

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЗАПАДНОГО УРАЛА

Максимович Н. Г.*, Денисов А. В., Китаева И. В., Мещерякова О. Ю.,
Хайрулина Е. А.

* *Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail: nmax@psu.ru*

Цель проекта: изучение миграции вещества при разработке полезных ископаемых, включающей природный, техногенный этап, и пути ее снижения для улучшения экологической обстановки.

Методы и подходы, использованные в ходе выполнения проекта. Использование геохимических барьеров для охраны окружающей среды, по сравнению с традиционными методами, является перспективным направлением, что обусловлено их высокой эффективностью и экономической целесообразностью. Применение геохимических барьеров для охраны окружающей среды в ряде случаев позволяют отказаться от дорогостоящего импортного оборудования, реагентов и технологий. В качестве материалов для создания барьеров могут применяться природные образования (грунты, горные породы и т. д.) и производственные отходы, что значительно удешевляет затраты. Использование искусственных геохимических барьеров для охраны окружающей среды в России и за рубежом носит стихийный, бессистемный характер, что сдерживает их широкое применение. В этом смысле разрабатываемая технология и научно-методические основы использования геохимических барьеров в области экологии в настоящее время стоят на передовых позициях. На территории Пермского края разработка горючих полезных ископаемых (нефти, угля) сопровождается спектром экологических проблем.

Миграция химических элементов в геологической среде, извлекаемых при разработке горючих полезных ископаемых, является довольно сложным процессом, связанным с быстрым изменением состава и свойств вещества при попадании в приповерхностную часть литосферы. Нефтяное загрязнение подземных вод требует особых приемов и методов, учитывающих особенности гидродинамического режима подземных вод и характера перераспределения нефти в системе «вода – порода». В этом смысле заявляемая тематика некоторым образом опережает зарубежные разработки.

Описание процесса миграции осложняется существенной неоднородностью геологической среды. Для решения поставленных задач предполагается использовать методы геофильтрационного математического моделирования, проводить изучение изменения миграции элементов на различных стадиях добычи. Для получения исходных данных предполагается проведение комплекса

полевых работ, включающих геохимическое опробование, геофизические исследования, опытно-фильтрационные работы, биохимические исследования. На основе этих исследований впервые предполагается разработка комплексной модели миграции вещества, одним из конечных результатов которой будет создание методики защиты окружающей среды от загрязнения, основанной как на использовании ее свойств (естественные геохимические барьеры), так и создания искусственных геохимических барьеров.

Важнейшие результаты, полученные за отчетный период.

1. Методология снижения интенсивности загрязнения на основе геохимических барьеров. В рамках проекта было проведено теоретическое обобщение вопросов использования геохимических барьеров для охраны окружающей среды, включающий анализ основных видов техногенных барьеров. Предложена классификация техногенных геохимических барьеров, используемых для охраны окружающей среды. Обобщен опыт использования различных видов техногенных барьеров для решения экологических проблем. Представлена классификация материалов, используемых для создания барьеров. Рассмотрены основные характеристики геохимических барьеров, позволяющие оценить их барьерную роль: градиент, контрастность, емкость, устойчивость.

Разработана методология снижения интенсивности загрязнения на основе геохимических барьеров. При возникновении экологических проблем, связанных с миграцией загрязнителей, необходимо выявить и охарактеризовать источник загрязнения, изучить последствия и сделать прогноз изменения состояния окружающей среды. Для этого проводится сбор существующей информации, и выполняются полевые и лабораторные исследования, на основании чего создается модель загрязнения.

Полученная информация позволяет оценить принципиальную возможность использования геохимических барьеров для решения возникших проблем. Полезную информацию при этом может дать изучение природных и техногенных аналогов геохимических барьеров. Для выбора типа барьера необходимо выполнить комплекс лабораторных исследований, которые позволят оценить естественные защитные свойства среды или выбрать необходимые реагенты. После этого создается модель барьера и технологическая схема его создания; количество реагентов, способы их внесения, конструктивные особенности и т. д. Затем проводятся опытно-промышленные испытания, корректируется технология и разрабатывается проект создания барьера. В ходе эксплуатации барьера ведется мониторинг его эффективности, вносятся необходимые корректировки в технологию. Данная схема была опробована на примере двух модельных участков: Кизеловский угольный бассейн (рис. 1) и Полазненское месторождение нефти (рис. 2).

