Автор: Ахкямова А.И.,Бигаева Л. А.
27.03.2024 00:32 -

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫСНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Ахкямова А.И., студент,

Бигаева Л. А., к.ф.-м.н., доцент,

Бирский филиал УУНиТ, г.Бирск, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема очистки нефтезагрязненных почв с помощью микробиологических методов. Актуальность исследования обусловлена необходимостью эффективного восстановления экосистем, пострадавших от нефтеразливов, и сокращения вредного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: нефтезагрязненная почва, моделирование, микроорганизмы, микробиологические методы.

Обнаруживаемое на различных этапах добычи и переработки нефти загрязнение

становится основой серьезных экологических нарушений. Проникая в структуру почвы, нефтяные углеводороды нарушают биологическое равновесие, негативно влияя на множество важнейших процессов, среди которых нитрификация и дыхание микроорганизмов. При этом заметно возрастает относительное содержание углерода по отношению к азоту, нарушая азотный баланс почвы и тем самым ухудшая условия для питания растений через корневую систему. Далее, ухудшаются водопроницаемые характеристики почвы, что препятствует адекватному водообеспечению растительных организмов. Нефть, обогащенная гидрофобными компонентами, выливаясь и впитываясь в слои почвы, также приводит к вытеснению кислорода, без которого жизнедеятельность растительных и микробиологических организмов становится невозможной [1].

Несмотря на то, что уничтожение загрязненных нефтью веществ занимает много времени, применение механических и физико-химических методов для ускорения этого процесса не обеспечивает полной очистки природной экосистемы. В данном контексте выделяются биологические методы снижения концентрации нефти в почвах, основанные на естественных процессах разложения нефти с участием микроорганизмов, таких как бактерии, грибы и дрожжи, которые окисляют углерод.

В естественных экосистемах обитают много микроорганизмов, которые активно окисляют углеводороды. Их главным вкладом в процесс микробиологического разложения является способность использовать нефть и нефтепродукты для получения энергии и углерода. Это приводит к снижению уровня загрязнителя при минимальных расходах и более простых решениях.

Спектр углеводородокисляющей микрофлоры состоит из бактерий и грибков, насчитывающих свыше двух десятков видов каждого. Численность этих микроорганизмов представляет ключевой интерес при биоремедиации.

Цель численного моделирования микроорганизмов, заключающаяся в эффективной очистке нефтезагрязненной почвы, состоит в получении оптимального процесса биоремедиации[2-4].

Для моделирования численности микроорганизмов при очистке нефтезагрязненной почвы необходимо учитывать следующие факторы[3].

1. Исходное состояние почвы. Нефтезагрязненная почва может иметь различную степень загрязнения.

2. Биоразнообразие. Разнообразие микроорганизмов в почве оказывает влияние на эффективность биоремедиации. Моделирование должно учитывать различные виды микроорганизмов, их взаимодействие и конкуренцию за питательные вещества.

3. Условия окружающей среды. Факторы, такие как температура, влажность, pH, содержание кислорода и другие, могут влиять на рост и размножение микроорганизмов.

4. Скорость разложения нефтепродуктов. Моделирование должно учитывать скорость биохимического разложения нефтепродуктов микроорганизмами.

5. Эффективность биоремедиации. Моделирование численности микроорганизмов должно оценивать эффективность процесса очистки почвы и предсказывать динамику численности микроорганизмов на различных этапах биоремедиации.

Исследования последних лет демонстрируют значимый интерес ученых к анализу систем уравнений, моделирующих также диффузионные явления как частиц загрязняющих веществ, так и бактериальных клеток. В данном контексте, разработанная Водопьяновым В.В. математическая концепция, успешно отражает биологические процессы, управляющие динамикой развития микроорганизмов в условиях загрязненной почвы, а также процессы биоразложения нефти [3].

Принимая во внимание, что в рамках стандартных модельных исследований почвенный слой подвергается тщательному перемешиванию, расчеты исходят из допущения неизменности концентрации нефтяного загрязнителя на разных глубинах, исключая из моделей уравнения, отражающие распространение и фильтрационные свойства нефти в почвенных слоях. Данный подход обретает дополнительную актуальность, так как, учитывается, что в ходе протяженного временного интервала микробиологические исследования подразумевают ситуацию, где первоначальный этап диффузии нефти уже миновал и не оказывает существенного влияния на дальнейшие процессы.

При рассмотрении биоремедиации также ключевым аспектом является качественное предсказание динамики микробных популяций. Подобный анализ требует глубокого понимания взаимодействий между микроорганизмами и окружающей средой, а также способностей микроорганизмов к росту или уменьшению численности под воздействием внешних условий. Алгоритмы, основанные на математических преобразованиях и включающие баланс массы и энергии, ставят во главу угла уравнений, определяющих механизмы роста, вымирания и конкурентных отношений за доступ к нутриентам.

Адекватная аппроксимация и прогнозирование концентраций микробиологических средств биодеструкции нефти становятся возможными благодаря применению вычислительных инструментов и численных методов. Это оказывается неотъемлемой частью процесса моделирования, учитывая сложность задействованных биохимических реакций и их взаимодействий с окружающей средой.

Для оптимизации результатов биоремедиационных технологий необходим постоянный контроль за численностью микроорганизмов. Для того, чтобы добиться максимально эффективного и экологически безопасного удаления загрязняющих веществ из почвы, необходимо не только собирать и анализировать данные о концентрациях микроорганизмов на протяжении всего цикла очистки, но и корректировать прогноз в реальном времени[2, 4].

Литература

1. Тусупова Ж. Б. Эффективность очистки нефтезагрязненных почв с использованием микроорганизмов / Ж. Б. Тусупова, Д. Е. Мелдекул // Молодой ученый. – 2022. – № 18(413). – С. 522-524

2. К проблеме очистки нефтезагрязненной почвы сохранившимися в ней углеводородокисляющими микроорганизмами / Е. А. Рогозина, П. А. Моргунов, И. Ф. Тимергазина, А. И. Шапиро // Разведка и охрана недр. – 2015. – № 1. – С. 65-69.

3. Водопьянов В. В. Математическое моделирование численности микроорганизмов и биодеградации нефти в почве // Вестник УГАТУ = Vestnik UGATU. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskoe-modelirovanie-chislennosti-mikroorganizmov-i-biodegradatsii-nefti-v-pochve (дата обращения: 22.03.2024).

4. Ахкямова, А. И. Моделирование численности микроорганизмов как важный инструмент оптимизации процесса очистки нефтезагрязненной почвы / А. И. Ахкямова, Л. А. Бигаева // Обратные задачи и математические модели : Сборник научных трудов, Бирск, 22 сентября 2023 года. – Бирск: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 123-124. – EDN LAOGUP.