

3. *Озерский А. Ю., Ботвич Г. Ф.* Влияние твёрдых отходов производства первичного алюминия ОАО «РУСАЛ Красноярск» на качество подземных вод // Вестн. Российского у-та дружбы народов. Сер. Инженерные исследования. 2008. № 3. С. 98–102.

4. *Свистов П. Ф., Полищук А. И., Перишина Н. А.* Фоновый уровень состояния атмосферы по многолетним данным о химическом составе атмосферных осадков. СПб.: Труды ГГО им. А. И. Воейкова, 2009. Вып. 560. С. 116–141.

УДК 556.314.550.361(476)

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД ЗОНЫ АЭРАЦИИ ОРШАНСКОГО ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО БАСЕЙНА

Л. Н. Рябова, И. А. Залыгина

Институт природопользования НАН Беларуси, ул. Ф. Скорины 10,
220114 Минск, Республика Беларусь; ryabova@ecology.basnet.by

Оршанский гидрогеологический бассейн является частью Московского мегабассейна подземных вод и приурочен к центру и северо-востоку Беларуси. В геолого-структурном отношении этот бассейн соотносится с юго-западным окончанием Московской синеклизы. Мощность осадочных пород в пределах гидрогеологической структуры достигает 1 500–1 700 м. Состав подземных вод верхней гидрогеохимической зоны преимущественно гидрокарбонатный кальциевый и магниевый-кальциевый. [1]. Химический состав подземных вод во многом определяется свойствами пород зоны аэрации. На миграцию компонентов в системе «порода–вода» оказывает влияние как физико-химическое состояние, элементный состав твёрдой фазы и раствора, так и неоднородность в проницаемости пород для растворителя.

Зона аэрации исследуемой территории представлена сложным чередованием моренных, лессовидных, флювиогляциальных, аллювиальных, озёрных, болотных и других образований, что обусловило неоднородность отложений по их геохимическим характеристикам. По результатам многолетних авторских исследований создана база данных по геохимическим показателям пород зоны аэрации Оршанского гидрогеологического бассейна. База содержит информацию (более 1000 образцов), которая характеризует отложения по гранулометрическому составу, уровням концентраций микро- и макроэлементов, кислотнo-щелочным и окислительно-восстановительным условиям, содержанию и составу органического вещества, содержанию обменных катионов.

В районе исследований в отложениях среди частиц размером 0,05–0,01 мм преобладают кварц, полевые шпаты, в виде примеси отмечены кальцит, доломит, цеолит. Во фракциях 0,01–0,005 мм в породах доминируют гидрослюды, в качестве примеси – кварц, полевые шпаты, хлорит, каолинит, иногда кальцит и доломит. Во фракциях 0,005–0,001 мм в породах преобладает гидрослюда, в составе примеси – кварц, каолинит, хлорит-монтмориллонитовые образования, встречаются кальцит и доломит. Илистые фракции пород главным образом содержат гидрослюду, хлорит и хлорит-монтмориллонит, в примеси – кварц, полевой шпат, каолинит.

В целом, полученные данные по минералогическому составу пород зоны аэрации свидетельствуют об интенсивном выветривании верхней части осадочного чехла, которое выражается в резком сокращении количества гидрослюд и увеличении доли хлоритов, хлорит-монтмориллонитовых образований. Этому способствует наличие свободных форм SiO_2 и R_2O_3 , высвобождающихся при разрушении первичных минералов. Процессы биогеохимического выветривания ведут к накоплению тонкодисперсного кварца в верхней части отложений зоны аэрации. Химический состав различных типов по гранулометрическому составу отложений представлен в таблице.

Для отложений Оршанского гидрогеологического бассейна характерно широкое распространение лессовидных суглинков, т. к. Оршано-Могилевский массив их развития в Беларуси является наиболее обширным по площади и мощности (до 10–12 м) [4]. В гранулометрическом составе этих отложений преобладает фракция 0,05–0,01 мм (в среднем 69 %). Мощные толщи лессовидных суглинков, в одних случаях, содержат карбонаты по всему разрезу, а в других – на глубинах более 2 м. Из верхних горизонтов они выщелачиваются под действием педогенеза. Менее мощные отложения лессовидных суглинков полностью лишены CaCO_3 . Степень насыщенности основаниями колеблется в широких пределах, в среднем составляя 98 %. Для отложений свойственны высокие значения коэффициента

$(CaO + MgO + K_2O)/Al_2O_3$ – от 0,6 до 0,9 (в среднем 0,7), что свидетельствует о слабой их выщелоченности, а отношение CaO/MgO (1,5–2,5) – о значительной доли кальцита в составе минералов.

