

Такая упрощенная аппроксимация, как вписывание параболы по трём точкам, дает удовлетворительную сходимость принятой предпосылки, а подбор параметров параболы, например, по методу наименьших квадратов или принципу правдоподобия, не существенно изменил бы эти параметры, значительно усложнив при этом обработку данных.

Обобщение результатов обработки основных морфологических параметров поперечных сечений приведено в таблице.

Таблица

Параметры поперечных сечений русла реки Северный Кебир

Расстояние от устья реки X, км	Отметка Дна, м	Параметры параболы		Средний диаметр Отложений Русла d_{50} , мм
		b	m	
0	-2.3	-	-	64.9
1.48	-1.85	17.5	0.35	46.8
1.84	-2.3	14.6	0.71	43.5
3.35	-2.2	5.9	0.73	33.7
3.34	-2.2	10	0.65	33.7
4.53	-1	47.2	0.51	29.3
5.33	-0.3	45.3	0.52	27.5
7.13	0.4	14.4	0.54	25.6
9.83	3.4	35	0.35	25.2
10.53	4.3	13	1.17	25.2
14.43	8.9	45.1	0.51	23.9
19.78	15.45	11.3	0.32	18.9
21.43	18.7	27	0.43	17.3
22.63	21.3	19.1	0.27	16.1
24.53	24	39.6	0.49	14.0
25.88	28.3	44.2	0.55	3.0

Библиографический список

1. Павловский Н.Н. Гидравлический справочник ОНТИ. 1937.
2. Ржаницын Н.А. Морфологические и гидрологические закономерности строения речной сети. Госгидрометеиздат. Л. 1960.
3. Великанов М.А. Русловой процесс. -М., Физматгиз, 1958.

УДК 502/504

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОБИОРЕМЕДИАЦИИ ВОД, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Чердакова Алина Сергеевна, доцент кафедры географии, экологии и природопользования ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», a.cherdakova@365.rsu.edu.ru

Научный руководитель: Гальченко Светлана Васильевна, доцент кафедры биологии и методики преподавания ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», s.galchenko@365.rsu.edu.ru

Аннотация: Оценены перспективы использования гуминовых препаратов для стимуляции микробиоремедиации вод, загрязненных различными нефтепродуктами (бензин, дизельное топливо, мазут). Установлено положительное влияние гуминовых препаратов на процессы микробиодеструкции дизельного топлива и мазута в загрязненных водах.

Ключевые слова: гуминовые препараты, нефтепродукты, загрязнение вод, микробиоремедиация

Растущие объемы производства и использования нефтепродуктов в различных отраслях хозяйственной деятельности человека являются одними из основных характеристик современного этапа развития общества. Данные процессы приводят к загрязнению нефтяными углеводородами всех компонентов окружающей среды, в том числе и природных вод.

Для восстановления нефтезагрязненных вод в настоящее время применяются различные способы: механические, физико-химические, химические и др. Каждый из них имеет как свои преимущества, так и недостатки, связанные, в основном, с высокой стоимостью и рисками вторичного загрязнения компонентов окружающей среды.

Среди способов восстановления нефтезагрязненных сред наиболее приемлемыми, эффективными, экологически безопасными и экономически выгодными являются биологические методы, а именно использование микробиологических ремедиаторов, для которых нефтеуглеводороды служат питательной средой [1,2,5]. Но зачастую активность вносимых микроорганизмов ограничивают такие факторы, как высокие уровни загрязнения, низкое содержание элементов питания и т.д. В этой связи возникает необходимость научного поиска способов стимуляции деятельности нефтеокисляющей микрофлоры при биоремедиации загрязненных вод. По нашему мнению, в данном аспекте весьма перспективны гуминовые вещества и препараты на их основе. Поскольку, во-первых, гуминовые вещества могут выступать источником элементов минерального питания микроорганизмов, во-вторых, они положительно влияют на все свойства очищаемых сред, создавая благоприятные условия для «работы» микроорганизмов и, наконец – обладают выраженными поверхностно-активными свойствами, что позволяет увеличить удельную поверхность взаимодействия на границе системы «нефтепродукт – вода» [3-4].

