

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова

Геологический факультет



НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

***ЛОМОНОСОВСКИЕ
ЧТЕНИЯ***

СЕКЦИЯ ГЕОЛОГИИ

***Подсекция
гидрогеологии***

Руководитель – зав. кафедрой, профессор Поздняков С.П.

СБОРНИК
ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

Москва
2022

Содержание:

1. Особенности и неопределенность оценки водозабора из глубокого горизонта в Южной Якутии М.В. Лехов	2
2. Ресурсный потенциал и запасы хозяйственно-питьевых подземных вод территории бассейна р. Дон Е.Ю. Потапова	5
3. Расчет разгрузки подземных вод в речной долине с использованием метода локальных фильтрационных сопротивлений С.П. Поздняков, П.Ю. Василевский, Ванг Пин	7
4. Барий в пластовых водах нефтяных месторождений, как фактор осложнений при разработке Т.А. Киреева, А.В. Корзун, Е.В. Картунов, М.Н. Марков	9
5. Химический состав и процессы диагенеза иловых вод донных осадков северо-восточной части шельфа Баренцева моря Е.С. Казак, Н.Е. Шиндина, Г.Г. Ахманов	12

ОСОБЕННОСТИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ОЦЕНКИ ВОДОЗАБОРА ИЗ ГЛУБОКОГО ГОРИЗОНТА В ЮЖНОЙ ЯКУТИИ

М. В. Лехов

Анализ гидрогеологических условий и фильтрационных расчетов выполнен в процессе оценки перспектив производительности водозабора, предназначенного для обеспечения нефтедобычи. Исходные материалы состоят из данных наблюдений по водозаборным скважинам, поисково-оценочных работ, электроразведочных работ методом малоглубинного зондирования и каротажных.

Геофизические исследования в отношении освещения гидрогеодинамических условий малоинформативны, как и в большинстве подобных случаев. Не приводятся данные бурения с описанием керна и наблюдениями за установлением уровня воды.

По существу, ресурс подземных вод крайне скудный, приурочен к карбонатам верхней зоны кембрийской толщи. Подтверждение долговременной эксплуатации требует анализа представительности параметров и режима действующих скважин. Но, в первую очередь, - концепции формирования подземного стока. Для анализа выполнена проверка расчетов параметров, проведено обобщенное сопоставление понижений в скважинах и дебита водоотбора, численное моделирование фильтрации.

Задачи анализа:

- характеристика факторов формирования потока подземных вод как исходной позиции вопросов обеспеченности водоотбора,
- оценка притока к скважинам с анализом и модельной имитацией факторов, осложняющих фильтрационную схему и затрудняющих анализ стабильности или нестабильности водозабора,
- позиции постановки изысканий, опытно-фильтрационных работ.

Водоносный горизонт глинистых доломитов и известняков с прослоями аргиллитов имеет мощность первые десятки метров и залегает на глубине 130-150 м.

Выборочный анализ откачек подтвердил полученные ранее значения проводимости T . Диапазон значений T от 2 до 20 м²/сут. Отсюда осредненный коэффициент фильтрации формально оценивается величинами k порядка десятых долей м/сут. Но для карбонатных неоднородных пород это всего лишь классификационная, а не расчетная характеристика.

Перетекание происходит из перекрывающего разделяющего горизонта. На площадях его отсутствия перетекание может обеспечиваться скоплениями верховых вод в оттаивающих породах. Поступление вод через сквозные талики под руслами рек – инфлюация - маловероятно в силу значительной мощности мерзлой толщи.

Определяющая роль нисходящего перетекания в питании подземных вод кембрия подтверждается анализом гипсометрии – сравнением отметок водораздела, к которому приурочены месторождения Южной Якутии, и урезов р.р. Лена, Нюя, Чона, Вилюй, которые являются региональными базами дренирования. Месторождение расположено в наиболее приподнятой точке, абсолютные отметки выше 330-360 м. Урезы рек имеют абсолютные отметки порядка 250 м и даже 150 м.