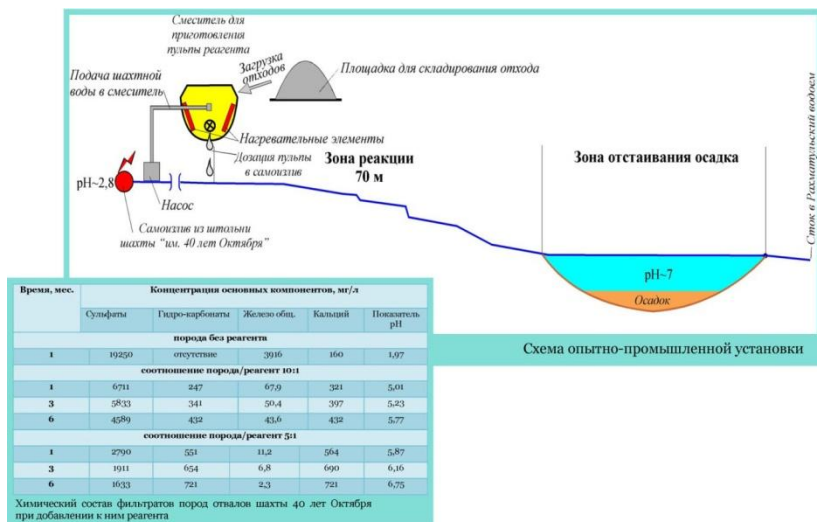


Рис. 1. Снижение нефтяного загрязнения поверхностных и подземных вод в районе Полазненского месторождения нефти

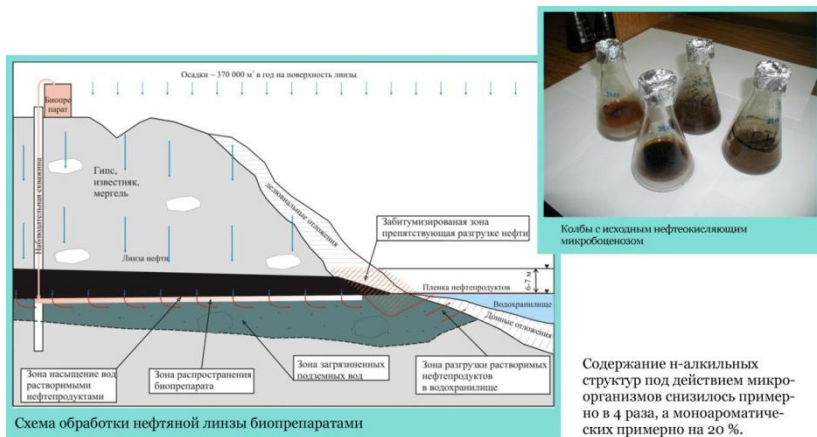


Рис. 2. Очистка кислых шахтных вод Кизеловского угольного бассейна с использованием отходов содового производства

2. Проведена оценка роли природной и техногенной миграции вещества на разной стадии разработки в формировании экологической обстановки района на примере модельных участков. Для угольного бассейна было проведено изучение закономерностей миграции элементов в угленосных толщах и отходах угольной промышленности в ходе техногенной миграции. Учитывались особенности миграции вещества на разных стадиях разработки месторождения, наличие естественных защитных свойств окружающей среды для снижения

интенсивности техногенной миграции. Выполнено обобщение параметров геологической среды, определяющих миграцию и трансформацию вещества в окружающей среде для создания модели миграции вещества. К ним отнесены наличие серы в угольной толще, высокая обводненность надугольных толщ, развитие карбонатных пород на территории бассейна и др.

На примере Полазненского месторождения проведена оценка распространения нефтепродуктов в геологической среде. Изучены изменения состава и свойств нефти в ходе техногенной миграции и биодegradации. Среди основных геологических параметров выделены сложные гидрогеологические условия, вызванные процессами карстообразования. Разработана комплексная модель миграции нефтепродуктов в районе разработки месторождения, которая позволила создать наиболее эффективную технологию снижения нефтяного загрязнения.

3. Теоретическое обобщение имеющегося опыта создания искусственных геохимических барьеров. Для повышения эффективности технологии были проведены лабораторные исследования и эксперименты, которые позволили получить новые данные о количественном соотношении реагентов для нейтрализации кислых шахтных вод и стоков с шахтных отвалов на территории Кизеловского угольного бассейна и снижения интенсивности нефтяного загрязнения грунтовых вод на территории Полазненского месторождения нефти. Рассчитана экономическая эффективность природоохранных мероприятий.

Возможность практического использования полученных результатов. Научно-технической продукцией, которая будет представлена по выполнению исследования, является комплекс природоохранных технологий на основе геохимических барьеров для месторождений полезных ископаемых. Исследования включают разработку технологии и проведение опытных испытаний с выявлением основных инновационных и технико-экономических параметров. Технология позволяет существенно улучшить экологическую ситуацию в районах разработки полезных ископаемых.

