

одном местонахождении вид, по-видимому, исчез, поскольку в последние 6 лет он не регистрируется в данной точке.

Библиографический список

1. Белковская Т.П. К антропоэкологии некоторых реликтовых и эндемичных астрагалов Кунгурской лесостепи // Экология опыления растений. Пермь, 1984. Вып. 8. С. 34-49.
2. Красная книга Пермского края. Пермь: Книжный мир, 2008. 256 с.
3. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург-Миасс: Геотур, 2005. 537 с.
4. Овеснов С.А. Конспект флоры Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1997. 252 с.
5. Особо охраняемые территории Пермской области: Реестр. Пермь: Книжный мир, 2002. 464 с.
6. Флора европейской части СССР. Л.: Наука, 1987. Т. VI. 254 с.
7. Флора Сибири. Новосибирск: Сибирская издательская фирма ВО «Наука», 1994. Т. 9. 280 с.
8. Холотцева Е.С. Интродукция некоторых видов *Astragalus* (Fabaceae) в Карелию // Растит. ресурсы. 2005. Т. 41, № 1. С. 66-71.
9. Шилова С.И. К флоре Пермской области // Бот. журн. 1981. Т. 66, № 9. С. 1332-1336.
10. *Astragalus falcatus* Lam. URL: <http://www.plantarium.ru/page/view/item/4964.html> (дата обращения: 18.04.2013).

S.V.Balandin

PROTECTED SPECIES ASTRAGALUS FALCATUS LAM. IN THE TERRITORY OF THE PERM KRAI

The dispersal of *Astragalus falcatus* in the territory of the Perm Krai is considered. The characteristics of their abundance, the state of the studied populations and influence of negative factors are given. The general state of the species in the Krai is estimated.

Key words: *Astragalus falcatus*; state of populations; Perm Krai.

Sergey V. Balandin, Candidate of Biology, Associate Professor of Department of Biogeocenology and Nature Protection, Perm State University; 15 Bukireva, Perm, Russia 614990; perm64257@mail.ru

УДК 504.75.06

Н.Г. Максимович, Е.А. Хайрулина

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Обобщается опыт использования геохимических методов для решения проблем охраны окружающей среды. Рассмотрены проблемы концентрации и рассеивания вещества в результате техногенной миграции и необходимость геохимического анализа при ведении экологического мониторинга. В качестве одного из наиболее эффективных методов контроля распространения

* Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А., 2013

Работа выполнена в рамках программы «Поддержка научно-педагогических кадров России 2009–2013» № 14.В37.21.0603 и РФФИ 12-05-31130.

Максимович Николай Георгиевич, кандидат геолого-минералогических наук, профессор кафедры инженерной геологии и охраны недр Пермского государственного национального исследовательского университета, зам. директора по научной работе ЕНИ ПГНИУ; Россия 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; nmax@psu.ru

Хайрулина Елена Александровна, кандидат географических наук, доцент кафедры биогеоценологии и охраны природы Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; elenakhay@gmail.com

техногенного вещества приводится метод создания искусственных геохимических барьеров с использованием природных и искусственных материалов.

Ключевые слова: геохимические барьеры; охрана окружающей среды; природные материалы; отходы; мониторинг.

С самого начала зарождения геохимической науки исследователей волновали проблемы охраны окружающей среды. В середине XX в. В.И. Вернадский дал оценку роли человека в преобразовании окружающей среды. По его мнению, общество по мере своего развития «становится крупнейшей геологической силой» [2], деятельность человека трансформируется в мощный биогеохимический фактор.

Особенно актуальна геохимическая наука в настоящее время, поскольку прогнозирование и решение экологических проблем невозможно без знания закономерностей распределения химических элементов в окружающей среде.

В результате распределения или миграции химических элементов происходят рассеяние и концентрация вещества. Интенсивность и разнообразие форм данных процессов определяются неоднородностью условий окружающей среды. Например, на скорость перемещения и площадь распространения вещества может влиять скорость водного или воздушного потока. При уменьшении скорости потока произойдет оседание и накопление вещества. Кроме того, на рассеивание и концентрацию химических элементов в окружающей среде влияют смена физико-химических условий (кислотно-щелочных, окислительно-восстановительных и др.), особенности биологического круговорота и техногенез. В результате этих процессов происходит распространение загрязнителей на значительные территории и их накопление до аномальных концентраций на определенных участках земной коры – геохимических барьерах.