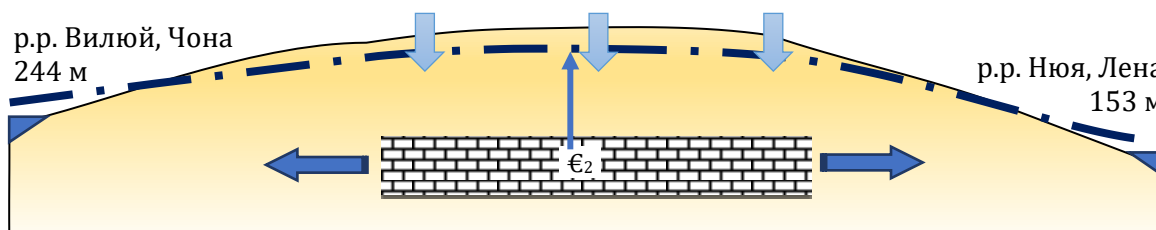


Рис. 1. Схема «растекания» напорных вод от водораздела к региональным дренам – рекам Лена, Чона, Вилюй.

Напорный поток подземный вод в эксплуатируемом водоносном горизонте залегают на отметках порядка 200 м, высота напора в скважинах до 150 м. Исходя из соотношения напоров на водоразделе и уровней рек можно прийти к выводу о том, что региональный поток общей направленности с ЗСЗ на ЮВ получает питание по водораздельной площади, формируя своеобразный региональный «бугор напорного растекания» (рис. 1).

Запасы водоносного горизонта могут оцениваться как относительно надежные, обеспеченные региональными условиями формирования питания и подземного стока.

Определение перспективных участков размещения скважин и интервалов разреза в настоящее время производится геофизическими методами. Отдавая должное их возможностям для оценки границы мерзлоты, кровли карбонатов и обнаружения вод разной минерализации, следует осторожно относиться к их использованию в суждениях о водопроницаемости пласта и дебитах скважин. Нет теоретических детерминированных моделей связи показателей с геофильтрационными параметрами (не пористостью и не влажностью) и, тем более, с притоком к скважинам. Стохастический анализ (который тоже должен иметь обоснованные предпосылки связи сопротивления с гидравликой трещинных сред) не может быть проведен без анализа крупных выборок.

Метод зондирования становлением поля, который разрабатывался для иных задач, нежели поиск зон повышенной проводимости и размещения водозаборов, представляется малообоснованным, а результаты сопоставления электрического сопротивления с дебитами некорректны. В том объеме, который реализуется на месторождении, испытания методом чрезмерно избыточные.

Основным методом анализа гидродинамики скважин и изысканий для планирования новых групп скважин могут быть только прямые гидрогеологические исследования. Таковыми служат (1) гидрогеологическое бурение с установлением уровней воды, изучением керна и характера проходки и т.д., (2) откачки (нагнетания) интервальные или пошаговому увеличению интервала проходки для оценки неоднородности, (3) опытные откачки длительностью не менее 10 суток, без изменения дебита, с наблюдениями по близлежащим скважинам. Работы и исследования следует выполнять, руководствуясь ГОСТ 23278-2014 и СП 446.1325600.2019.

Следует обратить внимание на проблемы кольматации скважин, отсутствия притока к ним после бурения и их регенерации, используя накопленный опыт исследований и практики производства работ. Неудачи с подготовкой и эксплуатацией связаны не с гидрогеологическими, а с техническими проблемами. Вместе с тем, следует рассмотреть вопросы изменения параметров глубокозалегающих пород при большом падении напоров и гидростатического давления в ходе откачки, а также при воздействии фильтрационной силы на стенки скважины.

РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЗАПАСЫ
ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЕРРИТОРИИ БАСЕЙНА Р. ДОН
Потапова Е.Ю.

