

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ХОЛОДНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ РАЙОНОВ АЗОТНЫХ ТЕРМ ПРИАМУРЬЯ

В.А. Потурай

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679000,
e-mail: poturay85@yandex.ru

В статье приводятся данные по составу органического вещества в холодных подземных водах районов азотных гидротерм Приамурья. Всего было обнаружено 64 органических соединения. Наиболее распространены алканы, эфиры, карбоновые кислоты, терпены, альдегиды. Установленные органические соединения имеют биогенное происхождение, за исключением кетона и хлорбензола, присутствие которых говорит о техногенном загрязнении исследуемых холодных вод.

Ключевые слова: органическое вещество, холодные подземные воды, генезис, алканы, хлорбензол.

Введение

Территория российского Дальнего Востока характеризуется многочисленными проявлениями термальных источников, развитыми как в районах с современной вулканической деятельностью (Камчатка, Курильские острова), так и формирующихся в массивах кристаллических пород районов с нормальным «платформенным» геотермическим режимом (внутриконтинентальная часть Дальнего Востока). Второй тип гидротерм непосредственно связан с молодыми тектоническими разрывами в сочетании со сложной сетью тектонической трещиноватости, пронизывающей горные породы. Широко распространенная группа термальных источников здесь – это азотные термальные воды, среди которых наиболее мощные и высокотемпературные во внутриконтинентальной части Дальнего Востока – Кульдурские и Анненские термы, расположенные на территории Приамурья (рис. 1). Это типичные напорные трещинно-жильные воды, поднимающиеся из глубины порядка 2–3 км. Их формирование происходит за счет инфильтрационных вод атмосферного происхождения, а нагревание обусловлено эффектом нормального геотермического градиента. В газовом составе преобладает азот атмосферного происхождения. Крайне низкие отношения гелия говорят об отсутствии поступления глубинных эманаций в состав терм [16]. Данные соотношений изотопов кислорода и водорода указывают на то, что вода, в основном, имеет метеорное происхождение [9]. Содержание общего углерода органического здесь, как правило, невелико и редко достигает 1 мг/дм³ [4, 12].

Питание этих термальных источников осуществляется за счет атмосферных осадков, поверхностных и подземных вод. Поскольку на базе этих терм созданы и функционируют санатории и бальнеолечебницы, очень важно своевременно установить загрязнения этих терм, источником которого могут являться, в частности, поверхностные и грунтовые воды, питающие гидротермальные системы. Мониторинг химического состава, включающий определение общего ионного, микроэлементного и газового составов, регулярно проводится курортологическими службами, в ведении которых находятся геотермальные месторождения. Однако состав органического вещества (ОВ), который может наносить чрезвычайный вред природным средам, остается без внимания. Ранее нами уже было изучено ОВ в термальных водах Дальнего Востока [5–8, 12, 13, 20, 21], поверхностных водах районов геотермальных месторождений [11]. В настоящей статье приводятся данные по ОВ в холодных подземных водах районов азотных терм Приамурья (Кульдурские и Анненские термы).

Объекты и методы

В качестве объектов были выбраны холодные подземные воды п. Кульдур, вскрываемые скважинами № 10-1 и 10-4, и с. Анненские минеральные воды, вскрываемые скважиной № 30-460 (рис. 2). Скважины п. Кульдур № 10-1 и 10-4 глубиной 53 и 25 м соответственно располагаются в 500 м западнее Кульдурского геотермального месторождения. Литология района представлена преимущественно гранитами палеозойского возраста. Вода слабоминерализованная, нейтраль-

