УДК 550.8.055

**Н.В. Фисун**
*канд. геол.-мин. наук*
*МГРИ[1]*
*кафедра гидрогеологии*
*доцент*
*nat.fisun@yandex.ru*

**С.О. Почуев**
*МГРИ[1]*
*кафедра гидрогеологии*
*доцент*
*ps-sss@mail.ru*

**О.Н. Фисун**
*МГРИ[1]*
*кафедра гидрогеологии*
*заведующая лабораторией*
*olga_n_fisun@mail.ru*

**В.В. Невечеря**
*канд. геол.-минг. наук*
*МГРИ[1]*
*кафедра инженерной геологии*
*доцент*
*nevecheryavv@mgri-rggru.ru*

# Оценка влияния поровых вод юрских глин на формирование подземных вод центральной части Московского артезианского бассейна

[1]Россия, 117997, Москва, ул. Миклухо–Маклая, 23.

*Работа посвящена изучению процессов в элизионных системах, формирующихся в ходе геологического круговорота воды как результат трансформации и фазовых изменений осадочного материала при погружении глинистых пород и их уплотнении. Показано, что изучение этих процессов выполняется с 60-х годов прошлого столетия в связи с установлением природы образования сверхглубоких давлений, оценкой перспектив поисков и разведки углеводородного и рудного сырья. Приведены результаты экспериментальных исследований авторов, выполненные в иной постановке, а именно, с целью оценить возможность техногенной активизации элизионных процессов при разработке месторождений подземных вод и влияния их на качество и ресурсы подземных вод. Установлено, что поровые воды могут поступать в водоносный горизонт в объеме, составляющем около 8% от модуля прогнозных ресурсов. По результатам атомно-эмиссионного и масс-спектрального анализа поровых вод изучен их состав. Показано, что поровые воды оксфордских глин могут служить источником обогащения подземных вод литием, барием, марганцем, железом в центральной части Московского артезианского бассейна.*

**Ключевые слова:** Московский артезианский бассейн; элизионные системы; поровые воды; подземные воды; водозабор; компрессионные испытания; пористость; атомно–эмиссионный анализ; масс–спектральный анализ

В исследовании процессов формирования подземных вод и их ресурсов большое значение имеет изучение поровых вод, заключенных в слабопроницаемых глинистых толщах, разделяющих водоносные горизонты. По свидетельству некоторых авторов это не менее важно, чем изучение самих водоносных горизонтов [4, 7, 10].

Согласно данным П.А. Крюкова [6], в форме горных растворов в глинах аккумулируется основная часть вод суши. Эти растворы занимают особое место в исследованиях как по значимости, так и по сложности. По мере погружения глинистые породы интенсивно уплотняются, отжимаемые из них поровые растворы вовлекаются в геологический круговорот воды и становится источником разнообразных жидких и газообразных флюидов, поступающих в относительно жесткие породы-коллекторы. С их участием формируются химический состав подземных вод, а также месторождения металлов и углеводородов.

По предложению ряда гидрогеологов (А.А. Карцев, Б.А. Басков, С.Б. Вагин [5]) такие системы трансформации и фазовых изменений осадочного материала были названы элизионными системами.

Исследования процессов, протекающих в элизионных системах, можно выделить в три группы:

– 1 – исследования глубоких горизонтов платформенных областей;

– 2 – исследования различных горизонтов современных седиментационных бассейнов;

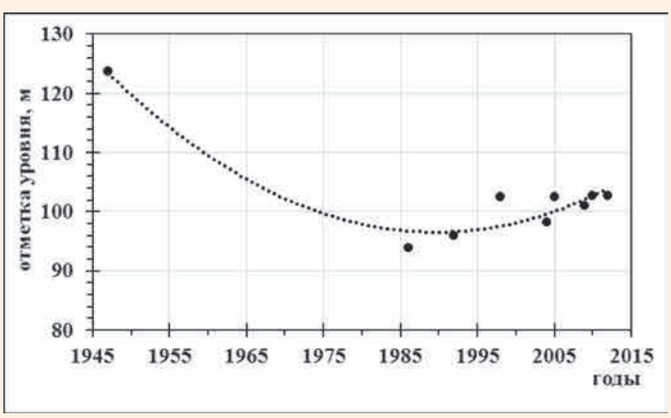
– 3 – исследования верхних горизонтов зоны активного водообмена платформенных областей.