Согласно гидрогеологическому районированию (ВСЕГИНГЕО, 2001 г.) территория бассейна р. Дон, в пределах Российской Федерации, расположена в пределах восьми гидрогеологических структур второго порядка: Азово-Кубанский, Восточно-Предкавказский, Ергенинский, Северо-Каспийский, Донецко-Донской, Восточно-Донецкий, Московский, Приволжско-Хоперский артезианские бассейны.

При характеристике территории с точки зрения их обеспеченности подземными водами в настоящее время выделяют: естественные ресурсы подземных вод или общую величину подземного стока; ресурсный потенциал подземных вод (или потенциальные ресурсы подземных вод); запасы подземных вод; прогнозные ресурсы подземных вод.

Прогнозные ресурсы подземных вод в пределах бассейна реки Дон составляют ~ 27 млн.м³/сут. Наибольшая их часть сосредоточена на территории Волгоградской, Воронежской, Саратовской и Пензенской областей, наименьшая - на территории Ставропольского и Краснодарского краев и Рязанской области.

Модули ресурсов подземных вод изменяются в широких пределах: от 0,4-0,8 л/с*км² в западных и южных районах области до 1,1-2,5 л/с*км² в центральных, северных и северо-восточных районах. Минимальными значениями модуля (0,4-0,5 л/с*км²) характеризуются южные приграничные районы области.

В целом по речному бассейну обстановка по обеспеченности прогнозными ресурсами подземных вод питьевого назначения населения относительно благоприятная.

Слабая естественная обеспеченность отдельных территорий ресурсами питьевых подземных вод объясняется наличием подземных вод, не соответствующих нормативным требованиям к питьевым водам по качеству, что обусловлено климатическими или геохимическими особенностями формирования подземных вод и техногенными факторами. Слабо обеспеченными пресными подземными водами является западная часть Ставропольского края, Калмыкия

Степень разведанности (изученности) прогнозных ресурсов подземных вод в среднем по территории бассейна составляет 32.1%, изменяясь по субъектам федерации от 0% в Краснодарском крае до 74-76 % в Ростовской и Белгородской областях

Общее количество разведанных запасов подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения на крупных месторождениях с запасами более 10 тыс.м³/сут, составляет около 4998.762 тыс.м³/сут.

Максимальные величины эксплуатационных запасов подземных вод крупных месторождений с запасами более 10 тыс.м³/сут по субъектам оценены: в Волгоградской -263 тыс.м³/сут, в Ростовской - 1504,4 тыс.м³/сут, в Воронежской - 1064,3 тыс.м³/сут, в Белгородской - 543,92 тыс.м³/сут и Липецкой - 963,5 тыс.м³/сут млн.м³/сут. По остальным субъектам Федерации их величина не превышает 617 тыс.м³/сут.

Степень освоения прогнозных ресурсов пресных подземных вод по бассейну р.Дон составляет 10 %, изменяясь по субъектам федерации от 0,5-1 % в Республике Калмыкия, Пензенской и Саратовской областях до 36 % в Белгородской области.

На хозяйственно-питьевые цели в Воронежской области и республике Калмыкия расходуют 90-100 % извлекаемых из недр подземных вод, 60-80 % расходуют в Ставропольском крае, Волгоградской, Тульской, Тамбовской, Саратовской и Пензенской областях.

Доля использования подземных вод в хозяйственно-питьевом водоснабжении по данным государственного мониторинга подземных вод в целом по бассейну р.Дон составляет 78 %, в том числе в городах с населением свыше 100 тыс. человек порядка 70 %, в городах с населением менее 100 тыс. человек и поселках городского типа около - 80 %, в сельских населенных пунктах – 90 %.

Исследование выполнено в составе НИР «Модели и методы исследований гидрогеологических процессов для рационального использования подземных вод в условиях техногенеза».

