

2007-106
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ И ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ

На правах рукописи
УДК 556.388.003.12 (572.2)

Мамасериков Тлевберди Нурбосунвич

**ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
АЗОТНЫХ МАЛОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ТЕРМ
СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ**

Специальность: 25.00.07 – Гидрогеология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата геолого-минералогических наук

Бишкек – 2007

- Научный руководитель:** доктор геолого-минералогических наук, профессор В.Е. МАТЫЧЕНКОВ
- Научный консультант:** доктор технических наук, академик НАН Кыргызской Республики
Д.М. МАМАТКАНОВ
- Официальные оппоненты:** доктор геолого-минералогических наук
Э. МАМЫРОВ
кандидат геолого-минералогических наук В.А. КОМИССАРОВ
- Ведущая организация:** Кыргызская комплексная гидрогеологическая экспедиция Государственного агентства по геологии и минеральным ресурсам при Правительстве Кыргызской Республики

Защита диссертации состоится 11 мая 2007 г. в 13⁰⁰ часов на заседании Диссертационного Совета Д.25.06.311 при Институте водных проблем и гидроэнергетики НАН КР.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИВП и ГЭ НАН КР.

Отзывы в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения с указанием даты, просим направлять Учёному секретарю Диссертационного Совета Д.25.06.311 по адресу 720033, Кыргызская Республика г. Бишкек, ул. Фрунзе 533

06 апреля

Автореферат разослан « » марта 2007 г.

Учёный секретарь
Диссертационного Совета,
кандидат физико-математических наук

Т.В. Гузова

Актуальность темы диссертации. Кыргызская Республика (КР) – самое богатое термоминеральными водами государство азиатского континента: на каждую тысячу квадратных километров его территории в среднем приходится более одного месторождения или участка, перспективного для разведки углекислых, железистых, сульфидных, термальных, радоновых, рассольных вод или лечебно-питьевых вод без специфических компонентов. По схеме районирования минеральных вод территории бывшего СССР (Н.И. Толстихин, 1977) КР расположена в пределах Тянь-Шаньской гидрогеологической области развития азотных маломинерализованных терм (АМТ). Именно АМТ нашли достаточно широкое применение в бальнеологической практике (на них базируются курорты и бальнеолечебницы Ак-Суу, Аламедин, Бозучук, Иссык-Ата, Керегеташ, Угут и др.). Эти воды используются для разлива в качестве столовых и лечебно-столовых вод, они привлекают внимание людей, пользующихся этими водами без медицинского надзора.

Ныне существующие потребительские оценки АМТ носят преимущественно бальнеологический характер, т.е. характеризуют воду только как лечебное средство. Вместе с тем, признавая определяющее влияние воды на условия существования человека до такой степени, что проблема глобальной экологической безопасности должна быть в своей сущности водной, следует признать, что она имеет множество оценочных граней. Автор выбрал один, но ведущий тип вод Кыргызстана – экологическую характеристику специфических и широко распространенных АМТ по двум основным причинам:

- эти воды среди термоминеральных являются наиболее часто используемыми в Республике;

- эти воды являются наиболее биологически активными и имеют в своем составе контрастный набор эссенциальных элементов как с превышением предельно допустимых концентраций, так и с нехваткой от оптимальных величин их содержания.

Поскольку термоминеральные воды на сегодняшний день и ближайшую перспективу являются ведущим по степени освоения природным ресурсом КР, экологическая характеристика АМТ относится к числу актуальных.

Связь работы с научными программами и темами. Работа связана с республиканскими гидрогеологическими и экологическими исследованиями по изучению ресурсов АМТ, которые автор выполнял как основной исполнитель и методический руководитель и с научно-исследовательскими работами, проводимыми ИВП и ГЭ НАН КР по вопросам эффективности использования водных ресурсов КР, а также с международным научным проектом «АПЕЛШК».

Цель и задачи исследований. Целью исследований является выявление условий экологически безопасного для людей использования АМТ Северного Тянь-Шаня. Для достижения этой цели должны быть решены следующие задачи: выявить природные условия формирования состава и ресурсов АМТ.