Предлагаемые методы создания природоохранных технологий с использованием геохимических барьеров позволяют существенно улучшить экологическую ситуацию в районах разработки полезных ископаемых за счет очистки поверхностных и подземных вод до нормативных показателей. Себестоимость данной технологии в 2–5 раз ниже, чем при использовании традиционных. Кроме того, технология проста в исполнении, что сокращает срок их внедрения и не требует сложного оборудования и материалов. При этом возможна утилизация отходов других производств.

1. Разработка технологии очистки шахтных вод с одновременной рекультивацией порол шахтных отвалов и утилизацией отходов других производств. Результатом технологии являются:

- очистка шахтных вод до нормативных значений (ПДК);
- рекультивация шахтных отвалов с уменьшением эмиссии парниковых газов;
- утилизация отходов содового производства;

- улучшение экологической обстановки на территории деятельности угольных предприятий и участков складирования отходов содового производства.

Способом реализации технологии является создание компактных установок в местах сброса сточных вод. Областью применения технологии является очистка сточных вод.

Технологию отличают:

- возможность утилизации отходов других производств;
- решение комплекса экологических проблем, возникающих при угледобыче;
- низкая себестоимость реализации технологии;
- низкие эксплуатационные затраты.

Технология является частью системы природоохранных мероприятий. По сравнению с ближайшими аналогами (классическими очистными сооружениями) не требуется строительства капитальных сооружений, приготовления дорогостоящих реагентов, возможно использование образующегося осадка без предварительной подготовки для рекультивации шахтных отвалов. Преимуществом технологии является возможность быстрого монтажа и демонтажа оборудования (1–2 недели).

В результате реализации технологии достигаются следующие цели:

- очистка сточных вод до нормативных значений (ПДК);
- рекультивация отвалов;
- уменьшение эмиссии парниковых газов;
- утилизация отходов содового производства.

Технология может быть применена не только на предприятиях угольной промышленности, но и при аналогичных видах загрязнения в других отраслях промышленности. Результаты реализации технологии могут быть использованы для решения локальных и региональных экологических проблем.

2. Разработка технологии механической и микробиологической очистки нефтезагрязненных подземных вод. Предлагается разработка технологии, включающей способ очистки нефтезагрязненных подземных вод, устройство и технические приемы для ее осуществления. Способом реализации проекта является создание установки для механической очистки нефтезагрязненных вод без извлечения их на поверхность, а так же разработки технических приемов удаления из массива сорбированных на породах нефтепродуктов. Технология может использоваться на предприятиях нефтяной промышленности и в районах, где существует загрязнение подземных вод в результате утечек и аварийных проливов нефтепродуктов.

Особенностью технологии является:

- возможность извлечения нефтепродуктов без откачки подземных вод;
- возможность отказа от специальных реагентов и биопрепаратов, которые в свою очередь могут наносить вред окружающей среде;
- использование извлеченных нефтепродуктов для дальнейшей

переработки.

Технология может легко быть вписана в систему природоохранных мероприятий предприятий. Отличительной особенностью технологии от ближайших аналогов является то, что при очистке не производится извлечение подземных вод. Извлекаемые подземные воды при известных способах в ходе откачки неизбежно загрязняются нефтепродуктами, что требует дополнительной их очистки. Среди методов биологической очистки нефтезагрязненных вод предпочтение отдается микробным ассоциациям либо специализированным, адаптированным к определенному составу химических загрязнений, культурам микроорганизмов. Известно также, что эффективность очистки воды от нефти и нефтепродуктов повышается при иммобилизации микроорганизмов. Угледородоксиляющие микроорганизмы пресноводных экосистем, как незагрязненных, так и содержащих разные количества нефтяных углеводов естественного и антропогенного происхождения, были объектом исследования в ряде работ, приведших к созданию бакпрепаратов для очистки объектов окружающей среды от нефтяных загрязнений.

Предлагаемый метод лишен большинства недостатков аналогичных технологий. В результате реализации производится очистка подземных вод до значений ПДК, а извлекаемые нефтепродукты поступают на переработку. Технология может быть реализована в районах нефтяного загрязнения вод для решения локальных и региональных экологических проблем.

Дальнейшие перспективы научных исследований. Разработанные научные основы и успешный опыт реализации методики создания искусственных геохимических барьеров для защиты окружающей среды показали перспективы дальнейшей разработки технологий создания природоохранных технологий на основе геохимических барьеров, в которой будут учитываться более широкий спектр загрязняющих веществ и разнообразие геохимических условий.

