

Можно выделить следующее (см. рис. 2 а и б): полученные результаты количества атмосферных осадков больше климатической нормы преимущественно зимой и в июне месяце, а испарение превышает норму в теплый период времени и резко уменьшается по отношению к ней с марта по июнь.

Увеличение инфильтрации в ноябре (рис. 3) связано со смещением границ гидрологических сезонов и, соответственно, с повышением температуры атмосферного воздуха в этом месяце.

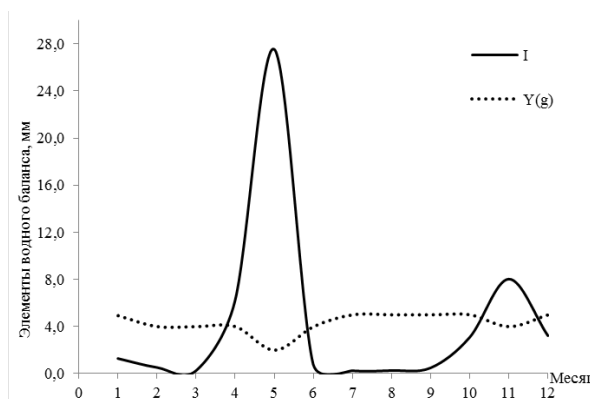


Рис. 3. Внутригодовое распределение подземной составляющей стока р. Улу-Юл п. Аргат-Юл $Y(g)$ и инфильтрации вод I

В заключении, произведена оценка возможных изменений водного баланса в пределах исследуемой территории с помощью математической модели. Было установлено: уменьшение испарения в весенний период (с марта по июнь) и увеличение в летне-осенний (с июля по ноябрь) и увеличение инфильтрации в ноябре, связанное со смещением границ гидрологических сезонов и, соответственно, с повышением температуры атмосферного воздуха в этом месяце.

Литература

1. Лыготин В.А., Савичев О.Г., Макушин Ю.В. Многолетние изменения среднесезонных и среднегодовых уровней и температуры подземных вод верхней гидродинамической зоны в Томской области // Геоэкология, 2010. — № 1. — С. 23 — 29.
2. Савичев О.Г., Камнева О.А. Пространственно-временные изменения минерализации подземных вод в бассейне Средней Оби // Разведка и охрана недр, 2010. — № 11. — С. 67–70.
3. Савичев О.Г., Базанов В.А., Скугарев А.А., Харанжевская Ю.А., Шмаков А.В. Водный и гидрохимический режим восточной части Васюганского болота (Западная Сибирь, Россия) // Известия ТПУ. — Томск 2010. — Т. 316, № 1. — С. 119–124.
4. Савичев С. М., Бернатонис П.В., Бернатонис В.К., 2002. Гидрологическое обоснование хозяйственного освоения торфяных болот (на примере водосбора реки ключ, западная сибирь) // Известия ТПУ. — Томск 2012. — Т. 321, № 3. — С. 155 — 162.
5. Савичев О.Г., Скугарев А.А., Базанов В.А., Харанжевская Ю.А. Водный баланс заболоченных водосборных территорий Западной Сибири (на примере малой реки Ключ, Томская область) // Геоинформатика. — Томск 2011. — № 3. — С. 39-46.
6. Семенов С.М. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. — Москва: Росгидромет, 2012. — 511 с.
7. Семенов С. М. Изменение годового хода среднесуточной температуры воздуха на территории России в XX веке // Доклады Академии наук. — Москва, 2002. — Т. 386, № 3. — С. 389–394.

МИГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Е. Поскотинов, Д.И. Васильев, К.К. Кузеванов

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одним из главных достижений в области гидрогеохимии за последние годы является открытие многообразных форм существования химических элементов в земной коре. Разные соединения одного и того же элемента имеют различные термодинамические, физико-химические и гидродинамические характеристики и параметры. Именно поэтому невозможно корректно интерпретировать и прогнозировать процессы миграции элементов, не зная их миграционных форм в подземных водах различного химического состава.