влияющие на экологическую оценку их на территории Северного Тянь-Шаня; установить принципы экологической оценки рассматриваемого типа вод; провести экологическую оценку АМТ части территории КР для повышения уровня безопасности их использования по различным направлениям в лечебно-хозяйственной сфере.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Выделен ранее не отмеченный подтип АМТ – субтермальные воды, характерным признаком которых является сравнительно высокая минерализация (в 2-4 раза выше по сравнению с типичными термами региона), выявлены условия формирования вод этого подтипа.

2. Введено понятие «оптимального состава воды» и сформулированы исходные принципы его определения.

3. Впервые для Кыргызстана дана гидроэкологическая оценка АМТ, выявившая распространение большой группы эссенциальных компонентов состава АМТ:

Практическая значимость полученных результатов. Результаты исследований автора являются неотъемлемой частью работ, посвящённых решению актуальных практических задач, к числу которых относятся: выделение ранее неизвестного подтипа азотных АМТ, что позволяет глубже понять процессы формирования этих типичных для Тянь-Шаньской гидрогеологической складчатой области гидроминеральных ресурсов; разработка практических рекомендаций по учету особенностей состава АМТ при их использовании в лечебных, хозяйственных и энергетических целях.

Экономическая значимость полученных результатов. Результаты исследований могут быть использованы для рационального проектирования и строительства новых лечебных учреждений и расширения функциональных возможностей существующих. Кроме того, рекомендации по безопасному для здоровья людей использованию АМТ носят социальный характер в вопросе снижения заболеваний, влияющих на работоспособность человека.

На защиту выносятся:

1. Выделенный новый подтип субтермальных вод с относительно повышенной минерализацией (около 1 г. дм⁻³).

2. Выявленная неизвестная ранее взаимосвязь компонентов состава АМТ с геолого-гидрогеологическими условиями их формирования.

3. Разработанные научно обоснованные новые механизмы и схемы прикладного питьевого использования азотных маломинерализованных терм.

Личный вклад соискателя. Основной материал для диссертации собран в ходе проведения работ по изучению условий формирования АМТ (1995-2004 гг.), в которых автор принимал участие как ответственный исполнитель в рамках НИР ИВН и ГЭ «Гидрогеохимическое состояние водных ресурсов Северного Тянь-Шаня», а затем осуществлял их методическое руководство совместно с д.г.-м.н. [В.Е. Матыченковым]. При этом были обследованы более 30 проявлений АМТ, изучались их количественные и качественные показатели.

Представленные в диссертации результаты обобщены и опубликованы под руководством д.г.-м.н. [В.Е. Матыченкова] и научного консультанта академика Д.М. Маматканова при непосредственном участии автора.

Апробация результатов диссертации. Включенные в диссертацию результаты были доложены на международных и региональных совещаниях, конференциях и совещаниях (1996-2004 гг): Международном симпозиуме «Гидрогеологические процессы и эволюция ресурсов подземных вод аридной зоны» (Республика Узбекистан, Ташкент, 1996), Национальном семинаре по борьбе с опустыниванием земель в Кыргызстане, (Бишкек, 1997), Региональной научно-практической конференции «Наука-высокогорью», (Бишкек, 1999), Международной конференции «Водные ресурсы Центральной Азии. Проблемы и выбор приоритетов 21 века», (Кыргызстан, Иссык-Куль, 2000), Международной конференции, посвященной 50-летию кафедры «Геология полезных ископаемых» Кыргызского горно-металлургического института (Бишкек, 2001); на I-ом съезде инженеров Кыргызской Республики (Бишкек, 22-23.11.2002); на Третьей международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр» (Москва-Бишкек, 13-18.09.2004); расширенных заседаниях Учёного совета Института водных проблем и гидроэнергетики НАН Кыргызской Республики (2006, 2007).

Опубликованность результатов. По теме диссертации в изданиях, разрешённых НАК КР, опубликовано 9 статей, в том числе 2 единичных, 2 – в зарубежных изданиях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения. Содержит 105 страниц текста, в том числе 12 рисунков, 3 таблицы, 1 приложение и список использованных источников из 118 наименований.