Понятие «геохимический барьер» было разработано российским ученым А.И. Перельманом [10]. В его понимании, это те участки земной коры, в которых на коротком расстоянии происходит резкое уменьшение интенсивности миграции химических элементов и, как следствие, их концентрация. В зависимости от факторов, уменьшающих миграцию элементов, выделяют механические, физико-химические (щелочные, кислые, сорбционные и т.д.), биогеохимические и техногенные барьеры.

В ряде случаев особенности почв, грунтов, поверхностных и подземных вод, рельефа являются причиной формирования геохимических барьеров на пути миграции загрязнителей. Например, А.Ю. и М.Г. Опекуновыми [9] описано формирование целого комплекса геохимических барьеров (рис. 1) в р. Карагайлы, в бассейне которой расположены отвалы горных пород медно-цинкового карьера и хвостохранилище Башкирского медно-серного комбината.

На верхнем участке реки периодически производится сброс извести, что приводит к формированию искусственного сорбционного барьера, на котором осаждаются тяжелые металлы. На участке поступления подотвальных вод возникает щелочной барьер, на котором в речных известковистых водах рН составляет 6,58, а в подотвальных – не превышает 3,20, что вызывает осаждение катионогенных металлов [9].

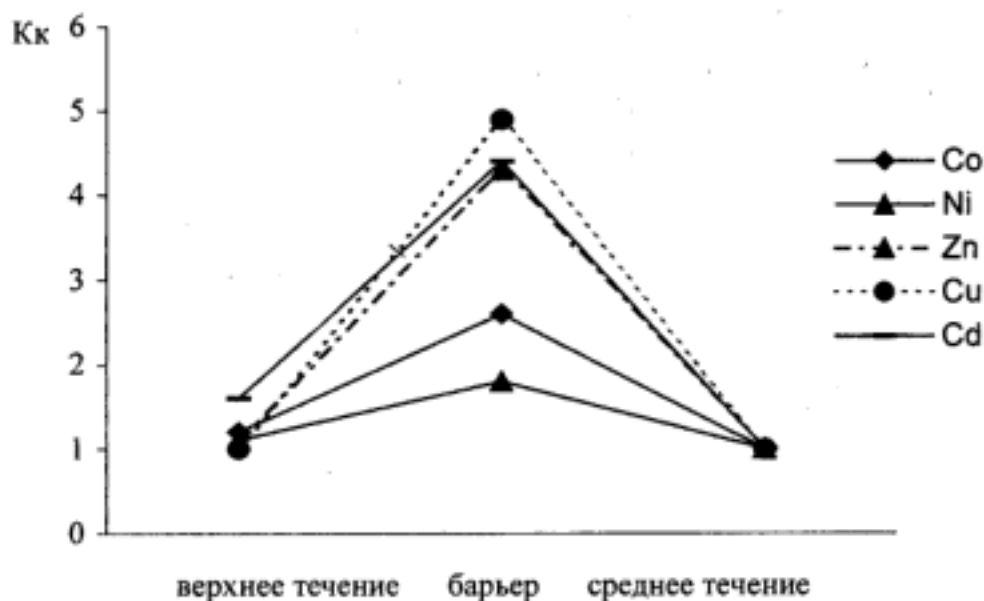


Рис. 1. Коэффициент концентрации (Кк) металлов на техногенном щелочном барьере в месте поступления подотвальных вод в р. Карагайлы [9]

Ниже по течению выражены механические и биогеохимические техногенные барьеры, связанные с зарастанием поймы реки макрофитами и ее заболачиванием, а также с созданием прудов в результате расширения и углубления русла реки, где резко падает скорость течения.

В результате в речных осадках концентрации Cd, Cu, Zn, Hg, Mn, Cr, As, Pb выше относительно среднего значения в 2-3 раза. Такие геохимические барьеры решают проблему очистки реки, снижая концентрацию загрязнителей в водах, и формируют техногенную геохимическую аномалию в донных осадках рек.