Основные публикации за отчетный период:

1. Максимович Н. Г., Хайрулина Е. А. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды. – Пермь: изд-во ПГУ, 2011. – 248 с.
2. Максимович Н. Г., Пьянков С. В. Малые водохранилища: экология и безопасность. – Пермь: изд-во «Раритет – Пермь», 2012. – 256 с.
3. Максимович Н. Г., Мещерякова О. Ю., Хмурчик В. Т. Микробиологические процессы при нефтяном загрязнении карстовых массивов // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник научных трудов. – Вып. 12. – М.: ИПЦ «Луч», 2010. – С. 89–93.
4. Максимович Н. Г., Ворончихина Е. А., Хайрулина Е. А., Жекин А. В. Техногенные биогеохимические процессы в Пермском крае // Геориск. – 2010. – № 2. – С. 38–45.
5. Максимович Н. Г., Андреев А. И., Ворончихина Е. А. Актуальные вопросы инженерно-экологических изысканий: поиск комплексных решений // Инженерные изыскания. – 2010. – № 4. – С. 36–40.
6. Максимович Н. Г. Теоретические и прикладные аспекты использования

геохимических барьеров для охраны окружающей среды // Инженерная геология. – 2010. – Сентябрь. – С. 20–28.

7. Максимович Н. Г., Кадебская О. И., Жакова У. В. Методические особенности спелеоподводного изучения карста // Инженерные изыскания. – 2010. – № 8. – С. 30–36.

8. Максимович Н. Г., Хайрулина Е. А. Особенности исследования подземных вод лесопарковой зоны крупного промышленного города // Инженерные изыскания. – 2011. – № 5. – С. 36–44.

9. Максимович Н. Г., Ворончихина Е. А., Пьянков С. В., Первова М. С., Шавнина Ю. Н. Оценка мощности и экологических характеристик донных отложений водохранилища с помощью геоинформационного моделирования // Инженерные изыскания. – 2011. – № 1. – С. 32–38.

10. Максимович Н. Г., Гершанок В. А., Мещерякова О. Ю., Растегаев А. В. Радиоактивность и инженерно-геологические особенности карстовых массивов // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 4. URL: www.science-education.ru/98-4746.

11. Максимович Н. Г. Использование геохимических барьеров для очистки изливов кислых вод Кизеловского угольного бассейна // Инженерная геология. – 2011. – Сентябрь. – С. 20–25.

12. Мещерякова О. Ю. Оценка степени активности карстовых процессов (на примере Полазненского участка) // Вестник Пермского университета. Геология. – 2011. – Вып. 1(10). – С. 83–91.

13. Максимович Н. Г., Хайрулина Е. А. Основы мониторинга окружающей среды при разработке месторождения калийных солей // Инженерные изыскания – 2012. – № 8. – С. 20–30.

14. Максимович Н. Г., Крюкова О. С. Разработка процессов взаимной нейтрализации производственных отходов содового производства, кислых шахтных вод и шахтных отвалов для защиты окружающей среды региона // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1. URL: www.science-education.ru/101-5401.

15. Максимович Н. Г., Первова М. С. Влияние перетоков минерализованных вод Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей на приповерхностную гидросферу // Инженерные изыскания. – 2012. – № 1. – С. 22–28.

16. Максимович Н. Г. Изменение свойств силикатных тампонажных материалов, применяемых при технической мелиорации грунтов // Инженерная геология. – 2012. – № 4. – С. 14–24.

17. Мещерякова О. Ю. Факторы миграции и трансформации нефти в геологической среде // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIV международного симпозиума им. академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 65-летию Победы советского народа над фашистской Германией в Великой Отечественной Войне 1941–1945 гг. – Т. 2; Томский политехнический университет. – Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2010. – С. 368–370.

18. Мещерякова О. Ю. Расчет характеристик линзы нефтепродуктов, сформировавшейся на поверхности трещинно-карстовых вод в районе водохранилища // Геология в развивающемся мире: материалы I Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т. / отв. ред. С. М. Блинов. – Т. 2. – Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010. – С. 70–72.

19. Максимович Н. Г., Хайрулина Е. А. К оценке экологического состояния подземных вод лесопарковой зоны города // Экологические проблемы промышленных городов: сборник научных трудов / под редакцией профессора Е. И. Тихомировой. – Часть 1. – Саратов, 2011 – С. 102–105.

20. Мещерякова О. Ю., Максимович Н. Г. Особенности нефтяного загрязнения карстовых районов // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: материалы юбилейной конф., посвященной 80-летию геолог. ф-та и 95-летию Перм. ун-та / гл. ред. Р. Г. Ибламин. – Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2011. – С. 188–190.

21. Мещерякова О. Ю. Оценка экономической эффективности новых методов борьбы с нефтяным загрязнением подземных вод // Синтез знаний в естественных науках. Рудник будущего: проекты, технологии, оборудование: материалы Междунар. науч. конф.: в 2 т. / отв. ред. В. А. Наумов; Перм. гос. нац. иссл. ун-т; Естественнонаучн. ин-т. – Пермь, 2011. – Т. 1. – С. 139–143.