganisms in the bioremediation of contaminated soil and ground]. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*, 2014, no. 2(14), pp. 119–130.

7. Bulatov V.I. Neft i ekologiya: nauchnye priority v izuchenii neftegazovogo kompleksa [Oil and ecology: scientific priorities in studying of an oil and gas complex]. Novosibirsk, 2004. 155 p.

8. Kuznetsov F.M., Ilarionov S.A., Seredin V.V., Ilarionova S.Iu. Rekultivatsiya neftezagryaznennykh pochv [Recultivation of the petropolluted soils]. Perm, 2000. 105 p.

9. Loginov O.N. Biotekhnologicheskie metody ochistki okruzhayushchej sredy ot tekhnogennykh zagryaznitelej [Biotechnological methods of cleaning the environment from manmade pollutants]. Ufa: Reactive, 2000. 100 p.

10. Narodnaya premiya “Rosnauka” [National award “Rosnauka”]. *Rosnauka (sait)*, available at: <http://www.rosnauka.org> (accessed 19 April 2015).

11. Shulaev M.V., Fattakhov S.G., Zakharova K.A., Shulaeva M.M., Reznik V.S., Sinjashin O.G., Kononov A.I. Sposob biologicheskoy ochistki pochv ot neftyanykh zagryaznenij [Biological method of cleaning oil contaminated soil]. Patent RF No. 2355488. 2009.

12. Belik E.S., Rudakova L.V. Issledovanie vozmozhnosti polucheniya biosorbenta na osnove modifitsirovannogo uglerodsoderzhashchego otkhoda [Research of possibility of receiving biosorbent on the basis of the modified carboniferous withdrawal]. *Zashchita okruzhayushchei sredy ot ekotoksikantov*. Ufa, 2014, pp. 39–45.

13. Kamenshchikov F.A., Bogomolny E.I. Neftyanye sorbenty [Oil sorbents]. Izhevsk; Moscow: Institut kompyuternykh issledovaniy, 2003. 268 p.

14. Krasavin A.P., Kataeva I.V., Oborin G.A., Vyatkin A.P., Sergeev V.A., Erushina O.A., Fuss V.A. Sposob biologicheskoy remediatsii neftezagryaznennykh pochv [Method of biological remediation of oil-polluted lands]. Patent RF No. 2290270. 2006.

15. Krasavin A.P., Kataeva I.V., Oborin G.A., Bernikov A.V. Sposob rekultivatsii toksichnykh zemel, narushennykh pri dobyche uglya [Method of recultivation of the toxic lands broken at coal mining]. Patent RF No. 2181933. 2002.

Получено 14.09.2015

T. Morozova, E. Belik, L. Rudakova

**USING OF BACTERIAL PREPARATION
FOR THE REMEDIATION
OF TECHNOGENIC-POLLUTED SOIL**

The problem of pollution by oil and oil products urbanized areas is a pressing environmental problem, especially for refineries, which are located in urban agglomerations. Consideration of the main ways to clean up the soil confirm that any of the modern methods of collecting spilled oil and petroleum products cannot do without the biological purification stage. It based on the principle of self-purification of oil-contaminated areas with hydrocarbon-oxidizing microorganisms. Microorganisms can be used in the form of an aqueous suspension of microorganisms, dehydrated microbial biomass and biosorbents. The paper presents comparative characteristics of modern domestic biologics and biosorbents. In laboratory experiments used bacterial preparation "BIOR-AB" with known characteristics. The object of the study was contaminated soils containing petroleum $38,4 \pm 9,6$ g / kg. The conditions of the experimental laboratory research to clean up contaminated soils by biological remediation. Based on the results of studies evaluating the efficacy of the technology for bioremediation of oil-contaminated soils using a bacterial preparation "BIOR-AB" set the cleaning efficiency of the soil after 1.5 months from the start of the experiment – 48.2%. The optimal application rate of the bacterial preparation – not less than 0.25 g / kg.

Keywords: soil, oil and oil products, bioremediation, biological preparations.

Морозова Татьяна Николаевна (Пермь, Россия) – студентка, кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: morozova.pstu@yandex.ru).

Белик Екатерина Сергеевна (Пермь, Россия) – ст. преподаватель кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: zhdanova-08@mail.ru).

Рудакова Лариса Васильевна (Пермь, Россия) – д-р техн. наук, профессор, завкафедрой охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: larisa@eco.pstu.ac.ru).

Morozova Tatyana (Perm, Russian Federation) – Student, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: morozova.pstu@yandex.ru).

Belik Ekaterina (*Perm, Russian Federation*) – Senior Lecturer, Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: zhdanova-08@mail.ru).

Rudakova Larisa (*Perm, Russian Federation*) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: larisa@eco.pstu.ac.ru).