Литература

1. Боровский Б.В., Язвин А.Л. Оценка ресурсного потенциала питьевых подземных вод. Современные проблемы изучения и использования / Ресурсы подземных вод: современные проблемы изучения и использования: матер. междунар. науч. конф. «К 100-летию со дня рождения Б.И. Куделина». — М.: МГУ, ИВП РАН, 2010.
2. Карта ресурсного потенциала пресных подземных вод России. Масштаб 1:5 000 000. — М.: ГИДЭК, 2012.
3. Язвин Л.С. Оценка прогнозных ресурсов питьевых подземных вод и обеспеченность населения России подземными водами для хозяйственно-питьевого водоснабжения // Разведка и охрана недр. — 2003. — № 10. — С. 13–20.

РАСЧЕТ РАЗГРУЗКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РЕЧНОЙ ДОЛИНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЛОКАЛЬНЫХ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

С.П. Поздняков, П.Ю. Василевский, Ванг Пин

Оценка величин русловой и эвапотранспирационной разгрузок подземных вод в речных долинах является важной практической задачей гидрогеологии, которая возникает при решении ресурсных и экологических проблем, связанных с подземным питанием рек, работой приречных водозаборов и их влиянием на ландшафты. Влияние скрытой разгрузки подземных вод за счет эвапотранспирации на баланс подземных вод в естественных и нарушенных условиях достаточно сложно оценивать потому, что она не измеряется напрямую, а получается с использованием тех или иных расчетных подходов.

Для анализа закономерностей формирования разгрузки подземных вод в речной долине в русло реки и путем эвапотранспирации, линейно зависящей от глубины залегания уровня грунтовых вод развит метод, основанный на использовании локальных фильтрационных сопротивлений. Этот метод еще с 60-х годов прошлого века применяется для анализа разгрузки подземных вод в экранированный водоем с использованием введенным В.М. Шестаковым параметром ΔL – эквивалентной длины несовершенства водоема. В настоящей работе используя метод фильтрационных сопротивлений получено общее решение для стационарного одномерного потока подземных вод в речной долине с учетом эвапотранспирации и введена эквивалентная длина сопротивления зоны эвапотранспирационной разгрузки L_{ET} . В частности, доля потока подземных вод, разгружающегося в русло реки определяется как:

$$\varepsilon = q_r / q = \sqrt{\frac{b_{ET} L_{ET} + 1}{b_{ET} L_{ET} - 1}} \left(\frac{1 - b_{ET}^{-1} L_{ET}^{-1}}{1 + \beta} \right) - I_{ET} I^{-1}; \beta = \frac{\Delta L}{L_{ET}}; I_{ET} = (H_r - Z_{crit}) / [L_{ET} (1 + \beta)]$$

$$q_{ET} / q_r = \varepsilon^{-1} - 1$$

$$\Delta L = b_r^{-1} \operatorname{cth}(0.5 L_r b_r); b_r = \sqrt{[T(m_0 / k_0 + \Phi)]^{-1}}; \Phi = 0.195 m / K$$

$$L_{ET} = b_{ET}^{-1} \operatorname{cth}(L_0 b_{ET}); b_{ET} = \sqrt{[T(d_{max} / ET_{max} + \Phi)]^{-1}}$$

Где q – бытовой удельный поток, приходящий с водораздела в речную долину, q_r – удельный расход разгрузки в реку, q_{ET} – удельный расход разгрузки в виде эвапотранспирации в речной долине, T – проводимость водоносного пласта, имеющего мощность m и коэффициент фильтрации K , k_0 и m_0 – коэффициент фильтрации и мощность донных отложений, ET_{max} – интенсивность эвапотранспирации при нулевой глубине залегания уровня подземных вод, d_{max} – глубина залегания уровня при которой прекращается эвапотранспирация, $H_r - Z_{crit}$ – превышение отметки уровня воды в реке критической отметки при которой прекращается эвапотранспирация.