Оценку роли геохимических барьеров в формировании экологической ситуации необходимо проводить в рамках мониторинга состояния окружающей среды в районах промышленных предприятий. Геохимический анализ приоритетных загрязнителей, ландшафтно-геохимических условий позволит выявить зоны аккумуляции загрязняющих веществ и наиболее активных мигрантов, которые способствуют распространению загрязнения на большие расстояния [8].

Геохимические барьеры проходят различные стадии своего развития (рис. 2). На первой стадии, когда начинается поступление вещества с концентрацией C_d в зону со сменой условий миграции, весь поток концентрируется на геохимическом барьере. В определенный момент времени (вторая стадия) после частичного насыщения барьера он становится проницаемым для мигрирующих элементов. На третьей стадии барьер постепенно теряет свою эффективность. Концентрация вещества до и после барьера начинает выравниваться. На четвертой стадии барьер исчерпывает свою емкость, и дальнейшая концентрация элементов на нем прекращается [4].

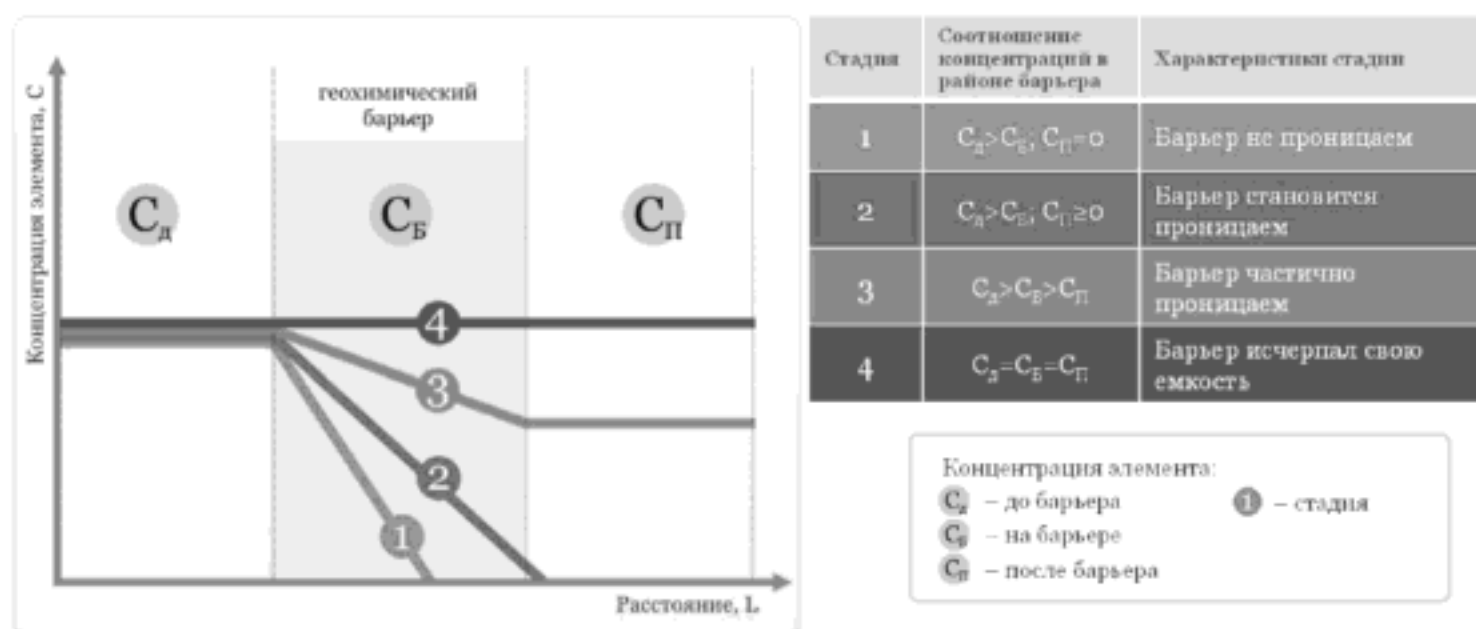


Рис. 2. Стадии развития геохимических барьеров

Данный механизм работы геохимического барьера используется для решения проблем охраны окружающей среды.

Широкое применение находят идеи использования защитного потенциала самой среды. Природные материалы используются для создания сорбционных (глины, суглинки, торф и т.д.), щелочных (карбонаты) и других барьеров [7]. Преимуществом использования природных веществ является их широкое распространение, снижающее транспортные расходы, и относительно низкая стоимость добычи.

