

УДК 579.843:614.4:628.162.5:656.612

СОЗДАНИЕ ГЕЛЯ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ

Бутьянова Анастасия Андреевна¹, бакалавр

e-mail: anastasiybuytianova@mail.ru

Мясникова Ирина Борисовна¹, доцент, кандидат химических наук, доцент кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

e-mail: irina120669@yandex.ru

Павлова Светлана Михайловна¹, ассистент кафедры охраны окружающей среды и производственной безопасности

e-mail: s.pavlova2774334@gmail.com

Смирнова Арина Андреевна¹, бакалавр

e-mail: Arina_smirnova2005@mail.ru

Шилкова Дарья Сергеевна¹, бакалавр

e-mail: shilkova.05@mail.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Разливы нефтепродуктов на песчаных грунтах создают серьёзную экологическую угрозу: традиционные методы очистки часто не добираются до глубины загрязнения. В работе предложено использовать гели на основе полиакриламида, сшитого соединениями хрома (III) в присутствии эффективных микроорганизмов. Разработанная гелевая система может служить дополнительным этапом очистки после первичной механической уборки. Применение особенно актуально на прибрежных территориях и в зонах водного транспорта.

Ключевые слова: гели, полиакриламид, разлив нефтепродуктов, очистка.

CREATION OF A GEL FOR BIOLOGICAL DEGRADATION OF OIL POLLUTION OF THE SOIL

Anastasiya A. Butianova¹, Bachelor's Degree Student

e-mail: anastasiybuytianova@mail.ru

Irina B. Myasnikova¹, Associate Professor, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor at the Department of Environmental Protection and Industrial Safety

e-mail: irina120669@yandex.ru

Svetlana M. Pavlova¹, Assistant at the Department of Environmental Protection and Industrial Safety

e-mail: s.pavlova2774334@gmail.com

Arina A. Smirnova¹, Bachelor's Degree Student

e-mail: Arina_smirnova2005@mail.ru

Daria S. Shilkova¹, Bachelor's Degree Student

e-mail: shilkova.05@mail.ru

Abstract. Oil product spills on sandy soils pose a serious environmental threat: traditional cleaning methods often do not reach the depth of contamination. It is proposed to use gels based on polyacrylamide crosslinked with chromium (III) compounds in the presence of effective microorganisms. The developed gel system can serve as an additional stage of cleaning after the initial mechanical cleaning. The application is especially relevant in coastal areas and in areas of water transport.

Keywords: gels, polyacrylamide, oil spill, cleaning.

Проблема загрязнения окружающей среды сырой нефтью и продуктами ее переработки актуальна в Российской Федерации, поскольку нефтяная промышленность - одна из ведущих отраслей страны [1].

Происходит замедленность естественной биodeградации в песчаных грунтах из-за недостатка питательных веществ, низкой влагоудерживающей способности песка и неблагоприятных условий для развития нефтеокисляющей микрофлоры.

Преимущества гелевой системы на основе полиакриламида (далее ПАА) и соединений хром (III) с эффективными микроорганизмами обусловлена тем, что она позволяет доставить микроорганизмы в зону загрязнения, удержать их в пористой структуре грунта и продлить их активность.

Присутствует необходимость оценки фитотоксичности, так как проведённые тесты с проращиванием семян редиса подтверждают безопасность геля для растительного покрова, что важно для восстановления экосистем.

На сегодняшний день традиционные методы очистки можно разделить на несколько групп:

1. Механические методы (применяются в первую очередь при аварийных разливах):

Сбор нефтепродуктов с поверхности почвы с помощью специальных установок;

Засыпка нефтяного пятна грунтом с последующим вывозом загрязнённой почвы на утилизацию;

Выемка и замена загрязнённого грунта — полная замена поражённого слоя на чистый.

2. Физико-химические методы:

Промывка грунтов подогретыми водными растворами с добавлением поверхностно-активных веществ (ПАВ) для вымывания токсинов;

Экстракция нефтепродуктов из грунта, в т.ч. с использованием вакуумных экстракторов;

Известкование — обработка загрязнённого грунта негашёной известью (0,5–5 % от массы загрязнителя), в результате чего образуется твёрдый продукт, который затем извлекают;

Сорбция — использование сорбентов для впитывания нефти.

3. Биологические методы:

Биоремедиация — внесение в грунт нефтеокисляющих микроорганизмов для разложения углеводородов;

Фитомелиорация (фиторемедиация);

Стимуляция естественной микрофлоры.

4. Гидродинамические методы:

Дренаж (в т.ч. горизонтальный) — удаление нефтяных линз через дренажные системы;

Откачка загрязнённых вод и нефтепродуктов с помощью скважин или иглофильтровых установок (в т.ч. в промывном режиме).

5. Термические методы:

Выжигание поверхностного слоя (запрещено из-за высокого экологического ущерба);

Термоосмос — перемещение загрязнителей под действием температурного градиента (от нагретой зоны к холодной), что позволяет удалять лёгкие фракции углеводородов.

Основные пути образования - химическая или физическая сшивка. Химически сшитые гидрогели, обычно обладают большим размером пор. В то же время в физически сшитые криогелях отсутствуют непрореагировавшие сшивающие агенты, которые могут повлиять на жизнеспособность клеток.