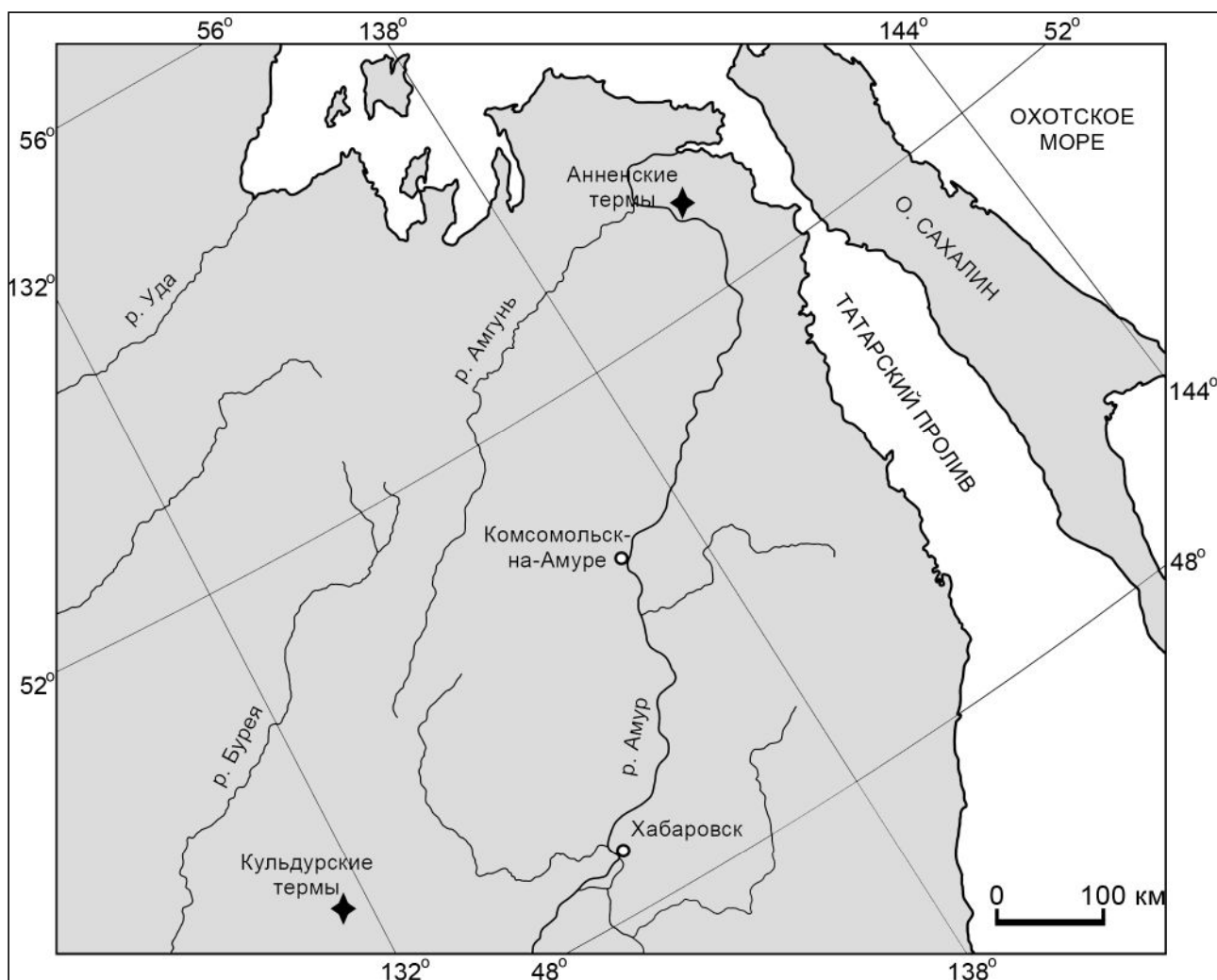


Рис. 1. Обзорная карта с местом расположения гидротерм Приамурья

Fig. 1. Overview map showing the location of hydrotherms in the Amur region

ная, гидрокарбонатная кальциево-натриевая [14]. Скважина № 30-460 с. Анненские минеральные воды располагается в 600 м северо-западнее от Анненского геотермального месторождения и имеет глубину 90 м. Водовмещающими породами являются вулканогенно-осадочные отложения. Инфраструктура села находится ниже по течению руч. Амурчик. Вода слабominерализованная и слабощелочная.

Пробы воды для анализа на органические компоненты были отобраны осенью 2010 и 2014 гг. в стеклянные бутылки емкостью 250 мл. Отбор осуществлялся непосредственно из устья скважины. До анализа в лаборатории пробы воды хранились в холодном месте не более 2-х суток. Для получения концентрата органических соединений применялся метод твердофазной экстракции [3]. В качестве сорбента использовался ODS-C18,

запаянный в стеклянные патроны. Патроны элюировали хлористым метиленом. Качественный анализ органических соединений проводился методом газовой хроматомасс-спектрометрии. Газ-носитель гелий. Подробно используемая методика приведена в [5, 12]. Были получены хроматограммы общего ионного тока (ОИТ), по которым идентифицировали органические соединения. Идентификация проводилась по индексам удерживания (индекс Ковача) и масс-спектрам. Сравнение проводилось с библиотечной (NIST, EPA) и собственной базами данных. Для более надежной идентификации спектры регистрировали в режиме селективного ионного мониторинга (СИМ). Для каждого соединения была рассчитана относительная доля в процентах, сумма всех соединений, установленных в пробе, равнялась 100%.