Примером использования природных материалов для очистки сточных вод горнодобывающего предприятия от взвешенных частиц является создание фильтров из местных грунтов и отвалов. Опыт по созданию таких геохимических барьеров проводился в бассейне р. Вишеры (Пермский край), где ведется добыча алмазов [3].

Для очистки от взвешенных частиц сточных вод предложено использование грунтовых плотин – классического механического геохимического барьера (рис. 3). Исследования возможности очистки сбрасываемой воды от взвешенных веществ с помощью грунтовых плотин были проведены на участке сброса драги на р. Рассольной. Для плотин использовались дражные отвалы, находящиеся здесь же в долине реки. Концентрация взвешенных веществ в р. Рассольной в зоне влияния драги в зависимости от количества атмосферных осадков изменялась от 0,183 до 12 г/л, что во много раз превышает фоновые значения.

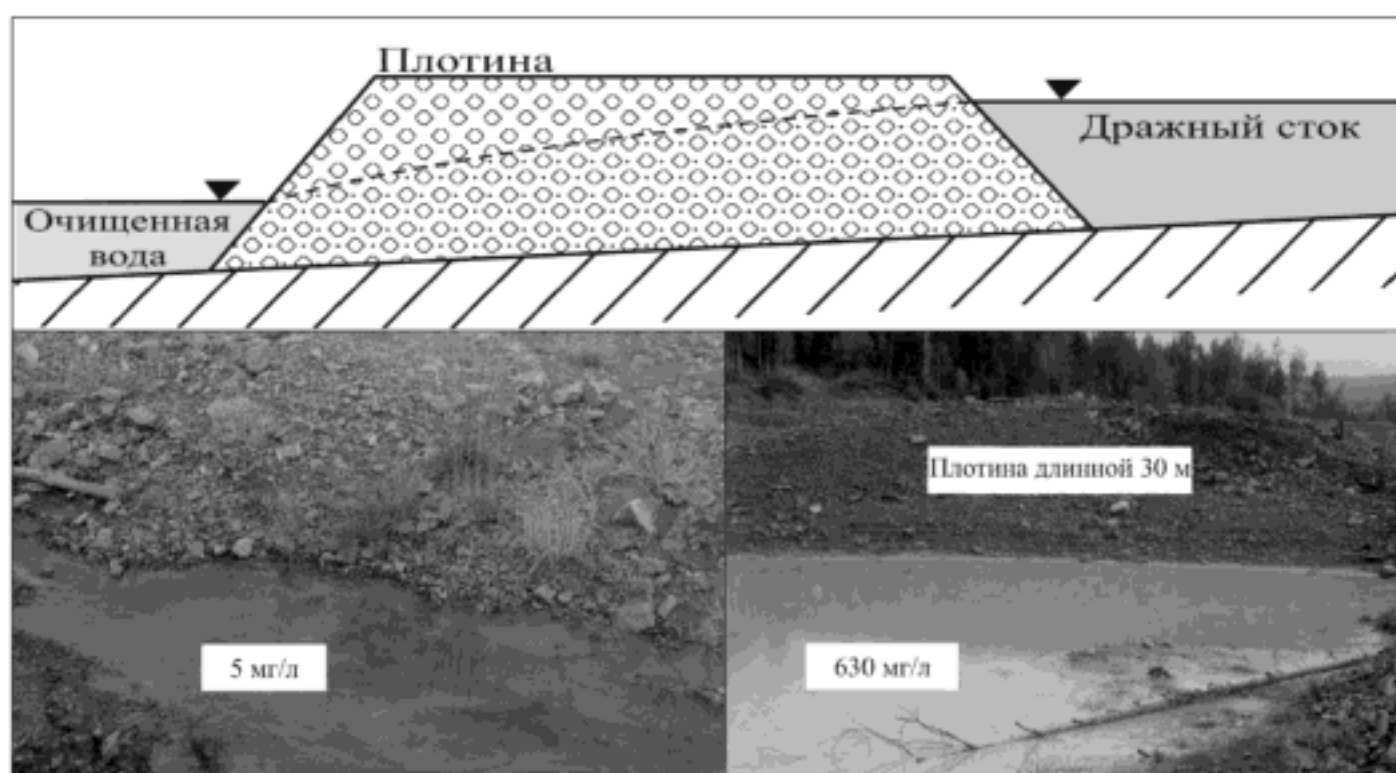


Рис. 3. Очистка дражных стоков от взвешенных веществ

Опытные работы показали, что в зависимости от длины пути фильтрации и материала плотин концентрация взвешенных веществ снижается в десятки и сотни раз. При уменьшении содержания взвешенных веществ следует ожидать снижения концентрации железа и других загрязняющих компонентов, поскольку их содержание находится в тесной зависимости от содержания взвешенных веществ.

Геохимические способы снижения отрицательного влияния на окружающую среду были апробированы на территории Кизеловского угольного бассейна [6]. Основные экологические проблемы данной территории связаны с размещением породных отвалов на большой площади и самоизливами кислых шахтных вод.



Рис. 4. Технологическая схема очистки кислых шахтных вод Кизеловского угольного бассейна отходами ОАО «Березниковский содовый завод» на примере шахты им. 40 лет Октября