Исследования первой группы развиваются в нефтегазовой гидрогеологии, при этом основным объектном служат продуктивные горизонты, залегающие на больших глубинах. Формирование подземных вод глубоких нефтегазоносных горизонтов по мнению авторов этих исследований связано с природными элизионными системами, движение подземных вод в которых происходит «изнутри наружу» (эксфильтрация) [1, 2, 8]. С отжатием элизионных вод из глинистых пород в пласты-коллекторы происходит основное обогащение седиментационных вод органическими веществами и компонентами нефти, а также создаются условия для формирования сверхглубоких давлений. Работы последних лет показали, что при уплотнении мощных глинистых толщ отжимаемые поровые воды содержат также металлы в концентрациях, превышающих кларк [10].

Исследования второй группы выполнялись на Бакинском архипелаге в 60-х годах прошлого столетия. Бакинским архипелагом принято называть участок Каспийского моря, включающий группу из прибрежных островов, расположенных на юго-восточном побережье Азербайджана. Рассматривался широкий круг вопросов, как в связи с разведочными работами на нефть и газ, так и с изучением физико-механических свойств глинистых отложений при их природном уплотнении, исследовался при этом весь геологический разрез до глубины 1200 м [9]. Были выделены стадии и зоны уплотнения глинистых осадков, выявлены закономерности изменения пористости и плотности пород по разрезу. Установлено, что наибольшая степень уплотнения наблюдается в верхних слоях осадка до глубины 80 м, где глинистые породы теряют около 22% пористости, которая снижается от 66 до 44%. Этот интервал соответствует первой и второй стадии уплотнения, при которых влажность глин превышает максимальную молекулярную влагоемкость.

В рамках этих исследований З.В. Пушкиной был изучен состав наиболее подвижной части поровых вод глин: влажность пород после отжима поровых вод в 3–5 раз превышала влажность прочно связанной воды. Установлено, что преобладающими компонентами являются хлориды и натрий, в изменении концентрации которых наблюдалась прямая вертикальная зональность, аналогичная закономерности изменения минерализации подземных вод нижележащих водоносных горизонтов. До глубины 3 м состав поровых вод близок составу вод Каспия и поровых вод современного осадка, в дальнейшем минерализация и содержание хлоридов и натрия возрастает, на глубине около 600 м в 15 раз превышая значения, характерные для вод Каспия и поровых вод современного осадка.

**Рис. 1.**
*Изменение отметки пьезометрической поверхности подземных вод касимовского водоносного горизонта в процессе эксплуатации подземных вод*



Изучение микрокомпонентного состава поровых вод позволило установить высокие концентрации меди, висмута и свинца, соответственно до 50, 23 и 16 мг/л.

З.В. Пушкиной по результатам выполненных исследований выделено пять этапов метаморфизации поровых вод глинистых пород седиментационного бассейна Каспия, в ходе которых происходит изменение типа поровых вод от хлоридного магниево-натриевого к хлоридному кальциево-натриевому типу и рост минерализации до глубины 875 м.

К исследованиям третьей группы можно отнести изучение роли поровых растворов глин в формировании состава подземных вод, которые проводились Н.П. Затенацкой в 1961–1963 гг. [4] в районе Тобол-Ишимского водораздела. Основным объектом изучения служила верхняя часть геологического разреза – средне-верхнеолигоценовые водоносные горизонты, залегающие на размытой поверхности морских глин чеганской свиты. Средне-верхнеолигоценовые водоносные горизонты являются источником водоснабжения района, сложены песчано-глинистыми отложениями континентального генезиса, перекрыты спорадически обводненными четвертичными осадками. Для этих водоносных горизонтов характерна пестрота минерализации и химического состава, что обусловлено развитием в пределах исследуемой территории, подверженной влиянию атмогенных факторов, параллельно идущих процессов: выщелачивания и засоления. На участках интенсивного выщелачивания развиты подземные воды с минерализацией 1–2,5 г/л, на участках засоления минерализация повышается до 19,5 г/л.

