



ПОДЗЕМНАЯ ГИДРОСФЕРА

Иркутск

2021

Российская академия наук
Сибирское отделение
Институт земной коры СО РАН
Иркутский национальный исследовательский технический университет
Международная ассоциация гидрогеологов
Общероссийская общественная организация Российский союз
гидрогеологов

ПОДЗЕМНАЯ ГИДРОСФЕРА

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОГО СОВЕЩАНИЯ ПО ПОДЗЕМНЫМ ВОДАМ ВОСТОКА РОССИИ с международным участием

(XXIII Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока)

Иркутск
2021

Подземная гидросфера: Материалы XXIII Всероссийского совещания по подземным водам востока России с международным участием. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2021. – 604 с.

В сборнике представлены доклады XXIII совещания по подземным водам востока России, посвященного 95-летию со дня рождения выдающегося ученого – главы школы сибирских гидрогеологов – члена-корреспондента РАН, профессора Евгения Викторовича Пиннекера, а также светлой памяти организатора первых совещаний по подземным водам и инженерной геологии Восточной Сибири доктора геолого-минералогических наук, профессора Валентины Георгиевны Ткачук. В нем отражены важнейшие результаты работ, выполненных научными, вузовскими и производственными коллективами не только в области гидрогеологии, но и в сфере инженерной геологии и геокриологии.

Материалы совещания представляют интерес для специалистов-геологов широкого профиля, теоретиков и практиков, а также для аспирантов и студентов.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.г.-м.н. С.В. Алексеев (ответственный редактор)

д.г.-м.н. Л.А. Абукова

д.г.-м.н. Л.П. Алексеева

к.г.-м.н. Л.И. Аузина

д.г.-м.н. А.Г. Вахромеев

д.г.-м.н. В.Е. Глотов

к.г.-м.н. Л.В. Замана

д.т.н. Е.В. Зелинская

д.г.-м.н. А.В. Кирюхин

д.г.-м.н. Е.А. Козырева

д.г.-м.н. Г.Н. Копылова

д.г.-м.н. В.В. Кулаков

д.г.-м.н. О.Е. Лепкурова

к.г.-м.н. Д.А. Новиков

к.г.-м.н. Л.П. Норова

к.г.-м.н. А.Ю. Озёрский

к.г.-м.н. С.Х. Павлов

д.г.-м.н. А.М. Плюснин

д.г.-м.н. С.П. Поздняков

чл.-корр. РАН В.Г. Румынин

д.х.н. Б.Н. Рыженко

д.г.-м.н. Т.Г. Рященко

д.г.-м.н. В.А. Скворцов

д.г.-м.н. И.А. Тарасенко

к.г.-м.н. М.А. Тугарина

д.г.-м.н. Н.А. Харитоновна

д.г.-м.н. А.П. Хаустов

д.г.-м.н. В.В. Шепелёв

Особая благодарность нашим спонсорам:



ОЧИСТКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ ДОЗИРОВАННОЙ ПОДАЧЕ КИСЛОРОДА И ПРИМЕНЕНИИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

DOI: 10.52619/978-5-9908560-9-7-2021-23-1-463-465

Деменев А.Д.¹, Максимович Н.Г.¹, Хмурчик В.Т.¹, Роговский Г.М.², Биктимиров А.В.²

¹*Естественно-научный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, Пермь, demenevartem@gmail.com*

²*ООО «Лаборатория неразрушающего контроля, Пермь, info@loggers.ru*

Аннотация. Для улучшения экологической обстановки на территориях, где прослеживается загрязнение нефтепродуктами, требуется постоянное развитие и повышение эффективности проводимых природоохранных мероприятий. В рамках настоящих исследований опробован разработанный комплекс очистки подземных вод от растворенных нефтепродуктов с использованием биотехнологических методов и эмиттеров для дозированной подачи кислорода. По результатам исследований было установлено, что средняя степень очистки подземных вод при использовании предлагаемого комплекса составила 71.4 %, при этом на отдельных участках – более 95 %. Тенденция к снижению содержания загрязнителей сохранялась на протяжении всего эксперимента. Использование разработанной технологии возможно как самостоятельно, так и в дополнение к существующим методам, что позволит значительно улучшить общее экологическое состояние загрязненных территорий.