Для снижения загрязнения поверхностных вод кислыми шахтными водами предложено использовать в качестве реагента для создания щелочного геохимического барьера (рис. 4) отходы содового производства [6]. При этом наряду с низкой стоимостью реагента решается другая экологическая задача – утилизация отходов. Проведенные работы показали, что pH шахтной воды повышается с 2,6-2,9 до нейтральных значений. В ходе испытаний суммарное содержание железа снизилось более чем в сто пятьдесят раз до значений, не превышающих ПДК. После нейтрализации в шахтной воде не обнаружено алюминия, тогда как до нейтрализации его содержание составляло 10-14 мг/л. Содержание бериллия, лития, никеля, кадмия, кобальта и титана, которое в шахтных водах превышало нормативные концентрации, снижается до значений, не превышающих ПДК.

Нейтрализованная вода после отстаивания удовлетворяет требованиям ПДК.

Еще одним источником загрязнения на территории Кизеловского угольного бассейна являются стоки с отвалов. Атмосферные осадки, взаимодействуя с породными отвалами, обогащаются растворимыми соединениями и характеризуются сильноокислой реакцией среды (рН 1–3), высокой концентрацией сульфат-иона (до 30 г/л), железа (до 8 г/л), тяжелых металлов и минерализацией до 50 г/л.

Для очистки подземных вод в районах отвалов создавались искусственные щелочные геохимические барьеры. В качестве реагента использовались отходы при добыче известняка. Известняк укладывался в траншею, пройденную до водоупора, которым является черная плотная глина (рис. 5). В результате применения метода на опытном участке водородный показатель подземных вод повысился с 1,8 до 6,8 и сохранял близкие значения в течение года наблюдений. Существенно снизилась минерализация воды – с 28 до 3,5 г/л, а также содержание основных загрязняющих компонентов.

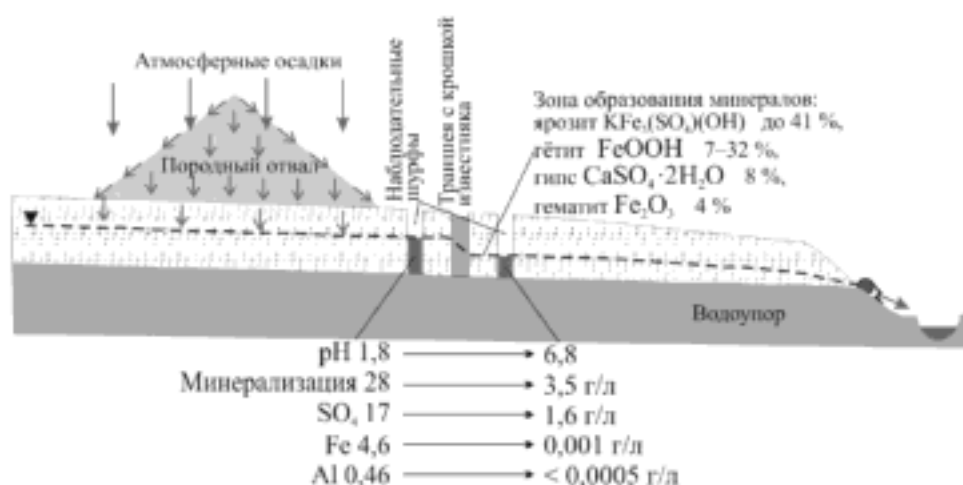


Рис. 5. Схема проведения и результаты опытных работ по очистке стоков с породного отвала