На основе полученного решения проанализированы два предельных случая, характерные для аридных и гумидных условий взаимосвязи поверхностных и подземных вод. В супер аридных условиях, когда отсутствует бытовой поток, разгружающийся в реку, оказывается, что эвапотранспирация подземных вод в долине реки формируется за счет потерь поверхностного стока и она связана с геофильтрационными параметрами и параметрами эвапотранспирации как:

$$q_{ET} = -q_r = T \frac{H_r - Z_{crit}}{L_{ET} + \Delta L}.$$

В гумидных условиях критическая глубина залегания уровня подземных вод d_{max} как правило не превышает первых 2-3 метров. Превышение террас, на которых идет эвапотранспирация над уровнем в реке, тоже обычно составляет первые метры. Для этих условий можно предположить, что $H_r \approx Z_{crit}$. Тогда выражение для доли расхода, разгружающегося в реку, можно представить, как:

$$\varepsilon = q_r / q = \frac{\sqrt{\text{cth}^2(b_{ET} L_0) - 1}}{\text{cth}(b_{ET} L_0)(1 + \beta)}; \quad \beta = \frac{\Delta L}{L_{ET}}$$

Графически эта зависимость показана на рисунке 1.

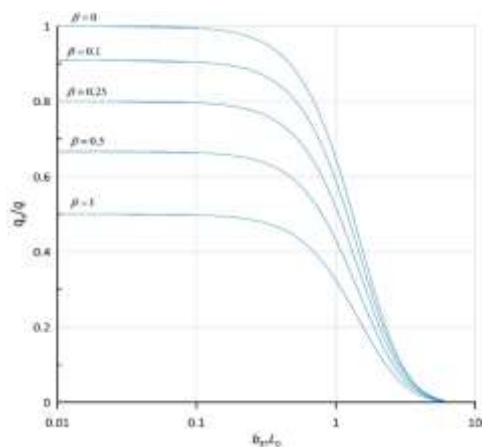


Рисунок 1. Зависимость доли расхода разгрузки в реку от расчетных параметров взаимосвязи поверхностных и подземных вод в речной долине.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ-ГФЕН 21-55-53017 “Процессы взаимосвязи поверхностных, подземных вод и эвапотранспирации в речных долинах в условиях меняющегося климата: сравнительный анализ между гумидной и аридной обстановкой”

БАРИЙ В ПЛАСТОВЫХ ВОДАХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАК ФАКТОР ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ

Т.А. Киреева, А.В. Корзун, Е.В. Кортунов, М.Н. Марков

При эксплуатации нефтегазовых месторождений происходит нарушение гидрохимического равновесия пластовых вод, что может вызвать отложение минеральных солей в призабойных зонах добывающих и нагнетательных скважин и в самих скважинах. Отложения минеральных солей, самыми трудноудаляемыми среди которых являются сульфаты бария и стронция, серьезно осложняют разработку. Однако компоненты химических анализов пластовых вод нефтегазовых месторождений строго регламентированы и определение ионов Sr и Ba²⁺, не входит в список обязательных.

По мере концентрирования подземных вод, происходит увеличение содержания этих элементов стронция и бария до десятков и сотен мг/дм³ [1], но при этом в рассолах с минерализацией (M_{общ}) до 100-250 г/дм³ отношение Ca:Sr:Ba, как показали наши исследования, остается аналогично океанической воде, и составляет 100:10:0,01.

С целью уточнения химического состава глубоких пластовых вод Западной Сибири и его влияния на процесс эксплуатации нефтяных месторождений, были проанализированы 34 глубинные пробы пластовой воды двух нефтяных месторождений Красноленинского свода (Западная Сибирь). Из этих проб 28 образцов относятся к водам пород викуловской свиты нижнемелового возраста (K₁), 4 пробы – к отложениям ниже-среднеюрского возраста (I₁₋₂), 2 пробы – к водам доюрского комплекса (фундамент) палеозойского возраста (Pz).