Ключевые слова: подземные воды, растворенные нефтепродукты, биоремедиация, эмиттеры, кислород.

Abstract. Improving the environmental conditions in oil-contaminated areas requires constant development and increased efficiency of environmental protection measures. Within the framework of studies, the complex for the cleaning of groundwater from dissolved-phase of contamination using biotechnological methods and emitters for dosed oxygen supply was tested. According to the research results, it was revealed that the average degree of groundwater cleaning using the proposed complex was 71.4%, while in certain areas more than 95%. The downward trend in the content of contaminants persisted throughout the experiment. Applying the developed technology is possible, both independently and in addition to existing methods, which will significantly improve the overall environmental state of the contaminated areas.

Key words: groundwater, dissolved-phase contaminants (hydrocarbon), bioremediation, emitter, oxygen.

Повышение эффективности природоохранных мероприятий приводит к развитию и совершенствованию методов борьбы с загрязнением нефтью и нефтепродуктами. Ликвидация разливов нефти предусматривает выполнение комплекса задач, реализацию различных методов и использование технических средств [1–3]. Все методы по борьбе с нефтяным загрязнением, в целом, можно разделить на следующие группы: механические, физико-химические и биологические.

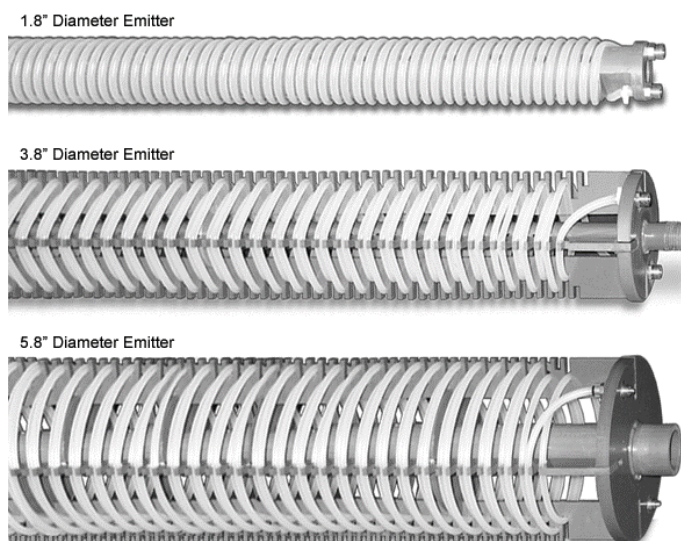
Биологическое разрушение нефтепродуктов является одним из наиболее эффективных и применяемых подходов при проведении природоохранных мероприятий. Преимущественно используется два подхода биодegradации углеводородов в окружающей среде: биостимуляция и биодополнение [4]. В основе метода биостимуляции лежит принцип создания оптимальных условий для развития естественной нефтеокисляющей микрофлоры, которое в условиях нефтяного загрязнения может быть ограничено низкой температурой, избыточной кислотностью, а также недостатком кислорода и других элементов (например, азота и фосфора), необходимых для микроорганизмов [5, 6]. Биодополнение может использоваться как отдельный подход, однако так же часто применяется совместно с биостимуляцией [7].

Очистка от нефтяного загрязнения может происходить *ex situ*, т.е. на специальных полигонах [8, 9], и *in situ*, т.е. прямо на месте загрязнения [10]. Применение *in situ* методов может быть значительно эффективнее по сравнению с методами, требующими извлечения и транспортировки загрязненных компонентов.

В настоящей работе рассматривался вопрос о возможности очистки подземных вод *in situ* от растворенных углеводородов с применением биостимуляции и биодополнения. В качестве стимулирующих добавок в подземные воды вносился кислород с использованием эмиттеров «Waterloo» (рисунок). Эмиттеры «Waterloo» были успешно применены для

стимулирования роста нефтеокисляющих микроорганизмов [11, 12]. Для биодополнения использовали нативные штаммы нефтеокисляющих микроорганизмов, выделенные из грунтов и подземных вод участка загрязнения.

Model 703 Waterloo Emitters



Типоразмеры эмиттеров, используемые для подачи реагентов в подземные воды.

