

УДК 547.992.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЧВ И ОЧИСТКИ ВОД, ПОДВЕРГНУТЫХ НЕФТЯНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЯМ

Гавриленков Е. А., Шелудько В. В., Стекольников Н. С., Энтин Д. Е.,
Арбузова Е. С., студенты гр. ХОб-201

Научный руководитель: к. т. н., Ушакова Е. С.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Добыча нефти, а также ее переработка и транспортировка неизбежно влекут за собой угрозу загрязнения окружающей среды. В связи с этим существуют методы устранения загрязнений, основанные на механических, химических и биологических способах очистки. Однако, каждый из указанных способов создают угрозу вторичного загрязнения почв и водоёмов. В России проблема загрязнения особенно актуальна, так как низкие температуры замедляют биodeградацию нефти, что ведет к почти необратимому разрушению экосистем. В связи с этим появляется необходимость поиска более экологически безопасных и эффективных способов очистки. Такими процессами являются: связывание нефтяных углеводородов в нетоксичные соединения, и биodeградация разливов нефти непосредственно в почвенном слое. Перспективным направлением очистки почвенных и водных сред от нефти и нефтепродуктов является использование гуминовых веществ (ГВ) или гуминовых препаратов (ГП) на их основе.

Цель работы – рассмотреть возможность использования гуминовых препаратов для очистки загрязнённых нефтью и нефтепродуктами почв, а также возможные угрозы вторичного загрязнения окружающей среды.

Гуминовые вещества – смесь органических соединений, входящих в состав торфа и бурых углей, содержащие полный набор макро и микроэлементов, а также полисахариды природного происхождения, жирные кислоты, полифенолы, кетоны, катехины и т.д. в разных пропорциях. По химическому строению гуминовые кислоты являются высокомолекулярными ароматическими оксикарбоновыми кислотами. Основой их строения являются ациклические и ароматические кольца, различной степени разветвления боковые цепи и гидрофильные функциональные группы. В зависимости от геологического возраста, петрографического состава и степени окисления они имеют разное количество функциональных групп, молекулярную массу, а также соотношение гидрофильных и гидрофобных фрагментов. За счет полифункционального характера гуминовые вещества имеют широкое применение в качестве регуляторов структурно-механических свойств,

устойчивости дисперсных систем, биологически активных веществ, комплексообразователей и ионообменников [1].

При внесении в почву гуминовые вещества благотворно влияют на физические и химические свойства почв путем их структурирования, увеличения влагоемкости, улучшения газообмена и т. д. Также они являются сорбентами, связывающими гидрофобные органические соединения и ионы металлов. Кроме того, гуминовые вещества вступают в химические реакции с широким спектром как органических, так и неорганических соединений. Почвы, обогащенные гуминовыми веществами, могут выдерживать гораздо более высокие техногенные нагрузки.

Таким образом, гуминовые вещества, вступая в контакт с нефтью, образуют нетоксичные, недоступные для живых организмов комплексы, чем и объясняются их защитные свойства. Это подтверждается экспериментами по снижению содержания в растениях многоядерных ароматических углеводородов и тяжелых металлов в присутствии гуминовых веществ [2].

В то же время известно, что гуминовые вещества могут ускорять процессы абиотического и биотического разложения токсичных веществ – они увеличивают растворимость гидрофобных хлорорганических пестицидов в воде, ускоряют фотолиз ПАУ и выступают в качестве катализатора гидролиза ряда селективных гербицидов. Благодаря свойствам посредника при восстановительных реакциях гуминовые вещества способны выступать в качестве акцептора электронов, ускоряя процессы бескислородного разложения органических загрязняющих веществ [3, 4].

Особого внимания заслуживает активность гуминовых веществ, ускоряющая адаптацию живых организмов, которая проявляется в возрастании резистентности к стрессовым нагрузкам, в частности к химическому стрессу [5].

Данный эксперимент, хоть и показывает последствия введения гуминовых препаратов в чистую и загрязненную почву, но только для первого поколения, а также не показывает влияние на экосистему в целом. Для прогнозирования этого влияния на экосистему необходимо провести совместные исследования со специалистами в области химии и биологии.

В случае необходимости очистки почвенных сред особого внимания требует возможность использования гуминовых веществ в комплексе с веществами, ускоряющими деструкцию нефти. На базе МГУ был проведен эксперимент с целью выявления эффективности использования бактерий *Acinetobacter* sp. с сорбированными гуминовыми кислотами для деструкции нефтепродуктов в естественных условиях. Данный эксперимент показал, что уменьшение содержания нефти при использовании данного метода в 2,2 раза эффективнее, чем аналогичный вариант, в котором гуминовые

кислоты вносились в качестве раствора [6]. В то же время бактерия *Acinetobacter* sp. опасна для человека являясь возбудителем инфекций, а также причислена всемирной организацией здравоохранения к наиболее опасной в связи с резистентностью к антибактериальным препаратам, а значит требуется подбор более безопасных микроорганизмов.

