

Геохимия и санитарно-гигиеническая ТИПИЗАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, используемых В ПИТЬЕВЫХ ЦЕЛЯХ в Томской области и Ханты-Мансийском автономном округе

В результате проведенных исследований получены новые данные по химическому составу подземных вод зоны свободного водообмена на предмет их соответствия санитарно-гигиеническим требованиям. Впервые выявлены геохимические закономерности распространения в пресных подземных водах Томской области и Ханты-Мансийского автономного округа набора нормируемых компонентов с учетом форм их миграции. Показано, что эти компоненты препятствуют безопасному питьевому водоснабжению населения региона. На основании полученных данных типизированы питьевые воды и показано территориальное развитие выделенных типов вод.

Введение

В последние годы бурное развитие Томской области и Ханты-Мансийского автономного округа (АО) связано с разработкой и добычей полезных ископаемых, что обеспечивает приток населения, а также негативно влияет на состояние окружающей среды. Особенно остро стоит проблема обеспечения постоянно увеличивающегося населения качественной питьевой водой.

Качество поверхностных водоисточников Западной Сибири вследствие антропогенной нагрузки очень низкое, что явилось одной из главных причин широкого использования пресных подземных вод в регионе.

Однако естественные геохимические процессы изменения химического состава пресных подземных вод за длительный геологический период привели к формированию на изучаемой территории, как и на других территориях России и зарубежных стран, региональных гидрогеохимических провинций [1] с повышенным содержанием ряда нормируе-

мых элементов санитарно-гигиеническими нормами СанПиН 2.1.4.1074-01 «Вода питьевая» [2].

На территории нашей страны, согласно оценке С.Р. Крайнова, Б.Н. Рыженко и В.М. Швеца [1] широкое развитие получили гидрогеохимические провинции железо- и марганецсодержащих подземных вод, которые занимают более 70 % территории. Благодаря близким химическим свойствам железа и марганца эти провинции территориально накладываются друг на друга, формируя провинцию с одновременно повышенными относительно норм концентрациями в водах этих элементов.

Для разработки мероприятий, направленных на использование таких вод в питьевых целях, важное значение имеет не столько концентрация этих элементов, сколько их формы миграции - в виде минеральной растворимой или в форме органоминеральных комплексов.

В исследованиях ряда ученых, среди которых можно выделить работы [3-6], показано, что пресные подземные воды Западно-Сибирского региона практически повсеместно содержат железо и марганец в концентрациях, превышающих нормативные требования. Однако в них не рассматривается вопрос миграции этих элементов в водах и не дается четкой оценки качественного состояния подземных вод территории как источника питьевого водоснабжения.

В связи с этим изучение состава вод, форм миграции отдельных элементов и выявление перечня компонентов, препятствующих безопасному использованию подземных вод

Н.В. Кончакова*,

кандидат
геолого-
минералогических
наук, старший
преподаватель,
Национальный
исследовательский
Томский
политехнический
университет

* Адрес для корреспонденции: vidaykina@sibmail.com

в питьевых целях, является важной задачей, позволяющей более рационально подходить к выбору способов водоподготовки.

Краткая характеристика района исследований

Территории Томской области и Ханты-Мансийского АО располагаются в центральной части Западно-Сибирской равнины и занимают значительную площадь Российской Федерации и, в том числе Томская область – 316,9 тыс. км², Ханты-Мансийский АО – 534,8 тыс. км², на которой проживает 1034,1 тыс. человек и 1478,2 тыс. человек, соответственно [7].

Доля использования подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения в регионе составляет около 90 %; это воды верхнего гидрогеологического этажа - неоген-четвертичных и палеогеновых водоносных отложений.

Палеогеновый водоносный комплекс представлен повсеместно песчаными отложениями, сверху перекрытый глинистой толщей, служащей водупором и относительно

надежной защитой вод от антропогенного загрязнения. Воды комплекса напорные и высоконапорные. Глубина залегания палеогеновых водоносных отложений изменяется от 14 м на юго-востоке региона до 90 м на водоразделе, а мощность изменяется от 4 до 108 м, соответственно.

Отложения неоген-четвертичного водоносного комплекса несогласно залегают на палеогеновой толще. Водовмещающие породы отличаются разнообразным литологическим составом, образуя сложную смесь песков, суглинков, супесей с включением гравия, гальки, торфа, редко валунов. Мощность четвертичных отложений изменяется от 90 до 100 м. Воды горизонта чаще безнапорные.

