

Оброшинской водоочистной системе одновременно устраняется коллоидная кремниевая кислота и марганец. В случае непредвиденного техногенного загрязнения могут осаждаться некоторые органические и радиоактивные вещества. Выделения углекислого газа в результате указанной реакции обуславливает следующие последствия: угнетение жизнедеятельности патогенных бактерий при загрязнении второго пояса зоны санитарной охраны; природную консервацию расфасованной воды; повышение устранимой жесткости воды.

Список литературы

1. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. Центр международных проектов ГКНТ. М.: Недра, 1984. 410 с.
2. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. М.: Наука, 2004. 677 с.
3. Мироненко В.А., Румынин В.Г. Проблемы гидрогеоэкологии. Т.1. Теоретическое изучение и моделирование геомиграционных процессов. М.: Изд-во МГУ, 1998. 611 с.
4. Скалин А.А., Скалин А.В. Опыт создания гидрогеодинамических ловушек нефтепродуктов в интрузивных массивах // Геоэкология. 2019. № 3. С. 75-82.
5. Патент РФ № 266561 Способ гидрогеодинамической очистки от нефтепродуктов водоносных пластов и гидрогеодинамическая ловушка для нефтепродуктов/ Скалин А.В., Скалин А.А.; Оpubл. 11.09.2018. Бюл. № 26.
6. Скалин А.В., Скалин В.А., Скалин А.А. Защита геохимическими барьерами месторождений подземных вод в долинах Среднего Урала // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2019. № 1. С. 40-50.
7. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка: учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во МГУ, 2003. 680 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИГРАЦИИ КОНТАМИНАНТОВ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗИСА НА ТЕРРИТОРИИ БАЙКАЛЬСКОГО ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО КОМБИНАТА

Сорокоумова Я.В.¹, Расторгуев А.В.²

¹*Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, e-mail: yana1992@gmail.com*

²*Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, e-mail: alvr9@mail.ru*

Аннотация. Исследование миграции загрязнения, поступающего с площадки Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК) в грунтовые воды четвертичного водоносного горизонта, остается весьма актуальной задачей несмотря на то, что работа предприятия была прекращена в 2013 году, ввиду разгрузки этих вод непосредственно в воды озера Байкал – уникальный биогеоценоз и объект списка всемирного наследия ЮНЕСКО. В работе приведены результаты моделирования распространения контаминантов от различных источников на территории БЦБК. Калибрация модели, с учетом данных двадцатилетнего мониторинга состава и свойств подземных вод, показала, что дисперсивность при массопереносе консервативного вещества на порядок меньше, чем при теплопереносе.

Ключевые слова: *Миграция контаминантов, теплоперенос, массоперенос, дисперсивность, Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат*

Abstract. The study of pollution migration from the Baikal pulp and paper mill site to groundwater is a very important task nowadays due to the discharge of these waters into Lake Baikal, which is a unique biogeocenosis and a UNESCO World Heritage Site. Despite the fact that operations at the plant have been stopped since 2013, this paper presents the results of a model simulation of pollutants spread from the territory of the mill.

Calibration of the model based on data from twenty years of monitoring groundwater composition and properties has revealed that dispersion for mass transfer is one order of magnitude lower than for heat transfer.

Key words: *Contaminant migration, heat transfer, mass transfer, dispersivity, Baikalsk pulp and paper mill*

Озеро Байкал и прилегающая к нему территория находятся под действием особых охранных норм, которые подразумевают минимизацию техногенного воздействия, а также устранение последствий ранее осуществляемой деятельности. Одним из объектов поступления загрязнения, как химического, так и теплового, является площадка Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК), расположенная на юго-западном побережье озера, в непосредственной близости от уреза воды. Предприятие было закрыто еще в 2013 году, однако, исследования, проведенные в 2021-2022 годах, показали существенно повышенное значение минерализации грунтовых вод – 4604 мг/л при фоновом значении – 200 мг/л, а также довольно высокое значение температуры грунтовых вод 16,7 °С при фоновом – 8 °С.

Для воспроизведения распространения загрязнения с территории Байкальского целлюлозно-бумажного комбината была разработана модель [1, 2] миграции теплового и химического загрязнений, воспроизводящая двадцатилетний период техногенного воздействия промышленных объектов площадки БЦБК на грунтовые воды, которая также учитывала режим работы перехватывающего водозабора, эксплуатируемого на участке, для перехвата потока подземных вод до разгрузки в воды озера.

Калибровка геофильтрационной модели позволила достичь удовлетворительного соответствия расчетных уровней подземных вод имеющимся наблюдаемым данным. Диапазон вариации нормализованной ошибки для рассматриваемых стресс-периодов составил ~12-18 %.