В этой связи, целью наших исследований являлась экспериментальная оценка влияния гуминовых препаратов на процессы микробиологической ремедиации водных сред, загрязненных различными нефтепродуктами.

Объектами наших исследований служили промышленные гуминовые препараты, полученные из различного сырья и по различным технологиям, характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики экспериментальных гуминовых препаратов*

Показатель	Название препарата	
	«Экорост»	«Гуми»
Агрегатное состояние	жидкое (раствор)	твердое (порошок для приготовления суспензии)
Сырье	торф	бурый уголь
Технология получения	гидродинамическая кавитация	щелочная экстракция
рН, ед. рН	7,0	8,5
Гуминовые и фульвокислоты, г/л	70,0	60,0
Азот общий, г/л	2,8	5,0
Фосфор общий, г/л	0,01	5,0
Калий общий, г/л	5,8	10,0

*По данным производителя

Основой исследования выступали лабораторные эксперименты, суть которых заключалась в искусственном моделировании процессов биоремедиации водных сред, загрязненных различными нефтепродуктами, при совместном использовании микробиодеструкторов и гуминовых препаратов.

В качестве загрязнителей вступали широко используемые в хозяйственной деятельности человека нефтепродукты различных фракций: бензин АИ-95, дизельное топливо и мазут. Моделирование загрязнения водной среды осуществлялось путем внесения указанных нефтепродуктов в дистиллированную воду в количестве 10 г/л и 20 г/л. В качестве источника нефтеокисляющей микрофлоры применяли микробиодеструктор «Дестройл», представляющий собой культуру штамма *Acinetobacter species JN-2* – неспоровые, неподвижные, грамотрицательные бактерии, обладающие высокой способностью к биодеструкции нефтяных углеводородов. Данный биопрепарат применяли на всех вариантах опыта в виде суспензии, приготовленной согласно инструкции производителя. Далее в модельные эмульсии вносили анализируемые гуминовые препараты в виде 0,01 % водного раствора. Контролем служили загрязненные нефтепродуктами и обработанные микробиопрепаратом образцы без внесения гуминовых препаратов. Повторность в эксперименте – четырехкратная. Схема эксперимента представлена в таблице 2.

Экспозиция экспериментальных образцов осуществлялась в течении трех месяцев. Критерием оценки выступало изменение концентрации нефтепродуктов в воде, которая определялась методом ИК-спектрометрии.

Схема эксперимента

№ п/п	Вариант опыта	Краткое условное обозначение
Экспериментальная линия с водой, загрязненной бензином		
1.	<i>Дистиллированная вода + бензин 10 г/л + «Дестройл» (контроль)</i>	<i>КБ10</i>
2.	<i>Дистиллированная вода + бензин 20 г/л + «Дестройл» (контроль)</i>	<i>КБ20</i>
3.	Дистиллированная вода + бензин 10 г/л + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Экорост»	ЭБ10
4.	Дистиллированная вода + бензин 20 г/л + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Экорост»	ЭБ20
5.	Дистиллированная вода + бензин 10 г/л + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Гуми»	ГБ10
6.	Дистиллированная вода + бензин 20 г/л + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Гуми»	ГБ20
Экспериментальная линия с водой, загрязненной дизельным топливом		
7.	<i>Дистиллированная вода + дизельное топливо 10 г/л + «Дестройл» (контроль)</i>	<i>КД10</i>
8.	<i>Дистиллированная вода + дизельное топливо 20 г/л + «Дестройл» (контроль)</i>	<i>КД20</i>
9.	Дистиллированная вода + дизельное топливо 10 г/л + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Экорост»	ЭД10
10.	Дистиллированная вода + дизельное топливо 20 г/л + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Экорост»	ЭД20
11.	Дистиллированная вода + дизельное топливо 10 г/л + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Гуми»	ГД10
12.	Дистиллированная вода + дизельное топливо 20 г/л + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Гуми»	ГД20
Экспериментальная линия с водой, загрязненной мазутом		
13.	<i>Дистиллированная вода + мазут 10 г/л + «Дестройл» (контроль)</i>	<i>КМ10</i>
14.	<i>Дистиллированная вода + мазут 20 г/л + «Дестройл» (контроль)</i>	<i>КМ20</i>
15.	Дистиллированная вода + мазут 10 г/л + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Экорост»	ЭМ10
16.	Дистиллированная вода + мазут 20 г/л + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Экорост»	ЭМ20
17.	Дистиллированная вода + мазут 10 г/л + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Гуми»	ГМ10
18.	Дистиллированная вода + мазут 20 г/л + «Дестройл» + 0,01 % р-р «Гуми»	ГМ20