Автор выражает глубокую признательность своему руководителю д.г.-м.н., профессору [В.Е. Матыченкову] за постановку задачи, помощь и ценные указания в подготовке диссертационной работы, академику НАН КР, д.т.н. Д.М. Маматканову за содействие и разностороннюю консультативную помощь при написании диссертации, а также сотрудникам Кыргызской комплексной гидрогеологической экспедиции и ИВП и ГЭ НАН КР за помощь в оформлении диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе диссертации рассмотрена история изученности АМТ Северного Кыргызстана и приведён анализ состояния проблемы.

Кыргызская Республика – одно из наиболее богатых гидроминеральными ресурсами государств Центральной Азии. Общее число проявлений и месторождений минеральных вод более 100, в том числе 30 участков развития АМТ. Использование термальных вод на территории нынешнего Кыргызстана началось после первого посещения восточного Иссык-Куля П.П. Семёновым-Тянь-Шаньским (1856–1857 гг.).

В конце XIX века в процессе геологических исследований Тянь-Шаня И.В. Мушкетовым, В.В. Волькенштейном, В.Н. Вебером и другими исследователями собирались и систематизировались сведения о распространении и свойствах АМТ горного обрамления Чуйской долины, Прииссыккуля, Внутреннего Тянь-Шаня.

С начала XX века в этом регионе стали проводиться специализированные обследования выходов АМТ: К.И. Аргентов, Н. Гейцит, А. Виноградский (1909-1911 гг.), В.И. Вернадский (1914). Эти и подобные им исследования носили попутный характер и определили первый этап истории изучения АМТ КР.

Следующий этап исследования АМТ возобновился в 1926 г. К.И. Аргентовым, В.А.Новиковым, затем Н.Г. Концевичем, П.В. Денисовым, Н.М. Прокопенко, В.Т. Матвеевым, С.Ф. Машковцевым, А.С. Уклонским. Первое обобщение сведений о минеральных водах региона выполнено Б.С. Плотниковым и Н.М. Прокопенко (1937).

В самом начале формирования представлений о происхождении ТМВ рассматриваемого региона появились принципиально различающиеся взгляды. Так, Н.М. Прокопенко, П.М. Комлев (1935), П.В. Денисов (1935) и другие отстаивали инфильтрационную гипотезу формирования термальных вод. Сторонники ювенильного происхождения терм Тянь-Шаня состав, динамику, режим термальных вод региона связывают с поступлением их с больших глубин и вне связи с фильтрацией с поверхности. (Н.Г. Концевич, 1935).

Под руководством Д.П. Прочухана на месторождениях АМТ Республики в 1932 г. в Ак-Су и Джети-Огузе были пробурены первые в Северном Кыргызстане скважины. Послевоенный этап изучения минеральных вод Кыргызстана характеризуется усилением внимания к изучению их режима (А.П. Ромах, 1955). Обследование, описание и опробование АМТ Кыргызстана по единой методике с изучением макрокомпонентного, микрокомпонентного и газового состава вод можно рассматривать как первую, достигшую цели гидроэкологическую оценку большой группы проявлений подземных вод рассматриваемой территории. За начало четвертого этапа истории изучения термальных минерализованных вод (ТМВ) можно принять 1974 г., когда впервые был получен положительный результат целенаправленного глубокого бурения на термальные воды, позволившего выявить более 10 месторождений АМТ в Иссык-Кульской, Чуйской, Джумгалской и Кочкорской впадинах. Одной из главных задач предлагаемой работы является систематизация разнообразного фактического материала по распространению и формированию АМТ Северного Тянь-Шаня КР, гидроэкологическая оценка АМТ (которая ранее практически не выполнялась), рекомендации по использованию этого вида природных ресурсов. В результате обзора имеющихся данных сделаны следующие выводы:

1. Азотные маломинерализованные термы рассматриваемого региона были в числе первых природных ресурсов, нашедших практическое применение.

2. В процессе научного изучения АМТ выяснялись условия их формирования, ресурсы, возможности бальнеологического использования с учётом

особенностей физических свойств и состава по так называемым кондиционным концентрациям биологически активных элементов, но без целеустремленной экологической оценки, обобщенной и конкретной оценки влияния на организм человека не только высоких, но и низких концентраций эссенциальных элементов.