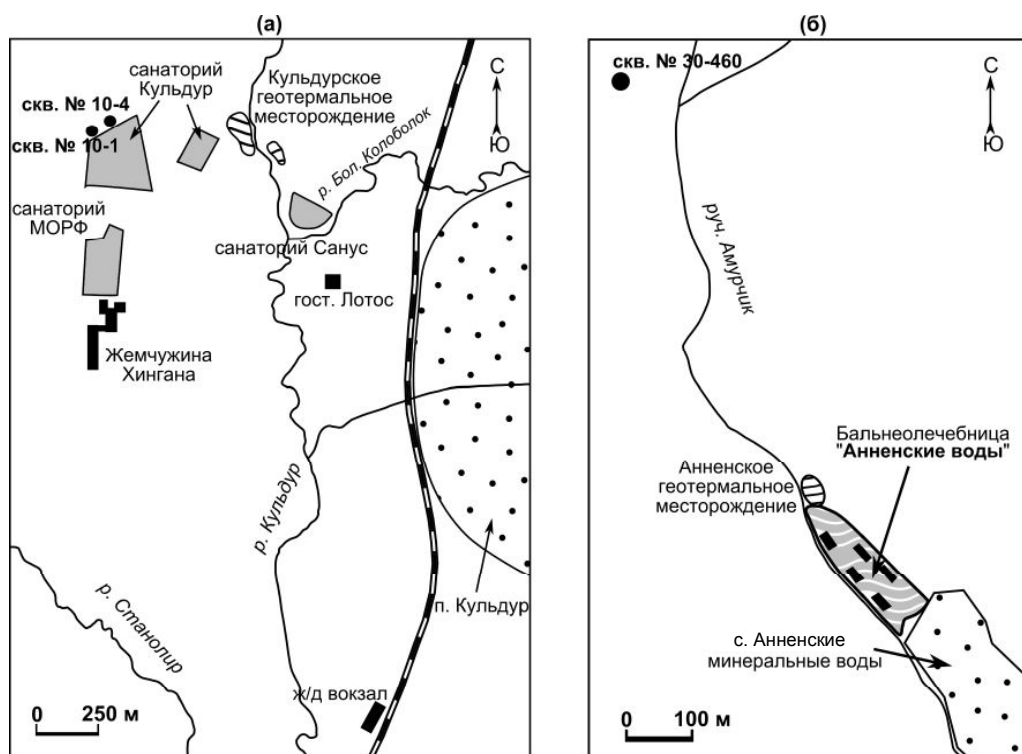


Рис. 2. Схемы расположения обследуемых водозаборных скважин и инфраструктуры Кульдурского (а) и Анненского (б) районов

Fig. 2. Schemes of the wells and infrastructure location in the Kuldur (a) and Annensky (b) areas

Результаты и их обсуждение

В результате проведенного исследования были установлены 64 органических соединения в холодных подземных водах районов азотных гидротерм Приамурья (табл. 1). На хроматограммах также фиксировались эфиры фталевой кислоты, что, по-видимому, связано с инструментальным загрязнением, локализующимся в системе узла ввода пробы образца в прибор. При вводе экстракта игла шприца прокалывает мембранную крышку (септу), в результате чего в испаритель могут быть занесены кусочки мембран, при их разложении летучие соединения (фталаты) поступают в хроматографическую колонку и фиксируются детектором. Поэтому гомологический ряд фталатов, который был установлен и во всех предыдущих наших исследованиях, не учитывался при обсуждении полученных результатов. В соответствии с классификацией [1] установленные органические соединения были отнесены к соответствующим гомологическим рядам. Всего обнаружено 12 гомологических рядов (табл. 2).