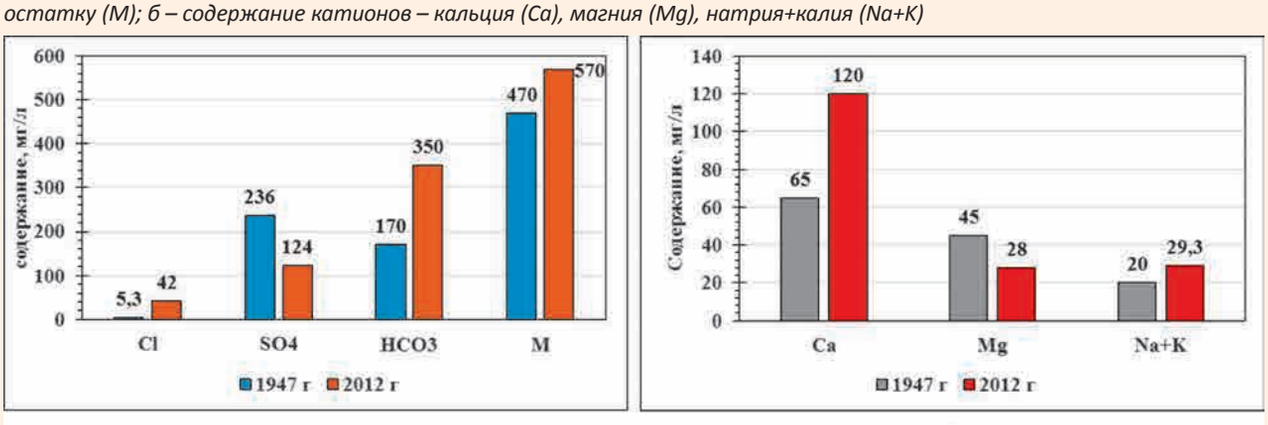
В зависимости от проявления процессов засоления и выщелачивания в ходе геологического развития территории в глинистых толщах формируются поровые воды также различной минерализации и различного химического состава. Так, на участках интенсивного выщелачивания исследуемые чеганские глины заведомо морского генеза по химическому составу поровых растворов можно отнести к отложениям пресноводного водоема, а аллювиальные глины и суглинки – к морским образованиям.

Исследования А.Б. Лисенкова показали, что состав поровых вод глин отражает историю геологического развития территории и может использоваться для палеогидрогеологических реконструкций [7].

Авторами данной работы исследования элизионных процессов выполнены в Российском государственном геологоразведочном университете имени Серго Орджоникидзе с целью оценить возможность активизации элизионных процессов под влиянием техногенных факторов, а именно, в результате нарушения гидродинамического режима подземных вод при интенсивном водоотборе.

К факторам, определяющим интенсивность элизионных процессов и объем отжимаемых поровых вод, можно отнести величину геостатического давления, пластовое (гидростатическое) давление подземных вод, глубину залегания глинистых пород, продолжительность геостатического воздействия. При постановке работы авторы исходили из того, что в ненарушенных условиях водонапорной системы гидростатическое давление уравновешивает геостатическое, либо между ними устанавливается определенное равновесное соотношение. При отборе подземных вод и сработке гидростатического давления это равновесие нарушается, и поровые воды оказываются под действием более высокого геостатического давления, что может обусловить техногенную активизацию элизионных

**Рис. 2.**
*Содержание макрокомпонентов и минерализации подземных вод касимовского водоносного горизонта в 1947 г. и 2012 г.: а – содержание анионов – хлоридов (Cl), сульфатов (SO4), гидрокарбонатов (HCO3), величина минерализации по сухому остатку (M); б – содержание катионов – кальция (Ca), магния (Mg), натрия+калия (Na+K)*




а б

процессов, отжим дополнительных объемов поровых вод из глинистых пород, поступление их в водоносные горизонты, изменение качества и ресурсов подземных вод.

Предпосылкой для постановки таких исследований послужили наблюдаемые тенденции в изменении качества подземных вод карбонового комплекса в центральной части Московского артезианского бассейна (МАБ), подвергающиеся интенсивной эксплуатации многочисленными водозаборами.

Так, например, эти тенденции прослежены на одном из водозаборов, эксплуатирующем касимовский водоносный горизонт на протяжении 65 лет (***рис. 1***, ***2***).

Как видно, к 1986 г. в результате интенсивного водоотбора произошло снижение условно статического пьезометрического уровня и соответственно гидростатического давления на 30 м, снижение динамического уровня достигало 38 м. В дальнейшем уменьшение водоотбора в районе вызвало постепенное восстановление уровня, которое продолжается до сих пор. В настоящее время разница избыточного напора при условно статическом уровне по сравнению с 1947 г. составляет 21 м, при динамическом уровне – 29 м.

Заметные изменения за эти 65 лет произошли и в качестве подземных вод. Увеличилась их минерализация, концентрации гидрокарбонатов и хлоридов, кальция и натрия, снизилось содержание сульфатов и магния. Кроме этого, фиксируются повышенные, иногда выше ПДК по СанПиН 2.1.4.1074-01, концентрации микроэлементов: лития, бария, стронция, общей α-радиоактивности. Рост содержания гидрокарбонатов и кальция, общей минерализации может быть объяснен активизацией водообмена в депрессионных воронках и процессов выщелачивания в системе вода↔порода в водовмещающих известняках и доломитах. В пояснительной записке к изданной карте листа N-37-II (издание второе, 2001) приводятся данные о превышении фоновых концентраций стронция в прослоях глин и мергелей касимовского яруса, что также может объяснить поступление его в подземные воды при выщелачивании водовмещающих пород. Высокие концентрации лития и бария отмечены только в юрских глинах, и появление этих элементов и рост концентрации хлоридов в подземных водах верхнего карбона, вероятно, обусловлены другими процессами, по предположению авторов – отжимом из юрских глин.