В разные годы исследованием форм миграции занимались отечественные и зарубежные исследователи, такие как: С.Л. Шварцев, С.Р. Крайнов, В.М. Швец, Р.М. Гаррелс, Ч.Л. Крайст. Их достижения позволяют решать новые задачи в области моделирования процессов формирования химического состава подземных вод.

Целью данной работы является выделение основных неорганических форм миграции макро- и микрокомпонентов в неогеновых и палеогеновых отложениях Томской области.

Исследуемые неогеновые отложения входят в состав неоген-четвертичного водоносного комплекса. Неоген-четвертичный водоносный комплекс развит в пределах артезианского бассейна. В состав водоносного комплекса входят четвертичные отложения пойменно-террасового комплекса современной речной сети, пайдугинской, тобольской, смировской, кочковской свит и миоцена. Водоносные отложения, в пределах Томского выступа, имеют локальное распространение в виде линз и маломощных прослоев. Водовмещающие породы представлены песками различной зернистости с прослоями и линзами глин и суглинков, супесями, гравийно-галечниковыми отложениями. Водоносный комплекс получает основное питание за счет инфильтрации атмосферных осадков практически на всей площади своего распространения – на приподнятых участках плоских междуречных пространств и склонах речных долин.

Средняя минерализация вод неоген-четвертичных отложений составляет 0,363 г/л, воды преимущественно слабощелочные, реже нейтральные. В подтаежной ландшафтной зоне распространены слабощелочные умеренно пресные гидрокарбонатные натриево-магниевые, кальциево-магниевые и магниевые воды с минерализацией от 0,212 до 0,389 г/л. В болотно-аккумулятивных отложениях среднетаежной ландшафтной зоны распространены слабощелочные умеренно пресные гидрокарбонатные кальциево-натриевые воды с минерализацией 0,351 г/л. Южнотаянская ландшафтная зона характеризуется нейтральными и слабощелочными гидрокарбонатными кальциево-магниевыми, магниевыми, кальциевыми и магниевыми водами, значение минерализации от 0,374 до 0,443 г/л.

Палеогеновый водоносный комплекс, объединяет отложения лагернотомской, новомихайловской, атлымской, юрковской и кусковской свит. Комплекс распространен на территории Томской области, за исключением южной части. Его разрез представлен многослойной фациально-изменчивой толщей песков, песчано-гравийно-галечниковых отложений, алевритов, глин с линзами лигнитов и бурых углей. Водоносный комплекс получает основное питание за счет инфильтрации атмосферных осадков в северо-восточных, восточных и юго-восточных частях области.

Верхней границей комплекса служат песчано-глинистые отложения лагернотомской свиты или глины новомихайловской, в подошве лежат глинистые и песчаные образования эоцена или верхнего мела. Глубина залегания кровли водоносного комплекса варьирует в очень широких пределах и увеличивается по мере движения с востока на запад и с северо-востока на юго-запад. В долинах крупных рек она обычно не превышает 30-40 м, на водоразделах составляет 80-90 и более метров. Наиболее глубоко кровля водоносного комплекса залегает на юге Кожевниковского и Шегарского районов (110-120 м), а на междуречье рр. Улу-Юл и Чичка-Юл глубина залегания увеличивается до 195 м. Мощность водовмещающих отложений возрастает в запад-северо-западном направлении и изменяется от 0-10 м у границ выклинивания палеогеновых отложений в южной части области до 185 м на крайнем северо-западе.

Средняя минерализация вод нижнего палеогена составляет 0,641 г/л, воды слабощелочные, от умеренно пресных до слабосоленых. Преимущественно воды гидрокарбонатные кальциево-натриевые. Слабощелочные хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые воды подтаежной ландшафтной зоны имеют минерализацию 1,143 г/л. В среднем отделе палеогена воды менее соленые, среднее значение минерализации – 0,561 г/л. Воды нейтральные, от умеренно пресных до собственно пресных. Преимущественно воды гидрокарбонатные кальциевые. В южно-таежных зонах распространены собственно пресные хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые воды. В верхнем отделе среднее значение минерализации составляет 0,506 г/л, для всех ландшафтных зон, воды преимущественно нейтральные, гидрокарбонатные кальциевые.