Материалы и методы исследования

На территории Томской области и Ханты-Мансийского АО были опробованы одиночные и групповые скважины с глубин от 30 до 120 м 50 населенных пунктов, в результате чего было отобрано около 200 проб подземной воды. На рис. 1 приведена карта-схема Томской области и Ханты-Мансийского АО с нанесением точек опробования.

Непосредственно на точке опробования с целью получения концентрации быстромеющегося элемента (двухвалентного желе-

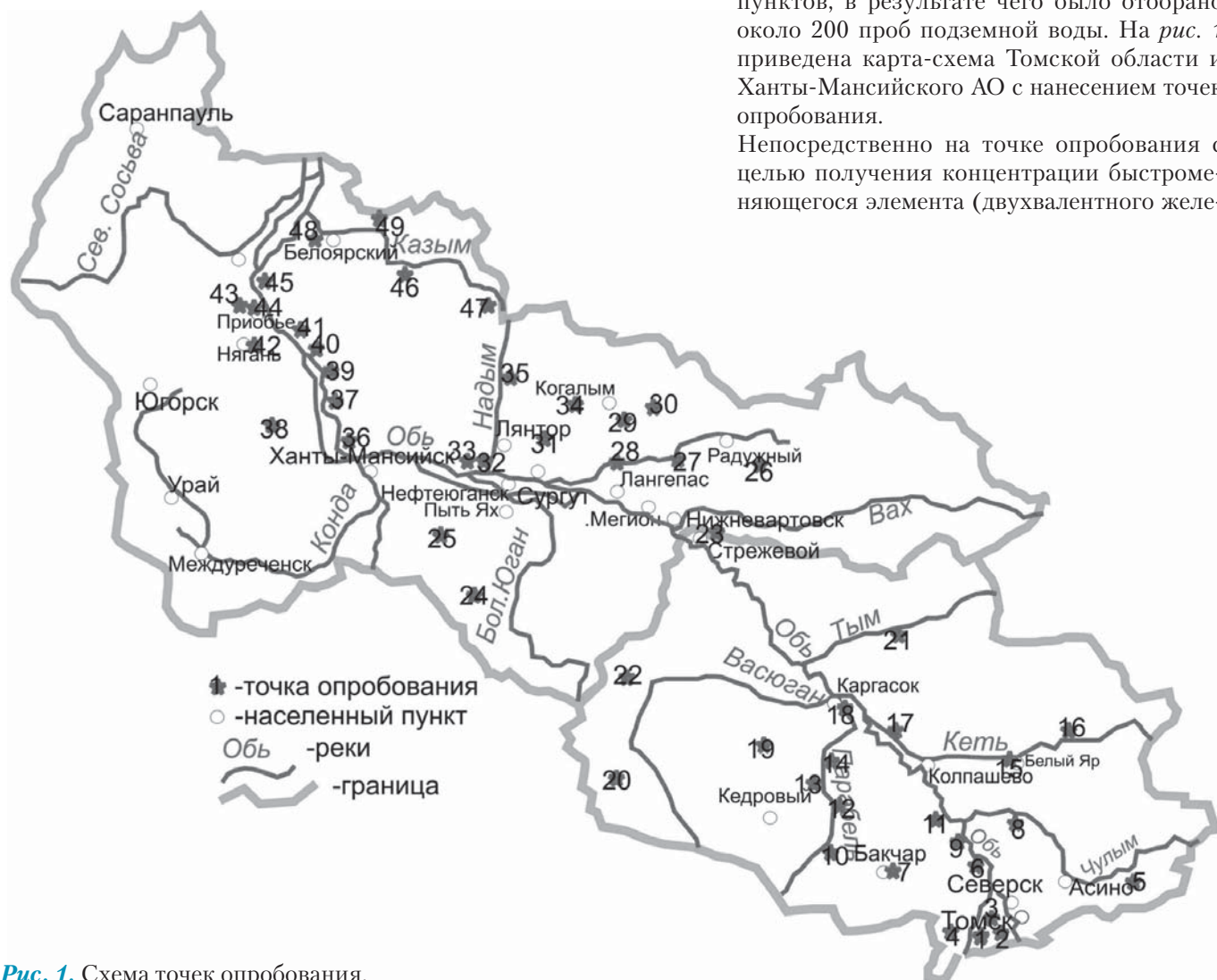


Рис. 1. Схема точек опробования.