Необходимо отметить, что исследования, основанные на моделировании процессов ремедиации водной среды от нефтеуглеводородного загрязнения в научной литературе, встречаются крайне редко. По большей части моделируются процессы восстановления загрязненных почв. Что касается водных объектов, то, как правило, приводятся результаты краткосрочных опытов, которые не позволяют в полной мере воспроизвести процессы ремедиации водной среды, протекающие как минимум в течение нескольких

месяцев. В данном фокусе проведенные нами исследования имеют определенную новизну и значимость.

Полученные результаты позволили установить, что интенсивность процессов биодеструкции различных нефтепродуктов в водной среде при совместном внесении гуминовых и микробиологических препаратов зависит, как от свойств непосредственно самих нефтепродуктов, так и от характеристик вносимых гуминовых препаратов (рис.).

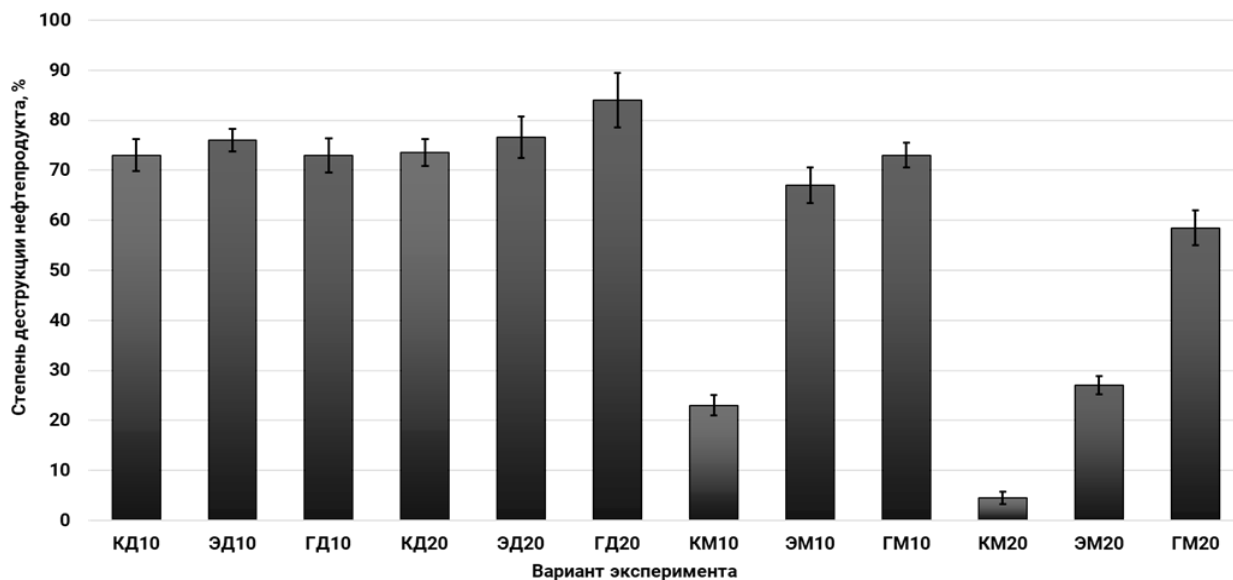


Рис. Средняя степень биодеструкции нефтепродуктов в эксперименте

Выявлено, что на всех вариантах эксперимента с дизельным топливом процесс биоремедиации протекал достаточно активно. Так, к концу эксперимента на контрольных образцах (без использования гуминовых препаратов) было утилизировано более 70 % загрязнителя. При этом отмечалось стимулирование деятельности ремедиаторов при внесении гуминовых препаратов. Препараты «Гуми» и «Экорост» оказали примерно одинаковый эффект и способствовали увеличению степени биодеструкции дизельного топлива в водной среде на 5-20 %.