В ряде случаев природные факторы способствуют распространению загрязнения. На территории Пермского края низкая защищенность подземных вод играет важную роль при формировании нефтяного загрязнения [1]. При исследовании причины загрязнения Камского водохранилища нефтепродуктами в районе п. Палазна было установлено, что источником загрязнения являются подземные воды [5]. Поступлению нефтепродуктов в подземные воды, а затем в водохранилище способствует интенсивная закарстованность берегов водохранилища (рис. 6).

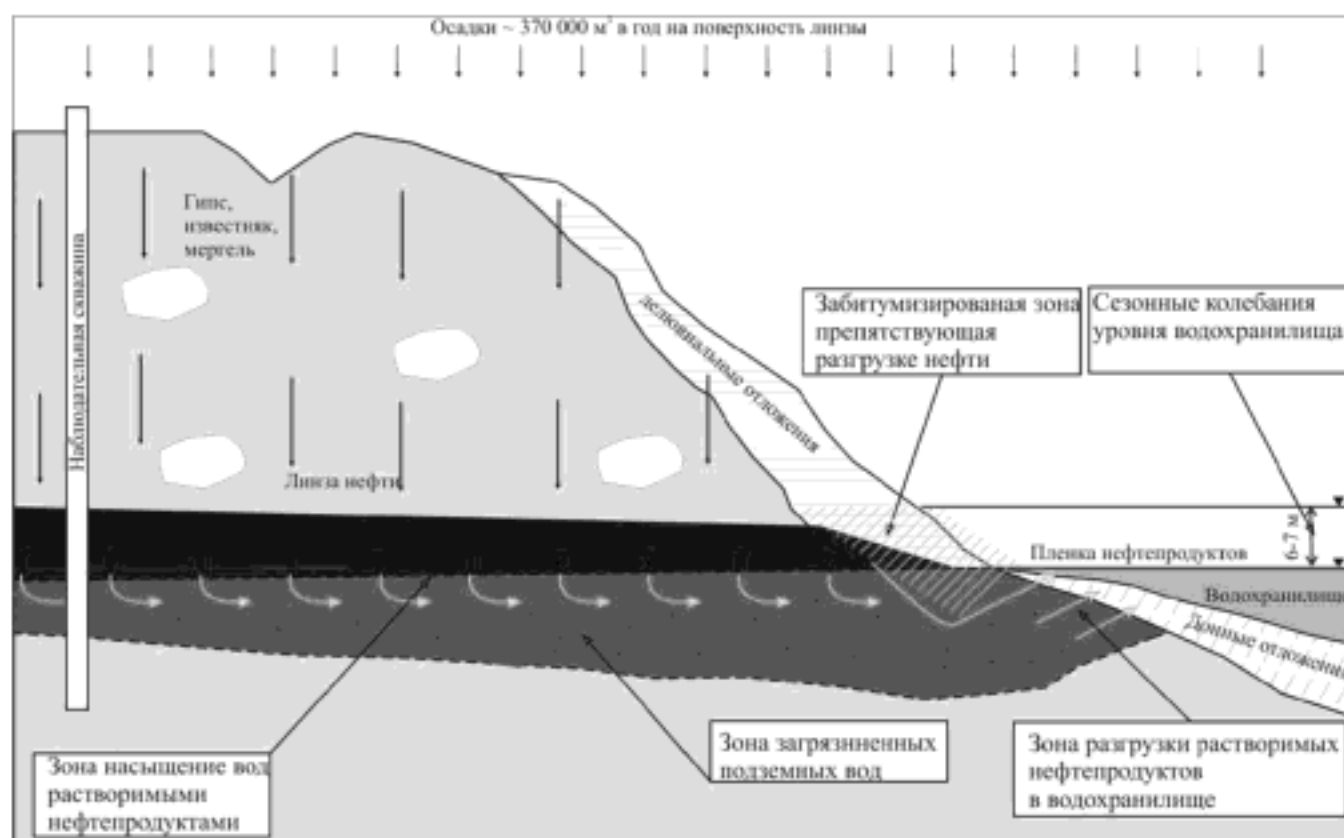


Рис. 6. Формирование линзы нефтепродуктов на поверхности подземных вод

в условиях развития карстовых пород

В районах развития закарстованных пород в случае их близкого залегания или выхода на поверхность происходит поглощение значительной части поверхностного стока. Все атмосферные осадки, а также проливы, разливы, в том числе нефти, практически беспрепятственно поглощаются трещинами, воронками, котловинами и другими карстовыми формами. Любые технологические или непреднамеренные утечки нефти за короткое время попадают в подземные водоносные горизонты, где в результате недостатка солнечного света и кислорода замедлена естественная деградация нефти и, следовательно, происходит накопление нефти и нефтепродуктов. В районе п. Полазна пленка нефтепродуктов на поверхности подземных вод составила 6-7 м [5].

Геохимическая наука в экологических исследованиях и при решении проблем охраны окружающей среды востребована, поскольку позволяет выявить природные и техногенные факторы формирования загрязнения и найти наиболее эффективные с экологической и экономической точки зрения пути решения экологических проблем.

Библиографический список

1. Бузмаков С.А., Кулакова С.А. Природно-техногенные экосистемы на территории нефтяных месторождений (на примере Пермского края) // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2011. №1. С.39-44.
2. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 2001. 376 с.
3. Максимович Н.Г. Очистка сточных вод россыпных месторождений с помощью механических геохимических барьеров // Горный журнал. 2007. №4. С.77-78.
4. Максимович Н.Г. Теоретические и прикладные аспекты использования геохимических барьеров для охраны окружающей среды // Инженерная геология. 2010. С. 20-28.