Таблица 1

Пределы содержания химических элементов и средний состав подземных вод на территории Томской области и Ханты-Мансийского АО (ХМАО)

Компоненты, размерность	Воды Томской области		Воды ХМАО	
	Неоген-четвертичных отложений	Палеогеновых отложений	Неоген-четвертичных отложений	Палеогеновых отложений
pH	<u>6,95-8,05</u> 7,23	<u>6,25-7,45</u> 6,9	<u>6,5-7,4</u> 6,9	<u>5,4-7,2</u> 6,4
HCO ₃ ⁻ , мг/л	<u>291-773</u> 448	<u>123,0-470,0</u> 329	<u>223,0-355,0</u> 278,0	<u>40,3-320,0</u> 160,0
SO ₄ ²⁻ , мг/л	<u>0,5-2,2</u> 1,8	<u>1,4-16,7</u> 4,3	<u>0,5-2,0</u> 0,9	<u>1,7-10,8</u> 6,7
Cl ⁻ , мг/л	<u>2,3-140,0</u> 32,0	<u>3,5-95,0</u> 20,4	<u>10,0-16,0</u> 11	<u>10,0-21,0</u> 13,0
Ca ²⁺ , мг/л	<u>98,0-147,0</u> 112,0	<u>34,0-109,0</u> 60,4	<u>35,4-55,0</u> 43,5	<u>3,4-23,4</u> 14,5
Mg ²⁺ , мг/л	<u>11,0-27,9</u> 14,4	<u>4,0-27,5</u> 15,3	<u>7,0-19,0</u> 13,3	<u>1,8-15,0</u> 7,9
Минерализация, мг/л	<u>366,0-832,0</u> 578,0	<u>238,0-514,0</u> 473,3	<u>235,0-398,0</u> 325,1	<u>86,0-338,0</u> 287,0
Жесткость общая, мг-экв/л	<u>4,96-13 (1,9)</u> 5,8	<u>0,9-6,7</u> 3,45	<u>3,2-6,7</u> 2,9	<u>0,32-3,0</u> 1,3
Fe _{общ.} , мг/л	<u>0,5(1,7)-25,5(85)</u> 6,0(20)	<u>0,8(2,7)-11,4(38)</u> 4,5(15)	<u>1,9(6)-47,5 (158)</u> 7,0(23,3)	<u>0,5(1,8)-16,2(54)</u> 5,0(18)
Mn ²⁺ , мг/л	<u>0,1(1)-0,9 (9)</u> 0,52 (5)	<u>0,09-1,2 (12)</u> 0,38 (3,8)	<u>0,09-1,9 (19)</u> 0,69 (6,9)	<u>0,05-1,1 (10)</u> 0,27 (2,7)
Si ⁴⁺ , мг/л	<u>2,65-15,9 (16)</u> 8,4	<u>2,3-19,2 (1,9)</u> 14,7 (1,5)	<u>2,2-19,1 (1,9)</u> 13,9 (1,4)	<u>3,4-23,23 (2,3)</u> 16,3 (1,6)
NO ₃ ⁻ , мг/л	<u>0,2-1,1</u> 0,43	<u>0,15-0,53</u> 0,28	<u>0,1-1,2</u> 0,8	<u>0,1-0,7</u> 0,3
NO ₂ ⁻ , мг/л	<u>0,003-0,76</u> 0,3	<u>0,003-0,42</u> 0,17	<u>0,003-1,3</u> 0,35	<u>0,017-0,74</u> 0,21
Аммиак и ионы аммония, мг/л	<u>0,2-8,6 (4,3)</u> 1,2	<u>0,43-7,7 (3,9)</u> 1,0	<u>1,3-6,0 (3)</u> 1,1	<u>0,15-3,0 (1,5)</u> 1,5
Цветность, градусы	<u>0,0-175,0 (8,8)</u> 64,0 (3,2)	<u>0,0-80,0 (4)</u> 41,0 (2)	<u>0-173 (8,7)</u> 77 (3,9)	<u>0,0-100,0 (5)</u> 43,0 (2,1)
Перманганатная окисляемость, мг О/л	<u>0,7-7,2 (1,4)</u> 3,6	<u>2,88-9,5 (1,9)</u> 5,8 (1,1)	<u>2,6-13,3 (2,7)</u> 6,3 (1,3)	<u>0,9-7,2 (91,4)</u> 3,6
Число проб	52	60	56	48

Примечание: числитель - минимальное – максимальное, знаменатель - среднее, в скобках приведена степень превышения ПДК.