Одним из эффективных способов оценки форм миграции является использование методов химической термодинамики. Данный подход успешно использовался многими авторами, занимавшимися изучением гидрогеохимических процессов. В ТПУ для этих исследований, как правило, используется программный комплекс HydroGeo, разработанный М. Б. Букаты [1]. Материалом для проводимых исследований послужили данные, полученные в результате опробования водных объектов, предоставленные территориальным центром Томскгеомониторинг. В ходе работы были выполнены расчеты для оценки неорганических форм миграции ряда макрокомпонентов Na, Mg, Ca и микрокомпонентов Mn, Fe, Cu, Zn, Pb.

Преобладающими миграционными формами, для макрокомпонентов Na, Mg, Ca в водах палеогеновых и неогеновых отложений являются собственные незакомплексованные ионы (Рис. 1 и Рис. 2). Только десятки доли процента натрия от его валового количества мигрируют в виде комплексных ионов, исключением являются только воды нижнепалеогеновых отложений, распространенных в подтаежных ландшафтных зонах, где 1,237 % от валового количества натрия мигрирует в виде NaHCO_3 . В отличие от натрия, комплексные соединения магния и кальция приобретают большие значения. На долю комплексных соединений магний и кальция приходится от 2,7 до 9,07 % от их валового содержания. Роль комплексных соединений в процессе миграции растет с увеличением длительности миграции. Так, например, в слабощелочных хлоридно-гидрокарбонатных кальциево-натриевых водах подтаежной ландшафтной зоны нижнего палеогена с минерализацией 1,143 г/л, на долю комплексных соединений приходится 9,07 % от валового содержания кальция, в то время как в нейтральных умеренно пресных водах среднетаежной ландшафтной зоны среднего палеогена на долю комплексных соединений приходится всего лишь 2,7 % от валового количества кальция.

Для микрокомпонентов, наоборот, характерны формы миграции, связанные с комплексными соединениями. Исключением является только закисное железо Fe^{2+} , на долю комплексных соединений которого приходится от 4,52 до 31 % от валового количества. Значительную роль приобретают комплексные соединения в миграции окисного железа, меди и свинца. Доля комплексных соединений в миграции окисного железа превышает 99 % от его валового количества, оно мигрирует в форме гидроксида $(\text{FeOH})^{2+}$. При миграции меди

комплексные ионы составляют от 97,8 до 99 % валового количества, медь преимущественно мигрирует в форме карбонатных соединений CuCO_3 . Доля комплексных соединений в миграции свинца составляет от 92,7 до 98,3 % от валового количества. Ведущие роли в миграции свинца занимают карбонат и оксид свинца, их доли составляют от 25,14 до 47,49 % и от 31,38 до 45,67 % от валового количества соответственно. При миграции марганца и цинка комплексные соединения, в отличие от окисного железа, меди и свинца, играют меньшую роль. Так, например, доля собственного незакомплексованного иона марганца составляет от 28,6 до 68,28 % от его валового количества. Другой же распространенной формой миграции является карбонат марганца, доля которого находится в пределах от 19,965 до 62,126 % от общего количества марганца. Для цинка характерна та же ситуация – ведущие роли при миграции занимают собственный незакомплексованный ион и карбонат цинка, доли которых составляют от 34,63 до 84,97 % и от 10,91 до 61,64 % от валового количества цинка соответственно.