О степени эффективности тех или иных гуминовых препаратов можно судить по возможности культивации растений на ранее загрязнённых почвах. А о вторичном загрязнении веществами, входящими в состав гуминовых препаратов и наносящих вред природным объектам – по росту растений на заведомо чистой почве и при внесении гуминовых веществ разных концентраций [7].

Разлив нефти и нефтепродуктов на водоемах приводит к образованию бесконтрольно растущего нефтяного пятна – загрязнение расплывается по поверхности воды тонким слоем, что приводит к экологической катастрофе и гибели бессчётного количества живых организмов. Из-за малой толщины нефтяной плёнки физические методы сбора нефти малоэффективны, термический метод (поджог нефтяного пятна) способствует попаданию в атмосферу огромного количества вредных веществ. В связи с этим перспективным становятся физико-химические методы, в особенности, базирующиеся на использовании гуминовых веществ как наиболее безопасный в контексте вторичного загрязнения.

Способ очистки вод от нефтепродуктов с помощью гуминовых веществ, состоит в сборе загрязненной воды насосами, добавлении в воду реагента, связывающего нефть и нефтепродукты путем образования нерастворимого осадка, в очистке от осадка методом отстаивания и удалении выпавшего на дно осадка. В качестве реагента, обеспечивающего связывание примесей, используют гуминовый концентрат, содержащий гидратированные гуминовые кислоты, соли гуминовых кислот и минеральные компоненты исходных гумитов и каустобиолитов угольного ряда. Необходимо отметить, что в условиях загрязнения крупных водоёмов отсутствует возможность сбора выпавшего осадка со дна. На данный момент это самая эффективная мера, но в перспективе высока вероятность вторичного загрязнения вод, и, следовательно, воздействия на живые организмы. Перспектива связывания нефти нефтепродуктов в нерастворимые соединения, с общей плотностью комплекса ниже плотности воды, и дальнейшего сбора сорбентов с её поверхности требуют дополнительного изучения.

Указанные выше данные позволяют рассматривать гуминовые вещества как природные детоксиканты комплексного действия перспективность практического использования которого определяется значительными запасами (бурый уголь, торф, сапропель и другие каустобиолиты) и относительной безопасностью для окружающей среды.

Таким образом, гуминовые вещества могут выступать в качестве сорбентов для нефтепродуктов, тем самым уменьшая загрязнения в водах и почвенных средах. В настоящее время активно изучаются комплексные методы очистки с использованием гуминовых веществ и микроорганизмов, разлагающих нефть, а также долгосрочное влияние данных комплексов на окружающую среду и человека. Однако не стоит забывать о риске вторичного загрязнения почв и вод, внесением веществ и бактерий, содержащихся в гуминовых препаратах.

Исследование представляет собой результат реализации мастер-класса «Научая статья для каждого», проводимого в рамках Ярмарки научных идей в Кузбасском государственном техническом университете имени Т.Ф. Горбачева.

Список литературы:

1. Сивакова, Л. Г. Физико-химические свойства гуминовых веществ. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2007. – № 2. – С. 88-91.
2. Шульгин, А. И. Эффективная технология детоксикации, очистки и восстановления свойств и плодородия почв, загрязненных углеводородами нефти и нефтепродуктов. // Новые технологии для очистки нефтезагрязненных вод, почв, переработки и утилизации нестешламов: тезисы докладов Международной конференции. – М.: Рос. гос. университете Нефти и газа имени Губкина, 2001. – С. 38.
3. Аренс, В. Ж. Очистка окружающей среды от углеводородных загрязнений. / В. Ж. Аренс, А. З. Саушин, С. М. Гридин, А. О. Гридин. – М.: Интербук, 1999. – 180 с.
4. Тихонов, В. В. Использование гуминовых кислот, сорбированных на микроорганизмах, в ликвидации нефтяных загрязнений / В. В. Тихонов, О. В. Лисовицкая // Материалы VI Всероссийская научная конференция с международным участием «Гуминовые вещества в биосфере». – Сыктывкар, 2014. – С. 147-150.
5. Фомченко, В. М. Биотестирование интегральной токсичности загрязненных вод и почв. – М.: НИИЭМП, 1996. – 31 с.
6. Звягнецев, Д. Г. Почва и микроорганизмы. – Москва: МГУ, 1989. – С. 255.
7. Салим, К. М. Использование гуминовых препаратов для детоксикации и биодеградации нефтяного загрязнения: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва: РГУ нефти и газа, 2004 г. – 28 с. – URL: http://ellib.library.isu.ru/docs/social/p1422_D19_7525.pdf (дата обращения: 13.03.2023).