за) и характеристик (pH, Eh) проводился полевой химический анализ, который выполнялся при помощи полевой химической лаборатории МЛАВ-2 в соответствии с ГОСТ 24902-81 [8].

Химический анализ проб на содержание в водах 11 компонентов (гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, кальция, магния, железа, марганца, кремния, нитратов, нитритов, аммиака и ионов аммония) и по 4 основным характеристикам (минерализации, общей

жесткости, цветности и величине перманганатной окисляемости) проводился с помощью колориметрических и титриметрических методов [9].

Исследование форм миграции железа в водах проводилось экстракционным методом в хлороформе по методике, разработанной в аккредитованной межвузовской лаборатории радиационной спектроскопии Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Результаты и их обсуждение

В табл. 1 приведены данные по составу проб подземной воды, а также сводные данные по минимальному, максимальному и среднему содержанию изучаемых компонентов и их характеристикам.

Воды неоген-четвертичного водоносного комплекса довольно широко используются сельским населением в качестве питьевой. Преобладающая минерализация этих вод в восточных и северных районах на уровне 0,15-0,2 г/л, в центральных 0,2-0,4 г/л. На юго-западе Томской области и в Бакcharском районе величина минерализации достигает 0,6-0,7 г/л. Воды гидрокарбонатно-кальциевые, околонеутральные, рН изменяется от 6,5 до 8,05.

На значительной площади региона подземные воды мягкие и очень мягкие. В южных районах практически повсеместно развиты умеренно жесткие воды (жесткость выше 5,0 мг-экв/л). В Томском и Бакcharском районах доля кальция и магния резко возрастает, воды становятся жесткими в отдельных местах очень жесткими, жесткость составляет 7-13 мг-экв/л.

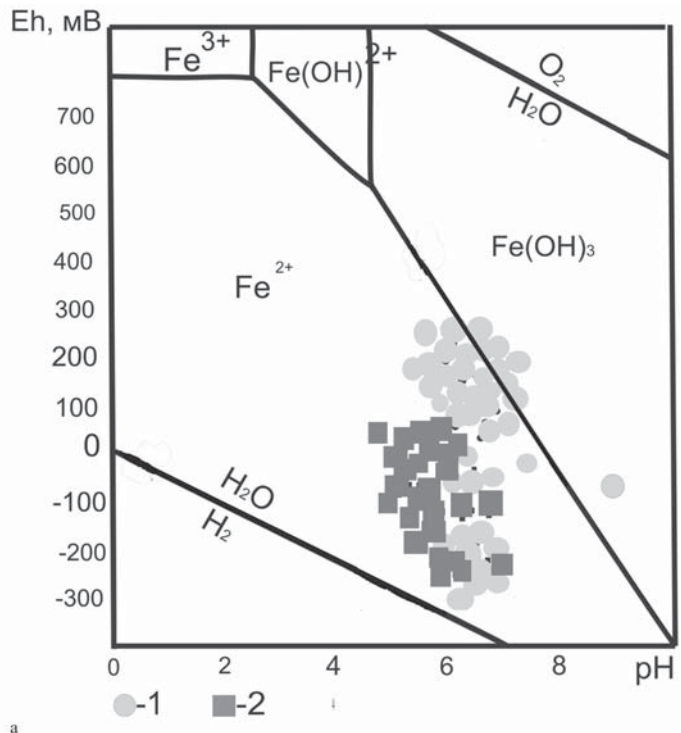
Содержание органических веществ оценивали по величине перманганатной окисляемости, которая в исследуемых водах изменяется в широком диапазоне от 2,6 до 10,0 мгО/л, при средней величине 6,0 мгО/л. По данным [3] органические вещества в подземных водах представлены, в основном, веществами гумусового ряда (гуминовыми и фульвокислотами). В северных районах региона эти значения достигают 13,0 мгО/л.

Практически все воды региона содержат железо в концентрации, превышающей ПДК, в 70 % проб она составляет 3,0-10,0 мг/л. Основными факторами, определяющими формы миграции железа в водах, являются окислительно-восстановительный потенциал (Eh), растворенное органическое вещество и в меньшей мере рН вод [1].