Распределение элементов по профилю лессовидных суглинков однородное. Свойственны узкие пределы колебания концентраций элементов. Реакция среды меняется от слабокислой в верхней части разреза к щелочной в основании. Количество обменного H^+ понижается в этом направлении от 0,14 до 0,03 мг-экв/100 г. Содержание обменных $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ колеблется в широких пределах – 4,1–19,0 мг-экв/100 г. Повышенные концентрации обменных Ca^{2+} , Mg^{2+} и максимальное содержание P, Mn в верхних слоях связаны с их биогенным поступлением и процессами педогенеза. Распределение Ni монотонное по всему разрезу. Для Cr, Cu отмечается тенденция к накоплению в нижней части профиля, что обусловлено наличием щелочного барьера в подошве лессовидных отложений.

Таблица – Среднее содержание химических элементов в отложениях пород зоны аэрации Оршанского гидрогеологического бассейна

Отложения	pH	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O										
									%									мг/кг
Пески	6,9	88,3	4,8	1,1	0,5	0,5	1,5	0,6	4,9	12,7	2,6	14,4	21,1	151	716	198,5	6,6	
Супеси	6,2	77,4	7,2	1,7	0,5	0,7	2,1	0,9	6,2	12	4,0	21,4	24,4	198	1 150	188,0	16,1	
Суглинки (бескарб.)	5,3	70,9	10,6	3,2	0,6	1,2	2,8	1,2	12,2	18,0	9,8	34,6	47,5	526	2 183	210,6	25,1	
Суглинки (карб.)	8,0	70,7	4,8	1,0	6,4	1,7	1,7	1,2	2,3	9,5	-	11,0	16,0	150	1 000	170,0	6,0	
Суглинки (лесс.)	6,5	73,4	11,2	3,2	1,8	1,3	2,4	0,6	18,0	22,0	3,0	45,0	34,0	340	3 250	639,0	20,0	
Глина	7,0	57,7	13,8	5,7	3,0	2,2	3,7	1,7	20,5	32,8	18,5	48,5	62,3	682	4 150	168,3	31,5	
Среднее (n=987)	6,1	76,1	8,4	2,7	2,9	1,0	2,1	0,7	14,5	18,9	5,7	34,5	31,3	583	3 001	449,3	23,2	
Кларк [2]	-	70,6	13,6	5,4	1,9	3,3	1,6	0,9	-	40,0	8,0	200	100	850	4 600	300,0	20,0	
Кларк Беларуси [3]	-	72,5	10,9	4,3	2,6	1,4	2,2	0,5	14,9	11,9	7,8	34,2	29,0	369	2 170	182,2	16,2	
КК	-	1,1	0,6	0,5	1,6	0,3	1,3	0,8	-	0,5	0,7	0,2	0,3	0,7	1,5	1,5	1,2	
Региональный КК	-	1,0	0,8	0,6	1,2	0,7	1,0	1,4	1,0	1,5	0,7	1,0	1,1	1,5	1,4	2,5	1,4	

В целом отложения зоны аэрации Оршанского гидрогеологического района характеризуются широким разбросом величин реакции среды - от кислой до щелочной, составляя в среднем 6,1 (таблица). Наблюдается закономерная связь между величиной pH и содержанием $CaCO_3$ в породе. Уровни концентраций макро- и микрокомпонентов в отложениях варьируют в широких пределах и определяются их гранулометрическим составом - максимальное содержание установлено в глинистых отложениях, минимальное в песчаных. В среднем отложения пород зоны аэрации характеризуются геохимической формулой:

$$Si, Mg, Pb, Cr, V \frac{Zr(2,5), Ni, Mn(1,5), Cu, Na, Ti (1,4), Ca(1,2)}{Fe(0,6), Mg, Co (0,7), Al (0,8)}$$

В числителе формулы – накапливающиеся элементы, в знаменателе – рассеивающиеся, у черты элементы, концентрации которых находятся в пределах региональных кларков четвертичной толщи.

Приведённые данные свидетельствуют о том, что по сравнению с региональными кларками в отложениях пород зоны аэрации Оршанского гидрогеологического бассейна устойчиво накапливается ассоциация элементов Zr, Ni, Mn, Cu, Ti, Ca, характерная для территорий с широким развитием лессовидных отложений. В глинистых отложениях концентрации макро- и микроэлементов в разы выше по сравнению со средними значениями отложений на участке исследований

Полученные результаты и составленная база данных по содержания элементов в породах зоны аэрации Оршанского гидрогеологического бассейна (более 1 000 образцов) являются основой для построения геохимических карт отложений пород зоны аэрации, выделения районов с различной по степени устойчивости отложений к загрязнению химическими элементами и соединениями.

1. Кудельский А. В., Пашкевич В. И., Капора М. С. Гидрогеология // Геология Беларуси. Мн., 2001. С. 629–653.
2. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М.: Из-во АН СССР. 1957. 238 с.
3. Матвеев А. В., Бордон В. Е., Аношко Я. И. Геохимическая карта антропогенных отложений Беларуси // Современные проблемы геохимии: Матер. респ. науч. конф., Мн., 2002. С. 147–149.
4. Геохимические провинции покровных отложений БССР / Под. ред. К. И. Лукашева. Мн.: Наука и техника. 1969. 476 с.