Для изучения состава поровых вод глин верхней юры авторами выполнены опытные работы по их отжиму с последующими лабораторными исследованиями. В процессе отжима изучалась зависимость пористости глин от давления.

Опытные работы по отжиму поровых вод глин выполнялись в компрессионном приборе на монолитах оксфордских глин, отобранных близ деревни Середнево поселения Филимоновское г. Москвы в интервале 19–19,2 м в ходе инженерно-геологических изысканий. Всего было выполнено три эксперимента разной длительности и разной интенсивности изменения вертикальной нагрузки. Глины имели начальную пористость в разных опытах 47,7–51,6% (***табл. 1***).

Отжим выполнялся при нагрузках, изменяющихся постепенно ступенями от 0,07 МПа до 2,35 МПа в течении 42,4–124,1 ч. Изменение нагрузки во времени показано на ***рис. 3***. Интервалы нагрузки соответствуют снижению пластового давления на 7,65–240,14 м. Заведомо более высокие нагрузки задавались с целью отжима объема поровых вод, достаточного для анализа.

Результаты компрессионных испытаний приведены на ***рис. 4***.

Изменение пористости от давления описывается полиномиальной зависимостью второй степени. В ходе опытов пористость снизилась на 5,9–6,5%.

По результатам наиболее длительного опыта 3 можно заключить, что при снижении пластового давления и увеличении геостатического давления на 30 м (0,3 МПа) пористость глин может снизиться на 1,55%, что повлечет отжим соответствующего объема поровых вод и поступление их в водоносный горизонт. При мощности водоупорных средне-верхнеюрских глин в кровле касимовского горизонта в рай-

**Таблица 1.**

Основные характеристики опытов и их результаты

| Номер опыта | Длительность опыта, час | Вертикальная нагрузка, P, МПа | | Интенсивность нагрузки, МПа/сут | Пористость, % | | Изменение пористости, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | min | max | | начальная | в конце опыта | |
| 1 | 42,4 | 0,07 | 1,97 | 11,40 | 49,9 | 43,4 | 6,5 |
| 2 | 113,5 | 0,07 | 1,67 | 3,61 | 51,6 | 45,7 | 5,9 |
| 3 | 124,1 | 0,07 | 2,35 | 4,65 | 47,7 | 41,7 | 6,0 |

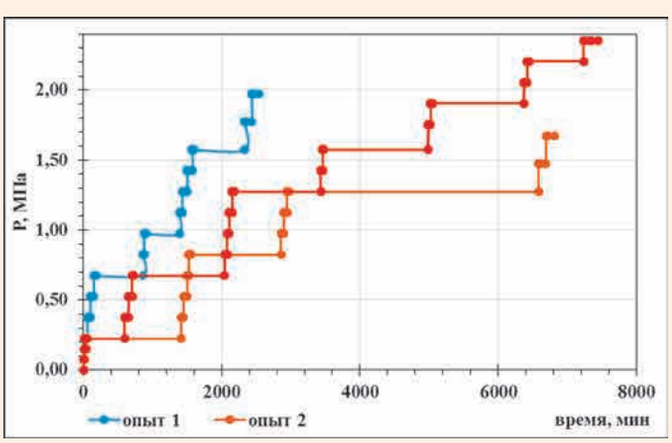
оне водозабора, равной 10 м, на площади 1 км$^2$ объем поровых вод составит 155 000 м$^3$. Поступление этого объема за 49 лет (с 1947 по 1986 гг.) обеспечивает прирост ресурсов на 0,1 л/с с 1км$^2$, что составляет около 8% от модуля прогнозных ресурсов подземных вод Центрального Федерального округа, равного 1,31 л/с·км$^2$. Лабораторные исследования отжатых в ходе опытных работ поровых вод выполнены в лаборатории ФГБУ Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья имени Н.М. Федоровского методом атомно-эмиссионного и масс-спектрального анализов, которыми определены содержания металлов в поровом растворе по 69 показателям. Информация о компонентах, концентрации которых превышают порог чувствительности анализов, приведены в ***табл. 2***. Здесь же приведены результаты атомно-эмиссионного и масс-спектрального анализов подземных вод описываемого водозабора, а также данные о составе воды Мирового океана по Т. Шопфу (1982) [3]. В ***табл. 2***: $C_{гл}$ – концентрация элемента в поровых водах; $C_{ок}$ – концентрация элемента в водах океана; $C_{ПДК}$ – предельно допустимая концентрация элемента по СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества».