3. АМТ рассматриваемого региона и в целом Тянь-Шаньской гидрогеологической складчатой области представляют большой интерес как объект научного изучения, поскольку проблема их формирования представляется весьма далекой от окончательного решения, так и прикладного внимания для бальнеологического, лечебно-питьевого использования, в том числе при бутылочном разливе.

Во второй главе охарактеризованы природные условия формирования АМТ.

Рельеф северного Кыргызстана характеризуется широким развитием гор – более половины его территории расположено в интервале абсолютных отметок 1000-3000 м, а около одной трети – выше 3000 м. Почти на всех хребтах (их только главнейших более 15) имеются вершины с отметками за 5000 м, а на восточном окончании площади, маркируя орографический центр Тянь-Шаня, расположена вторая по высоте на территории Кыргызстана вершина – пик Победы. Четверть оцениваемой территории представлена равнинами межгорных и предгорных впадин, что обусловило преимущественное распространение гидрогеологических массивов магматических и метаморфических пород и связанных с ними вод трещинного типа циркуляции, в том числе и АМТ. Особенности структурно-геологического строения этих массивов позволяют их дифференцировать с выделением структур, сложенных преимущественно интрузивными породами, в разной степени метаморфизованными сланцами, терригенными, вулканогенными, дислоцированными в различных планах породами. Гидрогеологические массивы имеют свои существенные характерные особенности динамики, химизма, зональности связанной с ними части гидросферы.

Гидрогеологическая обстановка на территории Северного Тянь-Шаня формируется под влиянием разнообразных и сложно сочетающихся физико-географических, географических, геологических и других природных факторов, что создает пеструю картину распространения и формирования ресурсов и свойств подземных вод. АМТ образуются как часть этой общей картины.

Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков талых вод ледников и снежников. Пути фильтрации подземных вод в горной части территории невелики и их выклинивание происходит по естественным эрозионным врезам. Хорошие условия водообмена обеспечивают формирование зоны сплошного распространения пресных и ультрапресных вод, через которую и происходит разгрузка АМТ. Водообильность пород разнообразна, наименее всего обводнены сланцы, где расходы родников обычно не превышают десятых долей л/с, наиболее крупные расходы имеют родники из закарстованных карбонатных пород и пород в зонах крупных тектонических

нарушений – до 500 л/с. В зоне многолетней мерзлоты родники пресных вод нередко имеют сезонный характер, а из действующих круглогодично имеются термальные и субтермальные АМТ, например, Чатыр-Тор, Кольтор, что является свидетельством большой глубины их циркуляции.

Проявления АМТ встречаются во всех ландшафтно-климатических зонах Кыргызстана. Выходы АМТ чаще всего связаны с интрузивными породами или тектонической трещиноватостью допалеозойских пород с высокой степенью метаморфизма. Интрузивная деятельность северного Тянь-Шаня приурочена к крупным разломам, отражая их глубинность и раскрытость отдельных участков, что объясняет приуроченность проявлений АМТ к таким разломам. Благоприятные условия водообмена формируют зону распространения пресных и ультрапресных АМТ.

В третьей главе изложены основные особенности взаимосвязей главных ионов с общей минерализацией поверхностных и подземных вод Северного Кыргызстана. При решении теоретических и практических задач формирования и использования подземных вод в настоящее время большое значение придается вопросам химического состава и взаимосвязи главных ионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^-) с общей минерализацией или суммой ионов (Σ ион), растворенных веществ. Общие и частные вопросы изменений химического состава минеральных вод Кыргызстана рассмотрены в работах А.Белева и др. (1973-1979), Н.И. Кагаевой и др. (1966-1975), Е.И. Лагутина (1971), В.Е. Матышкова и др. (1975-2000), С.Ф. Турзина (1966-1971) и др.

Нами впервые проведены анализ особенностей статистических связей между главными ионами термальных вод Северного Тянь-Шаня, которые были слабо изучены и которые имеют важное гидрогеохимическое значение для анализа формирования подземных вод.

Химический состав термальных вод Тянь-Шаня является одним из главных показателей их генезиса. При этом важными факторами являются особенности как состава и соотношений главных ионов, так и микрокомпонентов, растворенных газов и соотношений изотопов химических элементов.