Из полученных данных следует, что абсолютное содержание бария в пластовых водах всех водовмещающих пород на 1-2 порядка больше его содержания в пластовых рассолах месторождений Манчаровское, Заманкульское и им. Юрия Корчагина и изменяется в пределах 34,6-78,8 мг/дм³. При этом M_{общ} вод не превышает 20,4 г/л, что, напротив, на порядок меньше M_{общ} вод месторождений, чьи пластовые воды представлены рассолами с M_{общ} до 256 г/дм³.

Уменьшение отношения M_{общ}/Ba исследованных вод можно связать с их высокой температурой, составляющей 72, 106 и 116°C для нижнемеловых, юрских и доюрских пород соответственно, т.к. растворимость соли BaCl₂ с ростом температуры до 100°C повышается до 588 г/дм³. Однако это не может объяснить накопление бария в количестве равном или превышающем содержание стронция, т.к. все соли стронция лучше растворимы, чем соли бария, а кларковое содержание последнего в породах и океанической воде существенно меньше содержания стронция. Возможно, ответ следует искать в особенностях накопления

нижнемеловых и, особенно, юрских отложений, в поровых растворах которых отмечаются аномально высокие содержания бария [2].

Эксплуатация данных нефтяных месторождений проводится с применением системы поддержания пластового давления, для чего в пластовые воды викуловской свиты (К₁) закачиваются пресные воды атлым-новомихайловского горизонта. Воды викуловских отложений практически лишены сульфатов, в то время как в закачиваемых пресных водах олигоценного возраста содержание SO_4^{2-} в среднем составляет 13,1 мг/дм³, поэтому образование малорастворимых гипса, целестина и практически нерастворимого барита весьма вероятно.

Прогноз отложения сульфатных солей был проведен компьютерным моделированием в программе PHREEQC 3, которое позволяет оценить количество выпадающей соли, а также минеральный состав водовмещающих пород. Расчеты показали, что при смешении закачиваемых и пластовых вод, и при взаимодействии с породой, из раствора выпадает только барит в количестве от 1,2 до 11,5 мг из каждого литра раствора, причем максимальное осаждение приходится на призабойную зону (содержание закачиваемой воды от 80 до 60 %). Несмотря на малое количество выпадающей соли, суммарный результат может быть значительным, т.к. при рентабельной добыче закачка воды на одну скважину не может быть менее 10 м³/сут. Таким образом, в призабойной зоне нагнетательной скважины в сутки может осаждаться до 11,5 кг барита, что неизбежно приведет к ее существенной кольматации.

Выводы.

1. Пластовые воды нефтяных месторождений Краснотенинского свода Западной Сибири содержат средние концентрации Ba^{2+} (мг/дм³) 34,5 и 34,6 в нижнемеловых и палеозойских породах соответственно, и 78,8 в породах юрского возраста, что является аномально высоким по отношению к общей минерализации вод, не превышающей 18 г/дм³.

2. Накопление бария в пластовых водах, в количестве равном или превышающем содержание стронция не может объясниться концентрированием раствора бассейна осадконакопления или высокой температурой пластовых вод и, предположительно, может быть связано с особенностями накопления пород юрского и нижнемелового возраста.

3. Полученные результаты доказывают важность учета содержания стронция и бария в пластовых водах нефтяных месторождений, как необходимых компонентов при прогнозах сульфатного солеотложения.

Литература

1. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швецов В.М. Геохимия подземных вод. М: Наука. 2004. 677 с.

2. Казак Е.С., Киреева Т.А., Казак А.В., Богданович Н.И. Ионно-солевой комплекс пород баженовской свиты Западной Сибири. //Вестник Московского университета. 2017. Сер. 4 Геология. С. 68-75.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПРОЦЕССЫ ДИАГЕНЕЗА ИЛОВЫХ ВОД ДОННЫХ ОСАДКОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Е.С. Казак, Н.Е. Шиндина, Г.Г. Ахманов

Акватория Баренцева моря охватывает обширную область регионального Баренцевоморского мегапрогиба и в настоящее время все больше привлекает к себе внимание отечественных и зарубежных исследовательских групп в связи с обнаружением здесь внушительных запасов полезных ископаемых, в первую очередь нефти и газа (Ступакова и др., 2015). Исследование геохимии донных осадков и поровых вод Баренцева моря было начато в 60-х годах XX века. Несмотря на это северо-восточный сектор до сих пор характеризуется слабой изученностью (Гурский, 2003; Казак и др., 2021).