Обработка анализов поровых вод выполнена из предположения, что вся сера присутствует в виде сульфатов, поскольку сульфаты формируют главную миграционную форму серы в водах Мирового океана последние $3 \cdot 10^9$ лет согласно исследованиям М.Г. Валяшко [3]. Хлориды вычислены по разнице суммарных эквивалентов катионов и сульфатов. Установлено, что поровые воды солоноватые с минерализаций 2,2 г/л, по солевому составу сульфатные (сульфаты составляют 87,4%) магниево-кальциевые, что свидетельствует об опреснении поровых вод глин, имеющих морской генезис. Они отличаются от вод океана как по солевому составу, так и по содержанию микрокомпонентов. По соотношению концентрации микрокомпонентов ($C_{гл}/C_{ок}$) можно заключить, что из морского бассейна глины сорбировали (в убывающем порядке): медь, марганец, цинк, железо, никель, свинец, кадмий, барий, алюминий, сурьму, селен, литий. Концентрации лития в поровых водах и морском бассейне близки, в подземных водах касимовского горизонта в 16 раз ниже. Барий присутствует в поровых и подземных водах также в близких концентрациях.

Опреснение поровых вод оксфордских глин произошло, вероятно, в период одного из наиболее значительных перерывов в осадконакоплении на границе кимериджского и нижневолжского веков, когда в центральной части МАБ установился континентальный режим, продолжавшийся местами в меловой период в готеривском веке и в конце апта. Этот процесс возобновлялся, очевидно, в последующие периоды геологического развития территории. В современную эпоху средне-верхнеюрские глины на значительных по площади участках находятся в зоне активного водообмена. Они служат водоупорной толщей, отделяющей четвертичные и меловые водоносные горизонты от карбоновых, но многочисленные эрозионные размывы и существующая вертикальная гидродинамическая зональность в условиях интенсивной эксплуатации водоносных горизонтов карбона способствуют формированию нисходящих потоков, фильтрации пресных вод, дальнейшему опреснению поровых растворов, активизации элизионных процессов.

В этих условиях отжим поровых вод глин может служить важной предпосылкой формирования качества и ресурсов подземных вод, что требует контроля показателей подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения, по спектру неорганических веществ, присутствующих в поровых растворах глин в концентрациях, превышающих соответствующие нормативные требования. Учитывая результаты выполненных исследований, это медь, селен, свинец, марганец, литий, кадмий, цинк, железо, никель, барий. Однако опасность распространения этих элементов в подземных водах определяется их миграционной способностью. Не останавливаясь в рамках данной работы на весьма сложных вопросах переноса вещества в подземных водах, отметим лишь основные особенности миграции указанных элементов.

**Рис. 3.**
*Изменение вертикальной нагрузки при компрессии глин и отжиме поровых вод*



Миграция ***меди*** лимитируется величиной pH. Медь становится неустойчивой и выпадает из растворов уже при pH = 5,3. Поэтому в подземных водах карбона, имеющих нейтральную или близкую к нейтральной реакцию, ее содержание ограничивается весьма малыми величинами (1–100 мкг/л).

Миграция ***селена*** ограничивается присутствием железа, наличие которого в подземных водах карбона способствует выведению микроэлемента из раствора за счет образования малорастворимого селенида железа.

Миграция ***свинца*** резко снижается в условиях нейтральной и слабощелочной среды (при pH > 7), характерных для подземных вод карбона.

***Марганец***, подобно ***железу***, может мигрировать в различных соединениях: в виде бикарбонатов, минеральных и органических комплексов и других миграционных формах. Как правило, марганец присутствует вместе с железом, его миграция в подземных водах карбона, обогащенных соединениями железа, вполне вероятна.

***Литий*** активно мигрирует в форме гидрокарбонатов и сульфатов, что объясняет его повышенные концентрации в гидрокарбонатных и сульфатно-гидрокарбонатных подземных водах карбона.