В табл. 1 представлен средневзвешенный химический состав природных вод зоны гипергенеза разных типов, которые являются результатом критического рассмотрения анализов тысяч образцов природных вод в основных гидрогеологических провинциях Северного Кыргызстана: многолетней мерзлоты, горных областей и провинций континентального засоления. Здесь же приведены средневзвешенные химические составы атмосферных осадков и речных вод. Применительно к рассматриваемому региону – Северному Тянь-Шаню (с разнообразными климатическими условиями), химические составы вод многолетней мерзлоты, горных областей и зон континентального засоления можно рассматривать как эталонные при сравнении соотношений главных ионов и общей минерализации.

Изучение формирования химического состава подземных вод методом физико-химического моделирования показало, что действие многих причин можно суммировать в три основных, обобщающих, физико-химических факто-

ра: 1) величина соотношения прореагировавших масс породы (R) и воды (W) – R/W; 2) парциальные давления CO_2 и O_2 , задаваемые (открытая система) или складывающаяся в системе «порода-вода»; 3) температура и давления существования системы.

Таблица 1

Средний химический состав (мг/л) и отношения основных ионов для дождевых, речных вод суши (в целом) и подземных вод зоны гипергенеза основных гидрогеологических провинций Земли (по Шварцеву С.П., 1999)

Компоненты состава	Атмосферные осадки	Речные воды	Многолетняя мерзлота	Горные области	Провинция континентального засоления
K	0.64	2.3	0.83	1.55	18.4
Na	3.14	6.3	6.64	13.8	260
Ca	3.37	15.0	16.8	37.8	86.4
Mg	0.7	4.1	5.56	14.5	46.2
SiO ₂	-	13.1	8.63	15.2	31.1
HCO ₃	9.13	58.4	82.8	169	349
CO ₂ (св)	-	-	12.4	8.11	28.8
SO ₄	7.24	11.2	4.05	20.3	304
Cl	3.89	7.8	4.67	12.7	258
F	-	0.1	0.19	0.25	1.47
NH ₄	0.68	-	1.09	0.37	0.85
NO ₂	-	-	0.03	0.20	0.53
NO ₃	0.60	1.0	0.31	2.26	5.78
C _{орг}	-	6.9	12.3	3.72	8.95
Минерализация	29.5	120	135	288	1360
pH	6.06	-	6.53	7.23	7.50
Na/K	4.91	2.74	8.00	8.90	14.1
Na/Ca	0.93	0.20	0.40	0.36	3.32
Ca/Mg	4.81	3.66	3.02	2.61	1.87
HCO ₃ /Cl	2.35	7.49	17.7	13.3	1.35
SO ₄ /Cl	1.86	1.44	0.87	1.60	1.18

Минерализация водного раствора возрастает с увеличением отношения масс реагирующих породы и воды R/W и времени взаимодействия породы и водного раствора.

Увеличение времени контакта породы и водного раствора приводит не только к росту минерализации, но и изменяет химический тип вод. Тип водного раствора в кристаллических породах существенного изменения не претер-

вет, оставаясь Ca-Mg-HCO₃-SiO₂ состава с минерализацией от $n \cdot 10^2$ мг/дм³; в осадочных породах минерализация достигает от $n \cdot 10^3$ мг/дм³ и тип вод: Na-Ca-Mg-Cl-SO₄-HCO₃. Время порядка 10³-10⁴ лет – как и предельное время водообмена в зоне гипергенеза (табл. 1) и заключительная стадия взаимодействия в системе вода-порода, приводит к минерализации 10²-10³ мг/дм³ для вод в кристаллических и несоленосных осадочных породах. Состав водного раствора Ca-Na (Mg)-HCO₃-SO₄ в породах гранитоидного состава; в карбонатных и глинистых породах формируются воды Ca-Mg-SO₄-HCO₃ состава, в алевропесчаных породах – воды Mg-Ca-SO₄-HCO₃ состава. Между концентрацией главных катионов (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺) и анионов (HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻) и общей минерализацией при вышеуказанных стадиях формирования химического состава природных вод сохраняются функциональные зависимости.