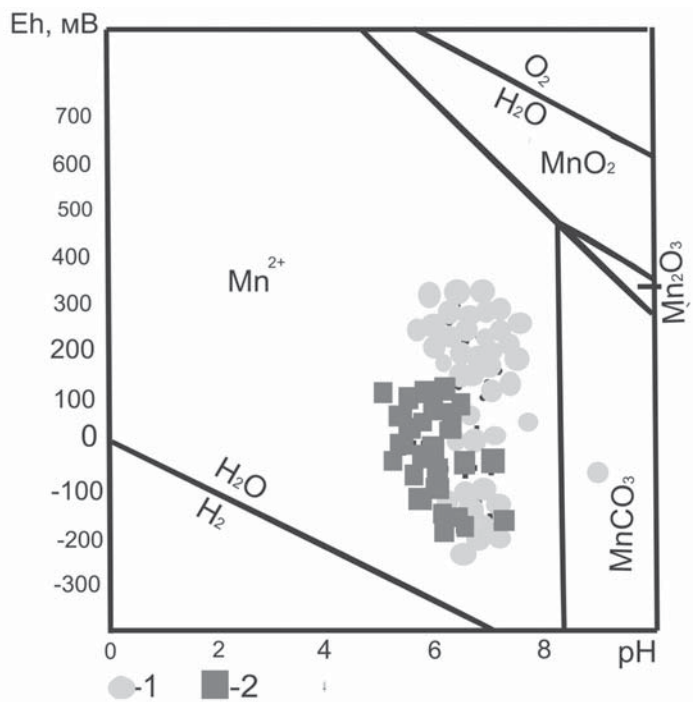
Из диаграммы Пурбье (Eh-рН), приведенной на рис. 2 а, следует, что в подземных водах питьевого назначения основными формами миграции железа являются:

- ♦ в отсутствии кислорода двухвалентная форма. В таких водах при контакте с кислородом происходит быстрое окисление железа до труднорастворимого гидроксида (III).

- ♦ в присутствии кислорода и органических веществ - его органоминеральная форма (точки, расположенные вблизи границы $Fe^{2+}/Fe(OH)_3$). Как показано в некоторых работах [1, 10] железо, связанное в железоорганические комплексы, устойчиво к окислению в воде. Даже при высоких значе-



а



б

Рис. 2. Положение исследуемых подземных вод: 1 - неоген-четвертичных отложений; 2 - палеогеновых водоносных отложений на Eh-рН - диаграмме в системе «Fe-H₂O» (а); «Mn-H₂O» (б).

ниях рН (более 7,5-8,0) процесс окисления и разрушения таких комплексов достаточно сложный и длительный, он идет посредством гидролиза через образование смешанных комплексных соединений.

Для разработки эффективных технологий водоподготовки важно знать формы миграции железа в питьевых водах, так как от этого

существенно зависит выбор технологической схемы водоподготовки.

Формы миграции железа в водах исследуемого региона нами были изучены экстракционным методом в хлороформе [11], разработанным в лаборатории радиационной спектроскопии Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Результаты по доле форм миграции железа в водах (связанного² и несвязанного¹ в комплексы с органическими веществами) представлены в *табл. 2*.

Согласно полученным данным, в водах исследуемой территории доля формы миграции железа, связанного с органическими веществами, изменяется от 15 % до 37 % и эта величина увеличивается в северном и восточном направлениях и зависит от содержания и типа органических веществ, мигрирующих в водах. Такие соединения придают воде цветность, которая достигает 175 градусов при средней величине 70 градусов.

Благодаря сходным химическим свойствам марганец, как и железо, весьма распространен в изученных водах. Встречаемость этого элемента в концентрации выше 0,1 мг/л составляет 95 %, при наиболее характерных концентрациях 0,1-0,5 мг/л, которые зарегистрированы в 58 % проб воды. Максимальная концентрация этого элемента достигает 1,9 мг/л. Марганец повсеместно мигрирует в водах в двухвалентной форме (*рис. 2 б*).

Изучение химического состава питьевых вод показало, что в них содержится кремний, который представлен в виде кремниевой кислоты, поступающей по данным [5] в воду в результате гидролиза алюмосиликатных пород. Кислотно-щелочные условия, наличие углекислоты и изменение концентраций кальция в водах (*рис. 3*) приводит к изменению его концентраций.