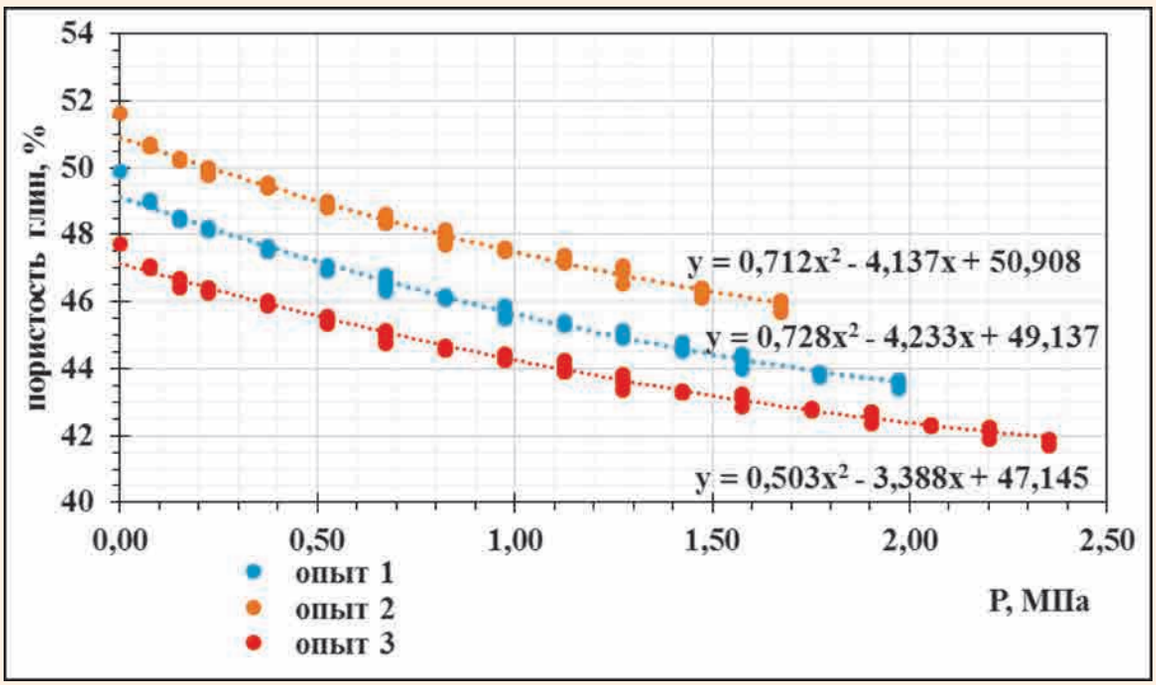
***Кадмий*** более растворим, чем многие другие тяжелые металлы, но переносу его препятствуют сорбция и осаждение. Кадмий может адсорбироваться мергелем и карбонатами, гидроксидами железа и марганца, поэтому миграция его в подземных водах карбона затруднена.

Содержание ***бария*** в подземных водах обычно невелико и зависит от наличия в ней сульфатов, с которыми он образует слаборастворимый комплекс и легко выпадает в осадок. Поэтому относительно высокое содержание бария возможно только в подземных водах с низким содержанием сульфатов, что характерно для верхних горизонтов карбона.

Таким образом, из всего комплекса элементов, присутствующих в поровых водах оксфордских глин, опасность обогащения ими подземных вод в центральной части МАБ представляют литий, барий, марганец, железо.

Результаты выполненных исследований характеризуют поровые воды верхнеюрских глин в центральной части МАБ и отражают историю геологического развития этой территории в соответствующую геологическую эпоху. Они не могут распространяться на поровые воды водоупорных горизонтов других гидрогеологических подразделений и других участков МАБ. Вместе с тем, можно предположить, что поровые воды глинистой кровли подольско-мячковского и алексинско-протвинского водоносных горизонтов карбона менее опреснены по сравнению с юрскими глинами, имеют более сложный состав. Очевидно, что влияние элизионных процессов как фактора формирования состава и ресурсов подземных вод в них могут проявляться в большей степени, что требует дальнейших исследований.