Испытание технологии проводилось на участке загрязнения подземных вод растворенными нефтепродуктами в районе нефтеперерабатывающего предприятия. Изначально до работы системы по очистке подземных вод среднее содержание растворенных нефтепродуктов составляло 4.06 мг/дм^3 (на отдельных участках более 17 мг/дм^3). Экспериментальные работы выполнялись в течение 90 дней, однако система очистки подземных вод продолжает функционировать и в настоящее время.

В ходе исследований проводился систематический мониторинг, направленный на определение эффективности очистки подземных вод, а также на общую оценку условий на территории исследований. Осуществлялся контроль за следующими параметрами подземных вод: уровнем, pH, TDS, температурой и удельной электрической проводимостью, растворенными нефтепродуктами, растворенным кислородом, а также проводился общий химический анализ. В качестве контроля был произведен отбор проб воды до начала функционирования системы очистки.

По результатам наблюдений установлено, что начальная средняя концентрация растворенного кислорода в исследуемых водах составляла около 1.42 мг/дм^3 . На 10-й день эксперимента после установки системы эмиттеров отмечен рост концентрации растворенного кислорода до 35.4 мг/дм^3 , впоследствии также поддерживалось повышенное насыщение O_2 для эффективной деструкции углеводородных загрязнений.

При контроле за изменением концентрации растворенных нефтепродуктов на опытном участке установлено, что на момент окончания экспериментальных работ средняя концентрация растворенных нефтепродуктов в зоне очистки составила 1.16 мг/дм^3 , т. е. степень очистки подземных вод достигла 71.4 %, на отдельных участках удалось добиться очистки подземных вод более 95 %. При этом стоит отметить, что тенденция к снижению содержания загрязнителей на участке сохранялась на протяжении всего эксперимента.

Полученные результаты в ходе испытаний технологии подтверждают эффективность предлагаемого способа очистки подземных вод от растворенных нефтепродуктов. Процесс насыщения воды кислородом и очистки от углеводородов наблюдался на всем протяжении опытных испытаний. Использование разработанной технологии самостоятельно или в дополнение к существующим методам позволит значительно улучшить общее экологическое

состояние загрязненных территорий и в целом повысить эффективность проводимых природоохранных мероприятий.

Список литературы

1. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде. М.: Изд-во РУДН, 2004. 163 с.
2. Оборин А.А., Хмурчик В.Т., Иларионов С.А., Маркарова М.Ю., Назаров А.В. Нефтезагрязненные биогеоценозы (процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы). Пермь: Изд-во УрО РАН, 2008. 511 с.
3. Пряничникова В.В. Электрохимический способ ликвидации последствий нефтяного загрязнения грунтов: Дис... канд. техн. наук. Уфа, 2018. 162 с.
4. Foght J.M., Westlake D.W.S. Bioremediation of oil spills // *Spill Technol Newslett.* 1992. V. 17, Iss. 3. P. 1–10.
5. Коронелли Т.В. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводородов в окружающей среде // *Прикладная биохимия и микробиология.* 1996. Т. 32, № 6. С. 579–585.
6. Atlas R.M. Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbons: an Environmental Perspective // *Microbiol Rev.* 1981. V. 45, Iss. 1. P. 180–209.
7. Kaiser J.-P., Bollag J.-M. Microbial activity in the terrestrial subsurface // *Experientia.* 1990. V. 46. P. 797–806.
8. US Environmental Protection Agency. Cost analyses for selected groundwater cleanup projects: Pump and treat systems and permeable reactive barriers // US EPA. 2001, EPA 542/R-00/013. 23 p.
9. US Environmental Protection Agency. Cost-effective design of pump and treat systems // US EPA. 2005. EPA 542/R-05/008. 38 p.
10. Nwachukwu M.A. Prospective techniques for in-situ treatment and protection of aquifers: A sustainable hydrology review // *International Journal of Water Res Environ Eng.* 2014. V. 6, Iss. 4. P. 131–143.
11. Robertson W.D., Cherry J.A. Long term performance of the Waterloo denitrification barrier // *International Containment Technology Conference proceedings.* 1997. P. 691–696.
12. Wilson R.D., Mackay D.M. Arrays of unpumped wells: an alternative to permeable walls for in situ treatment // *International Containment Technology Conference proceedings.* 1997. P. 888–894.