Таблица 2

Формы миграции железа в водах неоген-четвертичных отложений

Населенный пункт	Концентрация, мг/л Доля формы, %			Населенный пункт	Концентрация, мг/л Доля формы, %		
	Fe _{общ}	Fe, не св. с ГВ ¹	Fe, св. с ГВ ²		Fe _{общ}	Fe, не св. с ГВ ¹	Fe, св. с ГВ ²
п. Новоаганск	$\frac{6,50}{100}$	$\frac{5,25}{76}$	$\frac{1,25}{24}$	п. Каргасок	$\frac{7,50}{100}$	$\frac{6,15}{82}$	$\frac{1,35}{18}$
п. Охтеурье	$\frac{15,25}{100}$	$\frac{12,90}{85}$	$\frac{2,35}{15}$	п. Кожевниково	$\frac{2,45}{100}$	$\frac{1,70}{69}$	$\frac{0,75}{31}$
п. Ларьяк	$\frac{4,20}{100}$	$\frac{2,65}{63}$	$\frac{1,55}{37}$	п. Пионерный	$\frac{3,05}{100}$	$\frac{2,55}{84}$	$\frac{0,50}{16}$
п. Белый Яр	$\frac{9,55}{100}$	$\frac{7,75}{81}$	$\frac{1,80}{19}$	п. Светлогорье	$\frac{1,85}{100}$	$\frac{1,25}{68}$	$\frac{0,60}{32}$

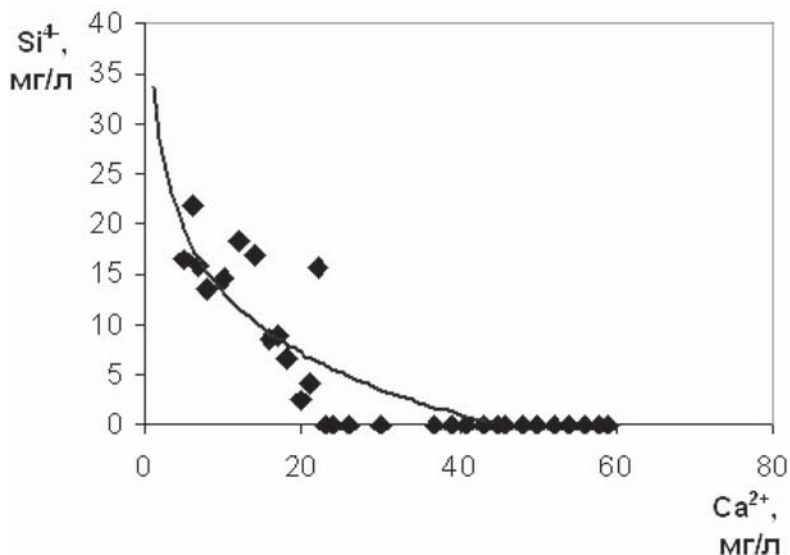


Рис. 3. Изменения концентрации кремния в зависимости от концентрации кальция в водах.

В водах неоген-четвертичных отложений концентрации кремния достигают 19 мг/л. В 67 % проб воды концентрации этого элемента выше 10 мг/л, которые увеличиваются в северном и восточном направлениях.

Около 2 % исследуемых проб воды (в основном это воды, развитые в пределах заболоченных территорий) характеризуются повышенным содержанием аммония, которое превышает ПДК в 3-4 раза, что связано с геохимическими условиями их формирования. Воды палеогеновых отложений наиболее широко используются в регионе в питьевых целях. Они характеризуются как слабокислые, нейтральные и слабощелочные, pH изменяется от 6,2 до 7,5. В них сохраняются основные закономерности в распределении минерализации и ее составляющих, характерные для вышележащего горизонта. Воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые. Состав отдельных проб, характер-

ных для северной части региона, является гидрокарбонатным магниево-кальциевым, реже магниевым. В северных и восточных районах воды мягкие, в центральных и южных районах - преимущественно умеренно жесткие, хотя встречаются и мягкие.

Содержание органических веществ почти в два раза ниже, чем в водах неоген-четвертичных отложений. Среднее значение окисляемости составляет 3,6 мгО/л. Эта величина растет в северном и восточном направлениях с уменьшением минерализации воды и на заболоченных участках достигает 7,2 мгО/л. В микрокомпонентном составе вод сохраняются основные закономерности, свойственные вышележащему горизонту.