Характерными органическими соединениями, присутствующими во всех исследуемых водах, являются алканы, которые занимают от

11 до 22% от состава ОВ. Подробно их состав и распределение будут рассмотрены далее. Для вод Кульдурского района отмечается преобладание терпенов, а именно сквалена, доля которого превышает 25% в скважине № 10-1 и достигает 83% в скважине № 10-4. Это явно биогенный компонент, который является биохимическим предшественником тритерпенов – полициклических изопреноидных соединений, входящих в состав липидов высших растений [19]. Хиноны также имеют биогенный генезис, их основным биологическим предшественником является лигнин – составная часть растений. Основными мономерами лигнина являются также фенолы, альдегиды, кислоты. Значительное относительное содержание в Кульдурских холодных водах мы видим и у гетероциклических соединений, а именно у бензотиазолов (до 20%), это соединения, в молекулу которых, наряду с углеродом и водородом, входят также сера и азот. Эти компоненты биогенного происхождения, их источником являются микробные сообщества, сине-зеленые водоросли, которые, вероятно, распространены в холодных водах. В частности, здесь могут быть бактерии цикла азота, в результате их деятельности, наряду с бензотиазолами, в

Соединения, идентифицированные в экстракте исследуемых подземных вод

Compounds identified in the extract from the studied groundwater

№ п/п	Соединения	Место отбора пробы	№ п/п	Соединения	Место отбора пробы
Алканы			35.	гексадекановая кислота	3
1.	декан	3	36.	тетрадекановая кислота	1, 3
2.	ундекан	1-3	37.	пентадекановая кислота	1
3.	додекан	1, 2	Эфиры		
4.	тридекан	1-3	38.	изопропил пальмитат	3
5.	тетрадекан	1-3	39.	дибутил декандикарбонат	3
6.	пентадекан	1-3	40.	бутил-акрилат	3
7.	гексадекан	1, 2	41.	метил 9-оксанонаноат	3
8.	гептадекан	1-3	42.	метил-дигидрожасминат	3
9.	октадекан	1-3	43.	метилстеарат	3
10.	нонадекан	3	44.	метилгексадеканоат	2
11.	эйкозан	3	45.	тетрадецил-тетрадеканоат	2
12.	генэйкозан	1-3	Альдегиды		
13.	докозан	1-3	46.	октаналь	1
14.	трикозан	1-3	47.	нонаналь	1-3
15.	тетракозан	1-3	48.	деканаль	1-3
16.	пентакозан	1-3	49.	додеканаль	3
17.	гексакозан	1-3	Кетоны		
18.	гептакозан	1-3	50.	2-нонадеканон	3
19.	октакозан	1-3	51.	2-пентадеканон 6,10,14-триметил-	3
20.	нонакозан	1-3	52.	7,9-ди-третбутил-1-оксаспиро(4,5) дека-6,9-диен-2,8-дион	1
21.	триаконтан	1-3	Спирты		
22.	гентриаконтан	2, 3	53.	2-этилгексанол	1, 3
Диоксоалканы			54.	алкил-диоксан-метанол (2 изомера)	3
23.	диоксоалкан (2 изомера)	3	Гетероциклические соединения		
Ароматические углеводороды			55.	хлорбензол	3
24.	2,4,6-три-трет-бутил-фенол	1	56.	бензотиазол	1
25.	м+п-ксилолы	1	57.	2-(метилтио)бензотиазол	1
26.	этилбензол	1	Амиды		
27.	о-ксилол	1	58.	N,N'-дициклогексилоксамид	1
28.	нафталин	1, 2	Хиноны		
29.	2-метилнафталин	1	59.	2,6-дитретбутил-п-бензохинон	1
30.	1-метилнафталин	1	60.	2,6-дитретбутил-п-бензохинон	1
Карбоновые кислоты			Терпены		
31.	гексановая кислота	3	61.	сквален (2 изомера)	1-3
32.	нонановая кислота	3	Фталаты		
33.	декановая кислота	3	<i>диизобутилфталат</i>		1-3
34.	додекановая кислота	3	<i>дибутилфталат</i>		1-3
			<i>бис(2-этилгексил)фталат</i>		1-3

Примечание: 1 – Кульдур, скважина № 10-1; 2 – Кульдур, скважина № 10-4; 3 – Анненское, скважина № 30-460

Гомологические ряды органических соединений в холодных подземных водах районов азотных гидротерм Приамурья

Homologous series of organic compounds in underground waters of the Amur region nitrogenous hydrotherms