**Рис. 4.**
*Зависимость пористости глин от приложенной вертикальной нагрузки*



| элемент | Концентрация, мг/л | | | $C_{гл}/C_{ок}$ | $C_{гл}/C_{ПДК}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | Поровые воды, $C_{гл}$ | Подземные воды касимовского водоносного горизонта | Воды океана, $C_{ок}$ [3] | | |
| литий | 0,23 | 0,014 | 0,18 | 1,2 | 7,7 |
| бор | 0,24 | 0,075 | 4,6 | 0,05 | 0,5 |
| алюминий | 0,34 | менее 0,005 | 0,001 | 34,0 | 0,7 |
| кремний | 2,9 | 5,7 | 3,00 | 1,0 | 0,3 |
| титан | 0,022 | менее 0,003 | 0,001 | 22,0 | не нормируется |
| марганец | 0,86 | 0,063 | 0,0002 | 4300 | 8,6 |
| железо | 1,2 | 2,3 | 0,001 | 1200 | 4,0 |
| кобальт | 0,0053 | 0,00017 | 0,0005 | 10,6 | 0,1 |
| никель | 0,2 | менее 0,005 | 0,0005 | 400 | 2,0 |
| медь | 14 | 0,004 | 0,003 | 4667 | 14,0 |
| цинк | 22 | 0,019 | 0,01 | 2200 | 4,4 |
| бром | 0,32 | 0,077 | 65 | 0,0 | не нормируется |
| селен | 0,11 | 0,0007 | 0,004 | 27,5 | 11,0 |
| рубидий | 0,035 | 0,0024 | 0,3 | 0,1 | 0,4 |
| стронций | 1,4 | 2,0 | 8,0 | 0,2 | 0,2 |
| молибден | 0,014 | 0,014 | 0,01 | 1,4 | 0,1 |
| кадмий | 0,0055 | менее $9 \cdot 10^{-6}$ | 0,000055 | 100 | 5,5 |
| олово | 0,0077 | менее 0,0007 | 0,003 | 2,6 | не нормируется |
| сурьма | 0,016 | менее $5 \cdot 10^{-5}$ | 0,0005 | 32,0 | 0,3 |
| барий | 0,18 | 0,16 | 0,002 | 90,0 | 1,8 |
| лантан | 0,0011 | 0,063 | 0,0003 | 3,7 | не нормируется |
| церий | 0,0022 | менее 0,000005 | 0,001 | 2,2 | не нормируется |
| свинец | 0,31 | 0,004 | 0,003 | 103 | 10,3 |
| уран | 0,00076 | 0,00003 | 0,003 | 0,4 | не нормируется |
| сера | 473 | 35 | 885 | 0,5 | не нормируется |
| натрий | 66 | 24 | 10700 | 0,006 | 0,3 |
| магний | 97 | 28 | 1290 | 0,075 | не нормируется |
| кальций | 405 | 120 | 412 | 0,98 | не нормируется |
| калий | 36 | 5,3 | 380 | 0,09 | не нормируется |

**Таблица 2.**
Состав вод поровых растворов глин, подземных вод и вод Мирового океана

## Выводы

1. Выполненные исследования показывают актуальность постановки проблемы формирования подземных вод в элизионных системах в условиях интенсивной эксплуатации подземных вод зон активного водообмена.

2. Поровые воды оксфордских глин имеют минерализацию 2,2 г/л, характеризуются как сульфатные магниево-кальциевые и содержат высокие и повышенные по сравнению с ПДК по СанПиН 2.1.4.1074-01 концентрации меди, селена, свинца, марганца, лития, цинка, железа, бария. Учитывая различную миграционную способность указанных элементов, опасность обогащения ими подземных вод в центральной части МАБ представляют литий, барий, марганец, железо.

3. Нарушение равновесия между пластовым и горным давлением на кровлю глин в результате эксплуатации водоносных горизонтов водозаборами может привести к поступлению в подземные воды дополнительных объемов воды другого состава, что позволяет рассматривать элизионные процессы как фактор формирования качества и ресурсов подземных вод.

**Литература**

1. Абдурахманов Г.М., Криволуцкий Д.А., Мяло Е.Г. и др. Биогеография. М.: Академия. 2003. 480 с.
2. Абрамова О.П., Абукова Л.А., Юсупова И.Ф. Геохимия поровых растворов в осадочных нефтегазоносных процессах //Фундаментальные проблемы нефтегазовой гидрогеологии. М: ГЕОС. 2010. С. 7–8.
3. Валяшко М.Г. О постоянстве состава воды мирового океана //Вестник Московского университета. 1963. № 1. С. 18–27.
4. Затенацкая Н.П. Поровые воды глинистых пород и их роль в формировании подземных вод. М.: Изд-во АН СССР. 1963. 142 с.
5. Карцев А.А., Басков Е.А., Вагин С.Б. Палеогидрогеология. М.: Недра. 1969. 151 с.
6. Крюков П.А. Горные, почвенные и иловые растворы. Новосибирск: Наука. 1971. 220 с.
7. Лисенков А.Б. Реконструкция палеогидрогеологических условий артезианских бассейнов (на примере Южно-Мангышлакского артезианского бассейна) //Известия вузов. Геология и разведка. 1984. № 5. С. 19–21.
8. Матусевич В.М., Рыльков А.В., Ушатинский И.Н. Геофлюидальные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна. Тюмень: ТюмГНГУ. 2005. 225 с.
9. Пушкина З.В. Поровые воды глинистых пород и их изменения по разрезу. Постседиментационные изменения четвертичных и плиоценовых глинистых отложений Бакинского архипелага //Труды ГИН. Вып. 115. 1965. С. 162–206.
10. Холодов В.Н. Рудогенерирующие процессы элизионных и инфильтрационных систем //Геология рудных месторождений. 1992. № 1. С. 3– 32.