5. Максимович Н.Г., Мецеракова О.Ю. Методы борьбы с нефтяным загрязнением на закарстованных берегах водохранилищ // Экология урбанизированных территорий. 2009. № 4. С. 55-58.
6. Максимович Н.Г., Черемных Н.В., Хайрулина Е.А. Экологические последствия ликвидации Кизеловского угольного бассейна // Географический вестник. 2006. № 2(4). С. 128-134.
7. Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А. Техногенные геохимические барьеры как основа природоохранных технологий // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий. Современное минералообразование: Труды Всеросс. симпоз. с междунар. участием и VIII Всеросс. чтений памяти А. Е. Ферсмана, 24-27 ноября 2008, г. Чита, Россия. Чита, 2008. С. 16-20.
8. Максимович Н. Г., Хайрулина Е. А. Основы мониторинга окружающей среды при разработке месторождения калийных солей // Инженерные изыскания. 2012. №8. С. 20-30.
9. Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г. Геохимические последствия влияния отходов башкирского медно-серного комбината на окружающую среду // Сергеевские чтения. Инженерно-геологические и геоэкологические проблемы утилизации и захоронения отходов. Вып.7: Материалы годич. сесс. Науч. совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. М.: ГЕОС, 2005. С. 162-167.
10. Перельман А.И. Геохимия биосферы и ноосферы // Биогеохимические циклы в биосфере. М.: Наука, 1976. С. 86-98.

N.G. Maximovich, E.A. Khayrulina

GEOCHEMICAL METHOD FOR ENVIRONMENTAL IMPROVING

The experience of the use of geochemical method to solve environmental problems is summarized. The problems of concentration and dispersion of pollutants as a result of technogenic migration and necessity of geochemical analysis under environmental monitoring are presented. The method of creation of artificial geochemical barriers with using of natural and artificial materials is one of the most effective methods to control spreading of pollution.

Key words: geochemical barriers; environmental improving; natural materials; waste; environmental monitoring.

Nickolay G. Maximovich, PhD, prof. Engineering geology, Deputy Director of Institute of Natural Science of Perm State University; 4 Genkel st., Perm, Russia 614990; nmax@psu.ru

Elena A. Khayrulina, PhD senior staff scientist of INS PSU, assistant professor of Biogeocenology and Nature Protection Institute of Natural Science of Perm State University; 4 Genkel st., Perm, Russia 614990; elenakhay@gmail.com