Концентрация железа в исследуемых водах достигает 16 мг/л, а в среднем составляет 4,5-5,0 мг/л и практически в 100 % изученных вод превышает ПДК. В подавляющем числе случаев в водах палеогеновых отложений железо находится в двухвалентной растворимой форме (рис. 3). Лишь в окраинной части бассейна при неглубоком залегании водоносного горизонта этот элемент встречается в связанной с гуминовыми веществами форме. Содержание в водах достигает 1,2 мг/л (в п. Приобье), при средней величине 0,3-0,4 мг/л. Он мигрирует в водах только в двухвалентной форме.

Концентрация кремния в водах палеогенового комплекса выше на 15-30 %, что связано с

более длительным взаимодействием этих вод с вмещающими породами и достигает 23 мг/л. Наиболее часто встречаемые его концентрации составляют 15-16 мг/л.

В единичных случаях (менее 1 % исследованных проб) встречается аммоний в концентрациях, превышающих ПДК в 1,5-3,0 раза.

В табл. 3 приведены данные по доле проб воды, не соответствующей ПДК, используемой сельским населением в питьевых целях на изучаемой территории.

Среди показателей, ухудшающих качество питьевых вод, практически повсеместно является железо, встречаемость которого в концентрациях выше ПДК составляет 95-100 % по изученным административным районам. Встречаемость содержания марганца выше ПДК составляет 75-100 %. Количество проб воды, несоответствующей питьевым нормам по величине окисляемости, различно. Доля этих проб увеличивается в северном и восточном направлениях, достигая в Верхнекетском, Первомайском и Белоярском районах 70-80 %. С высокими концентрациями в питьевых подземных водах железа, марганца и органических веществ связана ее цветность, значительно ухудшающая питьевые качества по органолептическому показателю вредности.

Значительное количество проб питьевой воды характеризуется вышенормативными

Таблица 3

Доля проб подземных вод, используемых сельским населением для питьевых целей, не соответствующих ПДК (СанПиН 2.1.4.1074-01) по отдельным показателям качества на изучаемой территории

Район	Число проб	Доля проб воды, %				
		$C_{Fe} > ПДК_{Fe}$	$C_{Mn} > ПДК_{Mn}$	$C_{Si} > ПДК_{Si}$	$C_{ПО} > ПДК_{ПО}$	$C_{Ж} > ПДК_{Ж}$
Томская область						
Томский	33	95	87	18	10	9
Бакчарский	12	100	76	10	35	75
Парабельский	12	100	90	93	50	0
Каргасокский	18	100	87	52	32	0
Верхнекетский	15	100	100	90	70	0
Первомайский	12	100	75	75	75	0
Всего:	102	99	85,8	56,3	45,3	14
Ханты-Мансийский автономный округ						
Октябрьский	45	100	93	95	63	0
Нижневартовский	18	100	83	83	27	0
Сургутский	39	100	88	49	23	0
Белоярский	10	100	80	95	80	0
Всего:	112	100	86	80,5	48,3	0

Примечание: ПО - перманганатная окисляемость; Ж – общая жесткость.

Таблица 4

Типизация вод изучаемого региона по набору компонентов, препятствующих безопасному питьевому водопользованию в Томской области и ХМАО

Типы вод		
I		II
$C_{Fe} > ПДК_{Fe}, C_{Mn} > ПДК_{Mn}$		$C_{Fe} > ПДК_{Fe}, C_{Mn} > ПДК_{Mn}, C_{ПО} > ПДК_{ПО}$
Подтипы		
I _Ж	I _{Si}	II _{Si}
$C_{Ж} > ПДК_{Ж}$	$C_{Si} > ПДК_{Si}$	$C_{Si} > ПДК_{Si}$

концентрациями кремния. Наиболее неблагоприятны в этом отношении воды Парабельского, Верхнекетского, Каргасокского районов Томской области и значительная часть территории Ханты-Мансийского АО, где встречаемость этого элемента в концентрации, выше допустимой, более 75 %. На территории Томской области (в Томском и Бакчарском районах) в отличие от осталь-

ной исследуемой территории использование подземных вод хозяйственно-питьевого назначения осложняется величиной общей жесткости, превышающей ПДК. Доля таких проб воды от их общего числа составляет 14 %.

На основании полученных результатов и санитарно-гигиенической оценки вод нами была проведена их типизация по набору компонентов, концентрации которых не соответствуют их ПДК. Повсеместно воды содержат в повышенных концентрациях железо и марганец, поэтому за основу типизации принята форма миграции железа, а подтипы вод определялись присутствием в водах солей жесткости и кремния (табл. 4). На рис. 4 приведена схема соответствия вод выделенным типам и подтипам.