**UDC 550.8.055**

**N.V. Fisun,** PhD, Associate Professor, Department of Hydrogeology MGRI[1], nat.fisun@yandex.ru
**S.O. Pochuyev,** Undergraduate, Department of Hydrogeology MGRI[1], ps–sss@mail.ru
**O.N. Fisun,** Head of Laboratory, Department of Hydrogeology MGRI[1], olga_n_fisun@mail.ru
**V.V. Nevecherya,** PhD, Associate Professor, Department of Engineering Geology MGRI[1], nevecheryavv@mgri-rggru.ru

[1]23 Miklouho–Maclay str., Moscow, 117997, Russia.

# Assessment of the Influence of Pore Waters of Jurassic Clays on the Formation of Groundwater in the Central Part of the Moscow Artesian Basin

**Abstract.** The work is devoted to the study of processes in Elysium systems formed during the geological cycle of water as a result of transformation and phase changes of sedimentary material during the immersion of clay rocks and their compaction. It is shown that the study of these processes has been carried out since the 60s of the last century in connection with the establishment of the nature of the formation of super–deep pressures, evaluation of prospects for prospecting and exploration of hydrocarbon and ore raw materials. The results of experimental studies of the authors performed in a different setting, namely, to assess the possibility of technogenic activation of elision processes in the development of groundwater deposits and their impact on the quality and resources of groundwater. It is established that pore water can enter the aquifer in the amount of about 8% of the forecast resources module. According to the results of atomic emission and mass spectral analysis of pore waters, their composition was studied. It is shown that the pore waters of Oxford clays can serve as a source of groundwater enrichment with lithium, barium, manganese, iron in the Central part of the Moscow artesian basin.

**Keywords:** Moscow artesian basin; elision systems; pore waters; groundwater; water intake; compression tests; porosity; atomic–emission analysis; mass–spectral analysis.

**References**

1. Abdurakhmanov G.M., Krivolutskii D.A., Mialo E.G. i dr. ***Biogeografiia*** [Biogeography]. Moscow, Akademiia Publ., 2003, 480 p.
2. Abramova O.P., Abukova L.A., Iusupova I.F. ***Geokhimiia porovykh rastvorov v osadochnykh neftegazonosnykh protsessakh*** [Geochemistry of pore solutions in sedimentary oil and gas processes]. ***Fundamental'nye problemy neftegazovoi gidrogeologii*** [Fundamental problems of oil and gas hydrogeology]. Moscow, GEOS Publ., 2010, pp. 7–8.
3. Valiashko M.G. ***O postoianstve sostava vody mirovogo okeana*** [On the constancy of the water composition of the oceans]. ***Vestnik Moskovskogo universiteta*** [Bulletin of Moscow University], 1963, no. 1, pp. 18–27.
4. Zatenatskaia N.P. ***Porovye vody glinistykh porod i ikh rol' v formirovanii podzemnykh vod*** [Pore waters of clayey rocks and their role in the formation of groundwater]. Moscow, AN SSSR Publ., 1963, 142 p.
5. Kartsev A.A., Baskov E.A., Vagin S.B. ***Paleogidrogeologiia*** [Paleohydrogeology]. Moscow, Nedra Publ., 1969, 151 p.
6. Kriukov P.A. ***Gornye, pochvennye i ilovye rastvory*** [Mountain, soil and silt solutions]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1971, 220 p.
7. Lisenkov A.B. ***Rekonstruktsiia paleogidrogeologicheskikh uslovii artezianskikh basseinov (na primere Iuzhno-Mangyshlakskogo artezianskogo basseina)*** [Reconstruction of paleohydrogeological conditions of artesian basins (on the example of the South Mangyshlak artesian basin)]. ***Izvestiia vuzov. Geologiia i razvedka*** [News of universities. Geology and exploration], 1984, no. 5, pp. 19–21.
8. Matusevich V.M., Ryl'kov A.V., Ushatinskii I.N. ***Geofliuidal'nye sistemy i problemy neftegazonosnosti Zapadno-Sibirskogo megabasseina*** [Geofluidic systems and problems of oil and gas potential of the West Siberian megabasin]. Tyumen, TyumGNGU Publ., 2005, 225 p.
9. Pushkina Z.V. ***Porovye vody glinistykh porod i ikh izmeneniia po razrezu. Postsedimentatsionnye izmeneniia chetvertichnykh i pliotsenovykh glinistykh otlozhenii Bakinskogo arkhipelaga*** [Pore waters of clayey rocks and their changes along the section. Post-sedimentary changes in the Quaternary and Pliocene clay deposits of the Baku archipelago]. ***Trudy GIN*** [Transactions of the GIN]. Issue 115, 1965, pp. 162–206.
10. Kholodov V.N. ***Rudogeneriruiushchie protsessy elizionnykh i infil'tratsionnykh system*** [Ore-generating processes of elizion and infiltration systems]. ***Geologiia rudnykh mestorozhdenii*** [Geology of ore deposits], 1992, no. 1, pp. 3– 32.