Калибровка геомиграционных моделей теплового и растворенного загрязнения производилась в два этапа – в первую очередь, определен режим и интенсивность выделенных источников загрязнения для достижения нормализованной ошибки менее 20% при сопоставлении наблюдаемых и расчетных значений; далее производилась калибровка по параметру продольной дисперсивности для достижения более достоверного воспроизведения распространения двух типов загрязнения в подземных водах, при этом соотношение продольной и поперечных дисперсивностей сохранялось одинаковым для каждого из моделей.

Расчеты теплопереноса показали, наименьшая нормализованная ошибка (15,8 %) достигается при значении параметра продольной дисперсивности 230 м. Расчеты массопереноса для консервативного мигранта, который определялся данными по значению минерализации подземных вод, показали, что наименьшая нормализованная ошибка (12,3%) достигается при значении параметра продольной дисперсивности 4 м, что на порядок меньше, чем в модели теплопереноса.

Различие параметра продольной дисперсивности для моделей теплопереноса и массопереноса можно объяснить тем, что, в случае переноса тепла, процесс продвижения контаминанта осуществляется не только с помощью конвективного переноса с движущимися грунтовыми водами, но и с помощью теплопередачи через скелет водовмещающих горных пород. К аналогичному выводу пришли авторы статьи [3] при сравнении оценок скоростей фильтрации подземных вод на основе моделирования распространения тепла и массопереноса в условиях близких к изучаемому объекту. Другим возможным объяснением может быть большая удаленность источника теплового загрязнения от наблюдательных скважин по сравнению с удаленностью их от источника химического загрязнения.

Список литературы

1. Расторгуев А.В., Куранов П.Н., 2002. Обоснование защиты озера Байкал от загрязнения подземными водами. Современные проблемы гидрогеологии и гидрогеомеханики, Сборник докладов

конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАН В.А. Мироненко, Санкт-Петербург, 2002, с. 141-146.

2. Сорокоумова Я.В., Расторгуев А.В., 2023. Моделирование миграции растворенных нефтепродуктов в грунтовых водах на территории Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. Инженерная геология, Том XVIII, No 3, с. 66–78.

3. Irvine DJ, Simmons CT, Werner AD, Graf T. Heat and solute tracers: how do they compare in heterogeneous aquifers? Groundwater. 2015; 53:10–20.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ УЧАСТКОВ НЕДР ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ CCS

Фомина Я.В.^{1,2}, Никитенков А.Н.^{2,3}, Лесина Н.В.⁴

¹*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, sadykovayv@ipgg.sbras.ru*

²*Новосибирский государственный университет, Новосибирск*

³*Томский политехнический университет, Томск*

⁴*ПАО «ЛУКОЙЛ», г. Москва*

Аннотация: В работе рассмотрена система критериев зонального и локального прогноза гидрогеологических структур с целью реализации проектов по геологическому размещению углекислого газа в глубоких водоносных горизонтах. В систему оценки входят группы критериев: общегидрогеологические и структурно-тектонические, литологические, гидродинамические и геотермические, гидрогеохимические, природоохранные, ресурсные, геомеханические и результатов моделирования. Целью исследования являлось проведение с помощью предложенной методики прогноза перспектив реализации подобных проектов на севере Западно-Сибирского бассейна, оценке лицензионных участков недропользователей – как банка перспективных структур для размещения углекислого газа. Выполненный анализ позволяет перейти к дальнейшей локальной оценке наиболее перспективных объектов для осуществления лицензирования недр, что подразумевает более детальные исследования коллекторов и флюидоупоров, структурно-тектонических показателей, проведение компьютерного моделирования взаимодействий в системе «вода-порода-газ» и обязательных лабораторных экспериментов.

Ключевые слова: проекты размещения углекислого газа, технология CCS, методика выделения перспективных объектов, критерии, осадочные бассейны, Западно-Сибирский артезианский бассейн, Россия.

Abstract: The paper considers a system of criteria for zonal and local forecasting of hydrogeological structures in order to implement projects on the geological distribution of carbon dioxide in saline aquifers. The assessment system includes groups of criteria: general hydrogeological and structural-tectonic, lithological, hydrodynamic and geothermal, hydrogeochemical, environmental, resource, geomechanical and modeling results. The purpose of the study was to use the proposed methodology to forecast the prospects for the implementation of similar projects in the north of the West Siberian basin, to evaluate the licensed areas of subsoil users as a bank of promising structures for the placement of carbon dioxide. The performed analysis allows us to move on to further local assessment of the most promising objects for subsoil licensing, which implies more detailed studies of reservoirs and seals, structural and tectonic indicators, computer modeling of interactions in the “water-rock-gas” system and mandatory laboratory experiments.

Key words: carbon dioxide placement projects, CCS technology, methodology for identifying promising objects, criteria, sedimentary basins, West Siberian artesian basin, Russia.