Химические гидрогели могут быть получены путем сшивки водорастворимых полимеров или путем конверсии гидрофобных полимеров в гидрофильные полимеры с участием сшивающего агента [2]. Достигают равновесного набухания в водных растворах, которое в основном зависит от плотности сшивки.

Предлагаем для деградации нефтяного загрязнения почвы создание геля на основе водорастворимого полимера сшитого катионом многовалентного металла. [3,4]

Например, ПАА и соединение хрома (III).

Исследование проводилось в течении 1 недели. Для моделирования геля использовались ПАА с хромом (III) и водой, далее добавлялся биопрепарат. Всего получилось 6 систем: холостая (обычная) система, система с дизельным топливом (далее ДТ) и система ДТ с гелем и биопрепаратом. В каждую систему высадили по 15 семян редиса.

Результаты определения фитотоксичности представлены на рисунке 1.

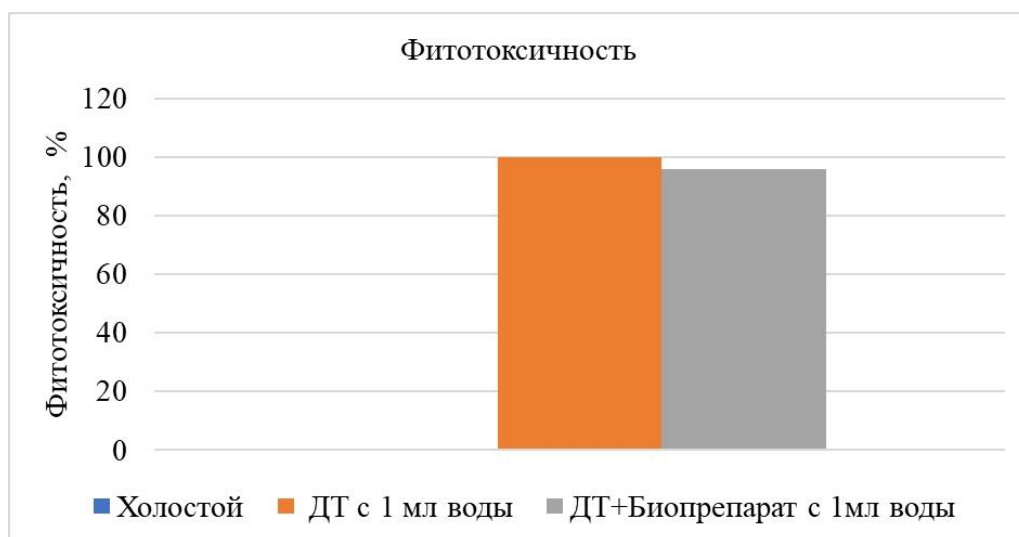


Рисунок 1 – Обработка результатов

Наблюдается показатель фитотоксичности для системы с ДТ, который составил 100% и для системы с биопрепаратом – 96%. У обычного песка фитотоксичность отсутствует.

Проанализировав результаты исследования, мы видим, что недели для определения точных свойств геля недостаточно и необходимо продолжать дальнейшее исследование.

Вывод

В результате проведённого исследования установлено, что разработанный гель эффективно способствует очистке песка от нефтяных загрязнений и играет важную роль в защите уязвимых экосистем в зонах потенциальных разливов. Его универсальность позволяет применять состав как при масштабных авариях танкеров, так и для ликвидации локальных загрязнений.

Экспериментальные данные подтверждают работоспособность биопрепарата: уже по истечении недели наблюдается снижение фитотоксичности на 4 %, что свидетельствует о

начальном положительном эффекте. Однако указанный срок недостаточен для всесторонней оценки физико-химических и биологических свойств геля, что требует проведения более длительных наблюдений.

Для достижения воспроизводимых и оптимальных результатов необходимо продолжить исследования, направленные на оптимизацию концентрации активного вещества, уточнение механизма действия и выявление параметров, при которых препарат демонстрирует максимальную эффективность и экологическую безопасность.

Список литературы:

1. Созина И.Д., Данилов А.С. Микробиологическая ремедиация нефтезагрязненных почв // Записки Горного института. 2023. Т. 260. С. 297-312.
2. Гидрогели на основе модифицированного поливинилового спирта и модифицированного 2-гидроксиэтилкрахмала. / А.А. Моргачёва. – Москва.: Российский химико-технологический университет имени Д.И.Менделеева, 2018.- 160с.
3. Медведева В.В., Мясникова Л.И., Семчиков Ю.Д., Роговина Л.З. Динамика координационных сеток в системе натрийкарбоксиметилцеллюлоза-соль Cr^{3+} //Высокомолекулярные соединения, Серия Б, 1998, том 40, №3, с. 492 – 497
4. Медведева В.В., Мясникова Л.И., Семчиков Ю.Д., Роговина Л.З. Диаграмма состояния системы оксиэтилцеллюлоза-ионы трехвалентного хрома. // Высокомолекулярные соединения, Серия Б, 1995, том 37, №6, с. 1040 – 1042.