Другой важной особенностью указанных зависимостей является увеличение концентрации главных ионов с ростом общей минерализации (Э. Мамыров, 1981, 2001). Приведенные автором краткие выводы современных достижений физико-химического анализа формирования состава природных вод использованы при рассмотрении взаимосвязей главных ионов поверхностных и подземных вод региона. Первичные химические анализы вод (В.Е. Матыченков и др., 1987) в рассматриваемом регионе указывают на весьма пестрый состав природных вод: от гидрокарбонатно-кальциевых и натриевых до сульфатно-кальциевых и хлоридно-натриевых с минерализацией от 0,4 до 45 г/л.

Концентрация ионов натрия и калия. Натрий и калий относятся к числу наиболее распространенных щелочных металлов в природных водах, которые определяют многие физико-химические свойства водных растворов. О содержании калия можно судить по соотношению Na:K, которое для ряда пород изверженного ряда примерно равно 1, в атмосферных осадках ≈5, в речных водах 2,74 и постепенно возрастает в подземных водах провинции континентального засоления до 14,1 (табл. 1). Малое содержание калия по сравнению с натрием в природных водах связано с большой энергией поглощения калия горными породами в ходе катионного обмена, после которого он прочно входит в кристаллическую решетку многих минералов. Калий в значительных количествах поглощается наземной растительностью, что также ведет к уменьшению поступления его в природные воды.

В практике гидрогеологических работ при производстве массовых анализов воды пользуются методикой П.А. Кашинского, по которой из разности сумм мг – экв. анионов и катионов рассчитывается содержание Na⁺+K⁺ (в мг-экв), затем путём перемножения полученного результата на эмпирический коэффициент (равный 25) получают суммарное содержание натрия и калия в мг/дм³. Для вычисления Na⁺ и K⁺ в отдельности используют отношение Na⁺:K⁺=1:5.

Такая методика определения щелочных ионов является несовершенной, т.к. при этом накладываются погрешности определения других ионов, таких как кальций и магний, а отношение Na⁺:K⁺ является непостоянным (табл.1). Учитывая слабую изученность взаимосвязи натрия и калия с общей минерализацией

в природных водах Тянь-Шаня, автором рассмотрены эти зависимости для поверхностных и подземных вод на участках Актерек, Кокомерен, Чет-Куганды, Айрташ, Джилису, Улахол, Бешбельчир-Арашан, Каракиче, Бешенысай, Турасу, Алтын-Арашан, Калмаксу и Угут в интервале минерализаций 100-4000 мг/дм³. В природных водах рассматриваемого региона концентрация ионов натрия колеблется от 3-5 до 600 мг/дм³. При этом, за исключением гидрокарбонатно-кальциевых вод Каракиче и сульфатно-кальциевых вод Бешенысай, с ростом минерализации (Σион) наблюдается закономерный рост натрия, который можно описать эмпирической зависимостью (количество проб N=143):

$$Na = 0,25(\pm 0,01) \Sigma_{ион} - 22,39(\pm 11,47), \quad (1)$$

с весьма высоким коэффициентом корреляции $r = 0,97$.

С ростом натрия до 600 мг/дм³, за исключением термальных гидрокарбонатно-натриевых вод Бешбельчир-Арашан, содержание калия во всех других водах не превышает 1-10 мг/дм³ и зависимости между Na⁺ и K⁺ не наблюдается.

Для термальных вод Бешбельчир-Арашан характерна устойчивая эмпирическая зависимость Na⁺ от K⁺:

$$K^+ = 0,11(\pm 6,85) + 0,10(\pm 0,02) Na^+, \quad (r=0,94) \quad (2)$$

Следовательно для поверхностных и подземных вод рассматриваемой площади характерна очень низкая концентрация ионов K⁺, которая намного ниже чем традиционно принимаемое отношение Na⁺:K⁺=1:5 и ниже чем Na⁺:K⁺=14,5 для подземных вод провинции континентального засоления (табл. 1) за исключением терм Бешбельчир-Арашан, для которых в соответствии с формулой (2) соотношение Na⁺:K⁺=10.

Ионы кальция и магния. Особенности изменений ионов Ca²⁺ и Mg²⁺ в природных водах с ростом минерализации автором рассматриваются по миграционным кривым М.Г. Валяшко, полученным статистической обработкой большого количества анализов.