Фактический материал для исследований (пробы донных осадков, поверхностных и придонных вод) был отобран в северо-восточной части шельфа Баренцева моря в ходе двух международных экспедиций по программе «Обучение-через-исследования (Плавучий Университет)» - ТТR-19 (48-й рейс НИС «Академик Николай Страхов»; июль-август 2020 г.) и ТТR-20 (51-й рейс НИС «Академик Николай Страхов»; сентябрь-октябрь 2021 г.), организованных геологическим факультетом МГУ имени М.В. Ломоносова при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ.

Поровые воды из донных осадков выделялись с помощью ризонов и путем центрифугирования. В выделенных поровых водах методами объемного титрования было определено содержание HCO_3^- ; методом жидкостной хроматографии – содержание Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- . Содержание SO_4^{2-} определено спектрофотометрическим методом. В общей сложности было проанализировано более 150 проб поровых вод.

По результатам анализа химического состава поровых вод удалось выделить 3 различных класса (согласно классификации Валяшко): седиментогенные, эпигенетические и диагенетические воды.

Состав поровых вод седиментогенного класса характеризуется близостью к составу захороненной поверхностной воды Баренцева моря и практически не изменяется с глубиной колонки донных осадков. Величины минерализации исследуемых проб составляют 34,5-36,1 г/л, рН 7,8-8,0, в составе доминирует натрий, хлорид и сульфат. Данный класс вод характерен для большей части исследуемых проб (Казак и др., 2021).

В некоторых пробах был установлен эпигенетический класс поровых вод с более низкими значениями общей минерализации (32,0-33,7 г/л) за счет уменьшения содержания почти всех макрокомпонентов по сравнению с поверхностной водой Баренцева моря (35,4 г/л) в нижней

части колонок керн с более плотным и менее влажным осадком моренного генезиса. Результаты моделирования одномерного и однокомпонентного переноса хлор-иона в системе «донные осадки – поровые воды» в программе «Hydrus-1D» показали, что опреснение поровых вод в нижних частях колонок может быть связано с незавершившимся процессом выравнивания концентраций путем диффузии после отступления ледника и осолонения бассейна.

В некоторых колонках в местах предполагаемой разгрузки термогенного метана был выделен диагенетический класс поровых вод, с ярким проявлением процессов сульфат-редукции и возможного аутигенного карбонатного минералообразования. В результате чего состав поровых вод изменяется в направлении прямой метаморфизации их состава – зафиксировано снижение содержания сульфат-иона, кальция и магния, увеличение концентраций гидрокарбонат-иона и ряда микроэлементов.

Комплексный анализ полученных результатов позволил получить достаточно полное представление о ведущих геохимических процессах формирования химического облика иловых вод в системе «поровые воды – донные осадки» в северо-восточной части Баренцева моря.

Литература:

1. *Гурский Ю.Н.* Геохимия литогидросферы внутренних морей. Методы изучения и процессы формирования химического состава иловых вод в отложениях Черного, Азовского, Каспийского, Белого, Балтийского морей. М., ГЕОС. – 2003. – С. 332.
2. *Казак Е.С., Корзун А.В., Ахманов Г.Г., Бакай Е.А.* Геохимия поровых вод донных отложений в северо-восточной части шельфа Баренцева моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2021. N 5. С. 39–54.
3. *Ступакова А.В., Кирюхина Т.А., Сулова А.А., Норина Д.А., Майер Н.М., Пронина Н.В., Мордасова А.В.* Перспективы нефтегазоносности мезозойского разреза Баренцевоморского бассейна // Георесурсы. – 2015. – Т. 2. – С. 13-26.