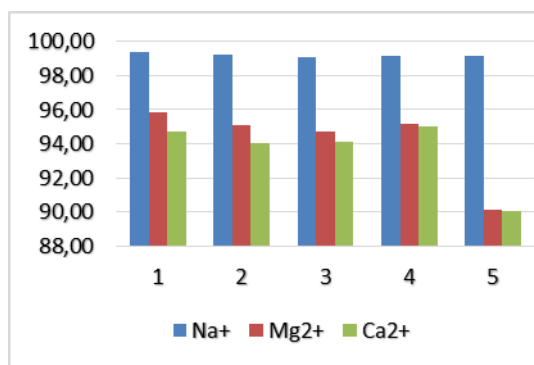


Рис. 1. Преобладающие формы миграции макрокомпонентов в неогеновых отложениях

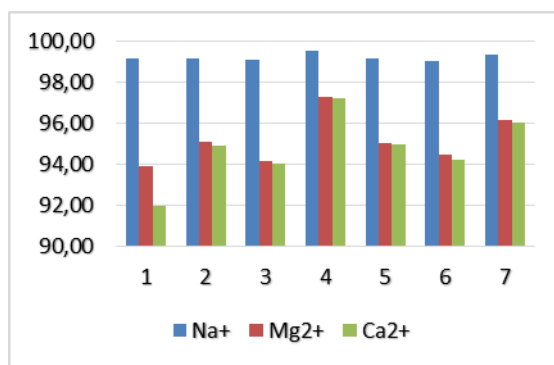


Рис. 2. Преобладающие формы миграции макрокомпонентов в палеогеновых отложениях

Таким образом, расчет основных неорганических форм миграции показал, что в пределах Томской области ионы солевого состава подземных вод мигрируют преимущественно в ионной форме или в форме нейтральных недиссоциирующих молекул, среди второстепенных форм миграции макроэлементов преобладают ассоциаты с участием ионов HCO_3^- и CO_3^{2-} . Микроэлементы мигрируют преимущественно в форме карбонатных, гидрокарбонатных и гидроксокомплексов, реже в ионной форме.

Литература

1. Букаты М.Б. Рекламно-техническое описание программного комплекса HydroGeo. – М.: ВНИИЦ, 1999. – С. 5.
2. Дутова Е.М., Душехватова Н.В., Соловьева О.И., Сергеев Е.В. Неорганические формы миграции ряда химических элементов в подземных водах Алтае – Саянской складчатой области. // Материалы международной научно-технической конференции «Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства» – Томск, 2001. – С. 17 – 23.
3. Колубаева Ю.В. Формы миграции химических элементов в водах северной части Колывань – Томской складчатой зоны // Известия Томского политехнического университета, 2013. – Т. 322. № 1. – С. 137 – 141.
4. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швеи В.М., Геохимия подземных вод. Теоретические и прикладные аспекты. / Ответственный редактор Н.П. Лаверов. – М.: ЦентрЛитНефтеГаз. Москва, 2012 – С. 148 – 157.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ БОГУЧАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Д.В. Савченко

Научный руководитель профессор О.Г. Савичев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Богучанское водохранилище создано на реке Ангаре в Красноярском крае при строительстве Богучанской ГЭС. Его заполнение начато весной 2012 года. В ноябре 2012 года была достигнута отметка 185 м. К последней декаде мая 2013 года вода в ложе водохранилища превысила уровень в 188 м. По состоянию на 31 октября 2014 года уровень водохранилища составил 203,36 м, на 27 января 2015 года – 204,59 м. Проектный уровень водохранилища составляет 208 м, который будет достигнут предположительно в 2015 г. [2].

Водохранилище располагается на территории Средне-Сибирской платформы, ограниченной с запада Енисейским краем. Характерной формой рельефа здесь являются вытянутые хребты и возвышенности. Абсолютные высоты колеблются от 120 до 460 м. Левый берег характерен наличием полуоткрытой первой террасы шириной 200–400 м и крутым сплошь залесённым склоном коренного берега, возвышающемся над террасой на 220–250 м. Правый берег – более пологий, со сложным строением рельефа и наличием оползневых явлений [3].