№ п/п	Наименование гомологического ряда	Доля, %		
		район Кульдурских терм		район Анненских терм
		скв. № 10-1	скв. № 10-4	скв. № 30-460
1.	алканы	17 (18)	11,5 (19)	21,9 (20)
2.	диоксаалканы	-	-	8,6 (2)
3.	ароматические углеводороды	4,1 (7)	след (1)	-
4.	карбоновые кислоты	след (2)	-	11 (6)
5.	эферы	-	4,5 (2)	26,1 (6)
6.	альдегиды	1,7 (3)	0,5 (2)	10,6 (3)
7.	кетоны	14,9 (1)	-	3,7 (2)
8.	спирты	след (1)	-	13,7 (3)
9.	гетероциклические соединения	20,2 (2)	-	2,7 (1)
10.	амиды	10,2 (1)	-	-
11.	хиноны	6,5 (1)	1 (1)	-
12.	терпены	25,4 (1)	82,5 (2)	1,7 (1)
Итого		100 (34)	100 (27)	100 (43)

Примечание: в скобках указано количество соединения для каждого гомологического ряда; «след» – соединения установлены только на хроматограммах СИМ; «-» – соединения не обнаружены; фталаты исключены из представленных данных

подземных водах присутствуют и амиды – азотсодержащие соединения. Кетоны, как правило, тоже являются биогенными компонентами [18, 19], однако в кульдурских водах установлен 7,9-ди-**трет-бутил**-1-оксапиро(4,5)дека-6,9-диен-2,8-дион. Соединения, содержащие трет-бутильную группу, по-видимому, имеют техногенное происхождение, так как эта группа редко встречается в природных соединениях [15]. Ароматические углеводороды, достигающие 4% в скважине № 10-1, могут поступать в воды в результате деятельности бактерий [10] или благодаря взаимодействию воды с водовмещающими породами [18]. Остальные группы органических соединений в Кульдурских водах достигают незначительного распространения и являются характерными для природных вод и имеют широкое распространение в биосфере.

Для холодных подземных вод Анненского района характерны карбоновые кислоты и их эфиры и альдегиды. Причем наблюдается преобладание четных гомологов над нечетными, что говорит о биогенном их происхождении, поскольку живые организмы продуцируют в основном четные карбоновые кислоты и альдегиды [18]. Спирты также биогенного происхождения, например, алкил-ди-

оксан-метанола образуются при разложении или сжигании древесины. Следует отметить, что явно биогенные компоненты – терпены, хиноны, амиды – здесь практически отсутствуют. При этом установлен хлорбензол, который является своего рода индикатором антропогенного загрязнения, поскольку он не синтезируется в живых организмах. В результате преобразования ОВ он также не может быть получен в холодных водах, так как для реакции хлорирования бензола необходима высокая температура (от 80° С). Вероятно, хлорбензол здесь имеет техногенное происхождение.

Как уже отмечалось, в холодных подземных водах исследуемых районов значительные содержания демонстрируют алканы или парафины – насыщенные алифатические углеводороды (УВ). В водах Кульдурского района алканы занимают от 11 до 17%, а в водах Анненского района до 22%. Среди ОВ углеводороды представляют собой единственную группу биогенных соединений, сохраняющуюся в течение длительного геологического времени. Они химически устойчивы, сохраняют свою структуру и, следовательно, первичную биологическую и геохимическую информацию. Используя свойства устойчивости алканов

в процессах седиментогенеза и раннего диагенеза, можно по характерным хроматографическим пикам, групповому составу, содержанию и соотношению молекулярных компонентов указать преобладающий источник ОБ в водном объекте [2].

В качестве маркеров генезиса УВ используются различные критерии распределения парафинов в объекте. $\sum C_{10}-C_{14}$ – эти гомологи не являются широко распространенными в живых организмах, хотя присутствуют в бактериях (в основном нечетные гомологи C_9, C_{11}, C_{13}), их значительное содержание может говорить о процессах термодиссоциации остатков разложенного ОБ, о низкотемпературном катализе УВ. $\sum C_{15}, C_{17}, C_{19}$ – соединения, типичные для гидробионтов (липиды гидробионтов). $\sum C_{20}-C_{24}$ – бактериальная продукция, сюда также относят и характерный бактериальный гомолог $n-C_{16}$. Углеводород $n-C_{25}$ является типичным для цианобактерий и при ярко выраженном пике свидетельствует о цианобактериальном происхождении. Индексы нечетности OEP_{17} (1) и OEP_{19} (2), показывающие преобладание нечетных УВ над ближайшими четными в низкомолекулярной области, и индекс CPI (3), рассчитываемый как отношение суммы нечетных алканов к сумме четных в высокомолекулярной области, могут