Согласно карте-схеме, представленной на рис. 4, около 40 % занимают воды, соответствующие I типу, из них около 4 % соответствуют I_Ж типу и 3 % - I_{Si}. 60 % территории занимают воды, относящиеся ко II типу, 45 % занято водами с концентрацией кремния, превышающей ПДК.

Заключение

Воды неоген-четвертичных и палеогеновых водоносных отложений на территории Томской области и Ханты-Мансийского АО, широко используемые в хозяйственно-питьевом водоснабжении, повсеместно содержат железо и марганец в концентрациях, превышающих санитарно-



Рис. 4. Карта-схема развития вод, соответствующих выделенным типам и подтипам (по набору компонентов, препятствующих безопасному питьевому водопользованию) на территории Томской области и Ханты-Мансийского АО.

гигиенические нормы. В водах с высоким содержанием органических веществ часть железа (от 15 до 37 %) находится в связанной с ними органоминеральной форме. Это позволяет выделить на изучаемой территории два типа вод.

Для вод первого типа можно рекомендовать традиционную схему водоподготовки – аэрацию (окисление железа и марганца кислородом воздуха) с последующим отстаиванием и фильтрованием. Для вод второго типа необходимо применение специальных методов, например, сорбционных или реагентных.

Кроме того, воды исследуемого региона содержат в сверхнормативных концентрациях кремний и соли жесткости, на основании которых выделяются подтипы вод, требующих принятия дополнительных мер по снижению их концентраций.

Литература

1. Крайнов С.Р. Геохимия подземных вод: Теоретические, прикладные и экологические аспекты / С.Р. Крайнов, Б.Н. Рыженко, В.М. Швец. М.: Наука, 2004. 677 с.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М. Минздрав России, 2002. 103 с.
3. Ермашова Н.А. Геохимия подземных вод зоны активного водообмена Томской области в связи с решением вопросов водоснабжения и охраны: Автореф. дис. к-та. г.-м. наук. – Томск, 1998. – 44 с.
4. Смоленцев Ю.К. Пресные подземные воды Западно-Сибирского мегабассейна

Ключевые слова:

подземные воды,
формы миграции,
предельно-
допустимые
концентрации,
типизация вод

(формирование и практическое использование): Автореф. дис. д-ра г.-м. наук. Иркутск, 1996. 50 с.

5. Шварцев С.Л. и др. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода: Система вода-порода в условиях зоны гипергенеза: В 5 т. М.: Изд-во СО РАН, 2007. Т. 2. 389 с.

6. Покровский Д.С. Качество природных питьевых вод и технологии водоподготовки в условиях юга Сибирского региона. / Д.С. Покровский, Е.М. Дутова, Г.М. Рогов.. Томск: ТГАСУ, 2006. 96 с.

7. Регионоведение / Под ред. Морозовой Т.Г. М: Банки и Биржи, ЮНИТИ, 1998. 368 с.

8. ГОСТ 24902-81. Вода хозяйственно-питьевого назначения. Общие требования к полевым методам анализа. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. 5 с.

9. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М. Минздрав России, 2002. 103 с.

10. Сериков Л.В. Коллоидные системы подземных вод Западно-Сибирского региона / Л.В. Сериков, Л.Н. Шиян, Е.А. Тропина, Н.В. Видяйкина, Ф.Х. Фриммел, Г. Метревели, М. Делай // Известия ТПУ. 2006. Т. 309. № 6. С. 27-31.

11. Пат. 2216019 РФ / Сериков Л.В., Тропина Е.А., Шиян Л.Н. Способ определения железа в воде Заявлено 06.08.2002. Опубликовано 10.11.2003. Бюл. № 31.



N.V. Konchakova

GEOCHEMISTRY AND SANITARY CLASSIFICATION OF UNDERGROUND WATERS OF TOMSK REGION AND KHANTY-MANSIJSK AUTONOMOUS AREA

The research resulted in new data on the chemical composition of underground waters in strict compliance with sanitary requirements. For the first time the geochemical patterns of distribution of fresh groundwater in the Tomsk region and Khanty-

Mansijsk Autonomous Area have been revealed. Forms of migration of standardized components set which prevents safe drinking have also been determined. Classification of drinking waters based on these data was carried out.

Key words: underground waters, forms of migration, maximum-permissible concentration, classification of waters