Иным образом обстояла ситуация на вариантах эксперимента с модельным загрязнением водной среды мазутом. Выраженность процесса биодеструкции мазута в эксперименте была значительно ниже по сравнению с дизельным топливом. Указанное обстоятельство мы связываем с физико-химическими свойствами данного нефтепродукта. Так, от нефтепродуктов более легких фракций, мазуты отличаются большими плотностью и вязкостью, а также меньшей растворимостью в воде, что затрудняет протекание процессов их биодеструкции под воздействием нефтеокисляющей микрофлоры. Ввиду чего ремедиация природных сред, загрязненных мазутами, представляет существенную сложность.

В рамках проведенного эксперимента на контрольных вариантах опыта с начальной концентрацией мазута 10 г/л степень его биоутилизации была около

20 %, а на вариантах с начальной концентрацией 20 г/л данные процессы практически не протекали.

Однако на ряде вариантов с применением гуминовых препаратов наблюдалась стимуляция активности микроорганизмов-нефтедеструкторов. Так, при использовании препарата «Экорост» степень биодegradации мазута в водной среде возросла до более чем на 60 %. Применение гуминового препарата «Гуми» на основе угля, позволило увеличить данный показатель до 73 %.

В отношении вод, загрязненных бензином, какие-либо закономерности проследить не удалось, поскольку к моменту окончания эксперимента данный нефтепродукт был практически полностью утилизирован, как на контрольных, так и на экспериментальных вариантах. Указанное обстоятельство, вероятно связано с высокой летучестью бензина. Предполагаем, что значительная часть внесенного в воду бензина улетучилась, а оставшаяся часть подверглась биоутилизации. В результате совокупного действия указанных процессов, в водах к концу эксперимента регистрировались лишь небольшие остаточные количества загрязнителя.

Таким образом, полученные экспериментальные результаты указывают на перспективность совместного использования нефтеокисляющей микрофлоры и гуминовых препаратов в целях восстановления водных сред, загрязненных различными нефтепродуктами. В максимальной мере такой подход будет целесообразен при загрязнении вод мазутом, поскольку процессы его биодеструкции протекают крайне медленно и ремедиация, загрязненных этим веществом водных сред представляет существенную экологическую проблему. Внесение же гуминовых препаратов позволяет значительно стимулировать данный процесс и повысить его эффективность на 30-40 %.

Библиографический список

1. Hashemlou H., Ahmadi M., Rahbar M.S. Microbial degradation of oil-contaminated water by indigenous microorganisms: A review // Iranian journal of chemistry & Chemical engineering-international english edition. 2015. V. 156. P. 15-22.
2. Innovative, ecofriendly biosorbent-biodegrading biofilms for bioremediation of oil- contaminated water / V. Catania, F. Lopresti, S. Cappello, P. Quatrini et al. // New Biotechnology. 2020. № 4. С. 001-005.
3. Lipczynska-Kochany E. Humic substances, their microbial interactions and effects on biological transformations of organic pollutants in water and soil // Chemosphere. 2018. V. 202. P. 420-437.
4. Stabilization of oil-in-water emulsions by highly dispersed particles: role in self-cleaning processes and prospects for practical application / N.Y. Grechishcheva, S.V. Meshcheryakov, I.V. Perminova, V.A. Kholodov // Russian journal of general chemistry. 2017. V. 87. P. 2166-2180.
5. Youssef M. Bioremediation of oil-contaminated water by immobilized bacterial consortium on friendly-environment biocarriers The Journal of the Egyptian Public Health Association. 2018. № 1. P.790-799.