говорить о преобладающем источнике ОБ [17]. Индексы OEP менее и более единицы говорят о доминирующем биогенном источнике ОБ, индекс CPI более единицы свидетельствует о значительном вкладе высших растений в происхождении УВ. Для таких растений характерны гомологи $C_{25}, C_{27}, C_{29}, C_{31}$. Индексы нечетности близкие к единице, т.е. примерно равное содержание четных и нечетных УВ, могут свидетельствовать о глубокой преобразованности ОБ (в частности, в результате процессов термодиссоциации).

$$OEP_{17} = \frac{C_{15} + 6C_{17} + C_{19}}{4C_{16} + 4C_{18}} \quad (1)$$

$$OEP_{19} = \frac{C_{17} + 6C_{19} + C_{21}}{4C_{18} + 4C_{20}} \quad (2)$$

$$CPI = \frac{\%(C_{25} - C_{33})\text{нечетн.} + \%(C_{23} - C_{31})\text{нечетн.}}{2 * \%(C_{24} - C_{32})\text{четн.}} \quad (3)$$

При рассмотрении профилей распределения УВ в исследуемых водах можно отметить бимодальный характер состава алканов (рис. 3). В Кульдурских холодных водах это фракция $C_{11}-C_{18}$ с максимальным пиком на C_{16} и фракция $C_{21}-C_{31}$ с

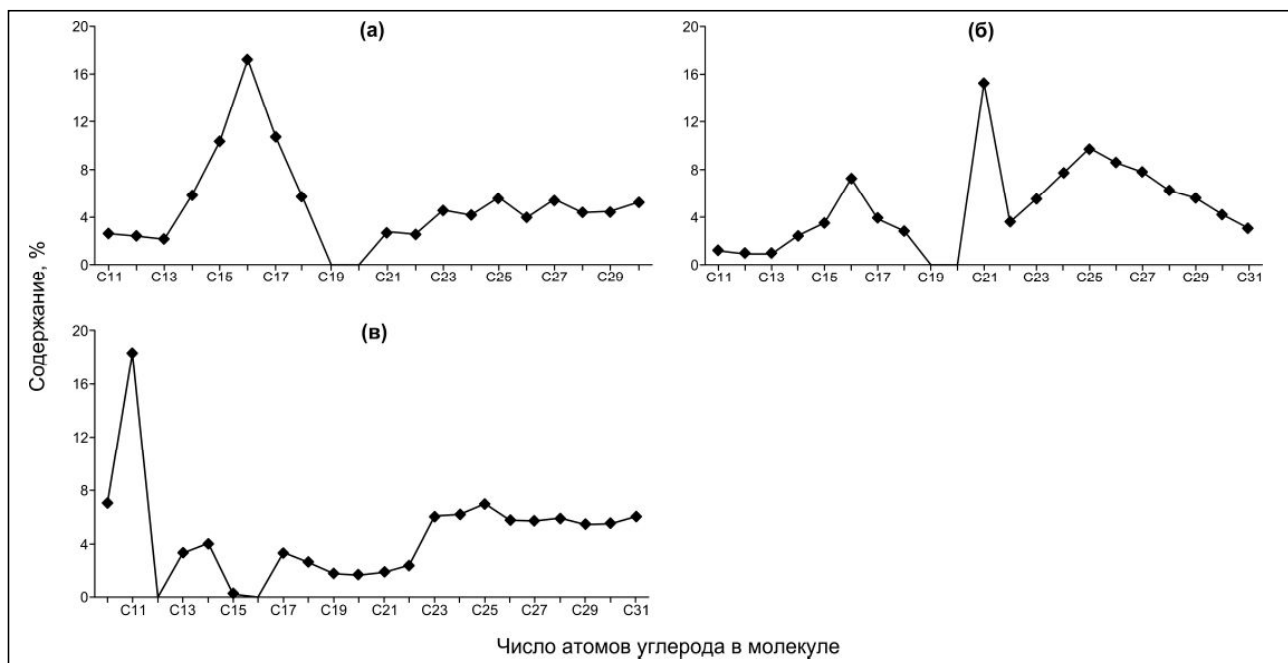


Рис. 3. Графики распределения алканов в исследуемых водах: Кульдур, скважина № 10-1 (а); Кульдур, скважина № 10-4 (б); Анненское, скважина № 30-460 (в)

Fig. 3. Graphs of alkanes distribution in the studied waters: Kuldur, the well № 10-1 (a); Kuldur, the well № 10-4 (б); Annenskoye, the well № 30-460 (в)

Распределение n-алканов в холодных подземных водах районов азотных терм Приамурья

Distribution of n-alkanes in underground waters of nitrogenous hydrotherms in the Amur region

Место отбора пробы	$\sum_{\text{н-С}_{10}\text{-С}_{14}}\%$	$\sum_{\text{н-С}_{15}\text{-С}_{19}}\%$	$\sum_{\text{н-С}_{16}\text{-С}_{24}}\%$	н-С ₂₅	ОЕР ₁₇	ОЕР ₁₉	СРІ	н/в	нч/ч
Кульдур, скв. № 10-1	12,9	21,2	31,3	5,6	0,8	-	1	1,7	0,9
Кульдур, скв. № 10-4	5,4	7,35	39,2	9,8	0,6	-	1,1	0,7	1,3
Анненское, скв. № 30-460	32,7	5,3	18,1	7	2,2	0,9	1,2	0,9	1,4

Примечание: н/в – отношение низкомолекулярных алканов (до н-С₂₂) к высокомолекулярным гомологам (от н-С₂₃); нч/ч – отношение нечетных парафинов к четным во всей фракции. «-» – критерий не рассчитан из-за отсутствия гомологов в пробе

максимумом на С₂₅ и С₂₇ в скв. № 10-1 и С₂₁ в скв. № 10-4. В холодных подземных водах Анненского района наблюдается фракция С₁₀-С₁₅ с максимумом на С₁₁ и С₁₇-С₃₁ с доминирующим пиком на С₂₅.

Данные по распределению УВ в изученных водах приведены в табл. 3. Для холодных вод Кульдурского района наблюдается значительный вклад алканов, образованных при возможном бактериальном участии (С₁₆, С₂₀₋₂₄), доля которых достигает 40%, при этом максимальный пик в первой фракции попадает как раз на гомолог С₁₆, наиболее распространенный в бактериях. Индексы ОЕР менее единицы, что также говорит о биогенном, преимущественно бактериальном генезисе алканов здесь. В скважине № 10-1 наблюдается некоторое увеличение доли планктоногенных УВ, при этом отношение низкомолекулярных гомологов к УВ с длинной цепью здесь выше единицы, что свидетельствует о незначительной роли высших растений в образовании алканов в воде из этой скважины. В скважине № 10-4 Кульдурского района доля планктоногенных алканов незначительна, при этом фиксируется доминирование УВ с длинной цепью и слабое преобладание нечетных гомологов над четными, что говорит об увеличении здесь роли высших растений в образовании УВ. Это может быть связано с тем, что скважина № 10-4 имеет меньшую глубину (25 м), чем скважина № 10-1 (53 м), что дает хорошую возможность контакта подземных вод с приповерхностным почвенным слоем, богатым остатками высших растений.

В холодных водах Анненского района наблюдается слабое преобладание нечетных гомологов, однако доля алканов бактериального и планктоногенного происхождения невысока, что говорит о значительном участии высших расте-

ний в образовании УВ здесь. Обращает на себя внимание высокое относительное содержание гомологов С₁₀-С₁₄. Учитывая низкую температуру воды, нельзя связывать их присутствие с термогенной преобразованностью, как это можно было бы предполагать для термальных вод. Видимо, здесь широко развиты бактерии, продуцирующие низкомолекулярные гомологи, при этом в воде наблюдается преобладание как раз нечетных гомологов с пиком на С₁₁.

Заключение

В результате проведенного исследования в холодных подземных водах районов азотных гитротерм Приамурья были установлены 64 органических соединения, принадлежащие к 12 гомологическим рядам. Наиболее характерны в изученных водах алканы, эфиры, терпены, альдегиды, карбоновые кислоты. Эти соединения широко распространены в биосфере и имеют биогенное происхождение. На биогенный источник образования ОВ в исследуемых водах указывают и профили распределения предельных углеводородов, которые свидетельствуют о бактериальном и терригенном (при участии высших растений) генезисе алканов. Подавляющее большинство установленных органических компонентов в исследуемых водах имеют природное происхождение и не являются загрязнителями. Исключение представляют 7,9-ди-третбутил-1-оксапиридо(4,5)дека-6,9-диен-2,8-дион, найденный в воде из скважины № 10-1, доля которого достигает 15%, и хлорбензол, обнаруженный в водах Анненского района (3%). Эти компоненты не синтезируются живыми организмами и их присутствие в исследуемых водах, вероятно, связано с техногенным загрязнением.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Артеменко А.И. Органическая химия: учеб. для строит. спец. вузов. 5-е изд., испр. М.: Высш. шк., 2002. 559 с.
2. Гаретова Л.А. Углеводороды в лагунном эстуарии татарского пролива // Известия ТИНРО. 2013. Т. 172. С. 196–207.
3. Другов Ю.С., Родин А.А. Пробоподготовка в экологическом анализе. СПб.: Анатолия, 2002. 755 с.
4. Калитина Е.Г. Микроорганизмы термальных вод Приморья как индикаторы антропогенного загрязнения // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 10 (159). С. 136–138.
5. Компаниченко В.Н., Потурай В.А. Вариации состава органического вещества в водах Кульдурского геотермального месторождения // Тихоокеанская геология. 2015. Т. 34, № 4. С. 96–107.
6. Компаниченко В.Н., Потурай В.А. Гидрогеохимическая зональность и эволюция состава Кульдурских терм (Дальний Восток) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2015. № 6. С. 521–534.
7. Компаниченко В.Н., Потурай В.А., Рапопорт В.Л. Особенности химического состава вод Кульдурского термального поля // Региональные проблемы. 2009. № 12. С. 20–25.
8. Компаниченко В.Н., Потурай В.А., Шлюфман К.В. Исследования гидротермальных систем Дальнего Востока в контексте проблемы зарождения биосферы // История науки и техники. 2015. № 3. С. 84–94.
9. Кулаков В.В. Геохимия подземных вод Приамурья. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2011. 254 с.
10. Меленевский В.Н., Леонова Г.А., Бобров В.А. и др. Трансформация органического вещества в голоценовых осадках озера Очкий (южное Прибайкалье) по данным пиролиза // Геохимия. 2015. № 10. С. 925–944.
11. Потурай В.А. Органическое вещество в поверхностных водах районов геотермальных месторождений Дальнего Востока (экологический аспект) // Региональные проблемы. 2015. Т. 18, № 2. С. 57–62.
12. Потурай В.А. Органическое вещество в подземных и поверхностных водах района Кульдурского месторождения термальных вод, Дальний Восток России // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2013. № 1, вып. 21. С. 169–182.
13. Потурай В.А. Органическое вещество в термальных и поверхностных водах района Тумнинского месторождения термальных вод, Дальний Восток России // Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов. 2014. Т. 324, № 3. С. 44–52.
14. Потурай В. А. Сравнение химического состава термальных, сточных и грунтовых вод Кульдурского района // Региональные проблемы. 2010. Т. 13, № 2. С. 92–95.
15. Рапопорт В.Л., Кондратьева Л.М. Загрязнение реки Амур антропогенными и природными органическими веществами // Сибирский экологический журнал. 2008. № 3. С. 485–496.
16. Чудаев О.В., Чудаева В.А., Брагин И.В. и др. Геохимия азотных терм Дальнего Востока России и Забайкалья // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Материалы третьей всерос. конф. с междунар. участием. Барнаул, 24–28 августа 2010 г. Барнаул: Изд-во АРТ, 2010. С. 292–295.
17. Bray E.E., Evans E.D. Distribution of n-paraffines as a clue to recognition of source beds // Geochimica et Cosmochimica Acta. 1961. Vol. 22, N 1. P. 2–15.
18. Degens Egon T. Geochemistry of sediments: a brief survey. New Jersey: Prentice-Hall, 1965. 342 p.
19. Hunt J.M. Petroleum geochemistry and geology. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1979. 617 p.
20. Kompanichenko V.N., Poturay V.A., Rapoport V.L. Organic Matter in Hydrothermal Systems on the Russian Far East in the Context of Prebiotic Chemistry // Origins of Life and Evolution of Biospheres. 2010. Vol. 40. P. 516–517.
21. Kompanichenko V.N., Poturay V.A., Shlufman K.V. Hydrothermal systems of Kamchatka as the model for prebiotic environment // Origins of Life and Evolution of Biospheres. 2015. Vol. 45, N 1–2. P. 93–103.

The article presents the data on the organic matter composition in cold underground waters of hydrothermal fields in the Amur region. It was detected 64 organic compounds. The most common of them are alkanes, ethers, carboxylic acids, terpenes, and aldehydes. The studied organic compounds are of biogenic origin, with the exception of ketone and chlorobenzene, their presence indicating the technogenic pollution of the waters.

Keywords: organic matter, underground water, genesis, alkanes, chlorobenzene.