Установлено, что концентрации кальция и магния в поверхностных и подземных водах региона, растут с увеличением Σион: для Ca²⁺ от 10 до 650 и для Mg²⁺ от 5 до 150 мг/л. При этом для гидрокарбонатных и сульфатных термальных вод Чет-Куганды, Айрташ, Калмаксу, Бешенысай и Турасу, а также хлоридных терм Алтын-Арашан между содержанием Ca²⁺ и суммой ионов существует зависимость вида:

$$Ca^{2+} = 0,23(\pm 0,01) \Sigma_{ион} - 16,90(\pm 11,40), \quad (r=0,96) \quad (3)$$

что почти совпадает с зависимостью (1) для натрия при росте общей минерализации.

Для гидрокарбонатно-натриевых вод Бешбельчир-Арашан и Актерек и хлоридно-натриевых вод Угут характерны более низкие концентрации кальция (до 300 мг/л).

Для всех поверхностных и подземных вод Северного Кыргызстана зависимость магния от суммы ионов выражается следующей эмпирической формулой:

$$Mg^{2+} = 9,42(\pm 2,70) - 0,03(\pm 0,01) \Sigma_{ион}. \quad (r=0,72) \quad (4)$$

На основе формул (3) и (4) можно показать, что с ростом минерализации в природных водах Северного Тянь-Шаня отношение Ca/Mg возрастает от 1 до 5. Следовательно, по сравнению со средними данными Ca/Mg для вод суши и подземных вод, представленных в табл. 1, природные воды рассматриваемого региона характеризуются сравнительно малыми концентрациями магния. Зависимость Mg^{2+} от суммы ионов для гидрокарбонатно-натриевых вод Бешбельчир-Арашан, имеет более высокий коэффициент корреляции $r = 0.80$ и близка к общей зависимости в формуле (4):

$$Mg^{2+} = 11,99(\pm 13,17) + 0,02(\pm 0,01) \Sigma \text{ион.} \quad (5)$$

Таким образом, поверхностные и подземные воды Северного Тянь-Шаня по соотношению кальция и магния характеризуются своими особенностями, а в общем катионном составе преобладающими являются ионы кальция и натрия при сравнительно низких концентрациях кальция и магния.

Связь кальция и магния с главными анионами. Соотношение между кальцием и гидрокарбонат - ионом в интервале концентраций HCO_3^- от 700 мг/дм³ до 1100 мг/дм³ для всех типов вод региона. В этом случае наблюдается рост концентраций кальция с увеличением HCO_3^- , а для отдельных химических типов терм Северного Тянь-Шаня имеются свои особенности взаимосвязи между рассматриваемыми ионами.

Так, для минеральных вод Актерек, Кокомерен, Чет-Куганды, Айрташ, Джилису, Улахол, Каракиче, Турасу, Алтын-Арашан, Калмаксу и Угут между кальцием и HCO_3^- существует тесная корреляционная зависимость:

$$Ca^{2+} = 0,66(\pm 0,03)HCO_3^- - 2,13(\pm 5,34). \quad (r=0,96) \quad (6)$$

Для гидрокарбонатно-натриевых терм Бешбельчир-Арашана характерна другая зависимость:

$$Ca^{2+} = 44,21(\pm 69,18) + 0,21(\pm 0,08)HCO_3^-. \quad (r=0,71) \quad (7)$$

Между Ca^{2+} и SO_4^{2-} существует тесная корреляционная зависимость:

$$Ca^{2+} = 52,15(\pm 9,11) + 0,34(\pm 0,02)SO_4^{2-}. \quad (r=0,87) \quad (8)$$

которая позволяет утверждать, что в широком диапазоне минерализаций (до 3-5 г/дм³) и пестром анионно-катионном составе вод кальций тесно взаимосвязан с сульфат-ионом. Исключение составляют термы Бешбельчир-Арашан и Джилису.

По зависимости между ионами натрия и хлора воды рассматриваемого региона делятся на две группы.

Первая группа АМТ: Актерек, Кокомерен, Чет-Куганды, Айрташ, Джилису, Улахол, Бешбельчир-Арашан, Каракиче, Бешенысай, Турасу, Алтын-Арашан, Калмаксу и Угут, для которых характерна тесная зависимость вида:

$$Na^+ = 1,91(\pm 0,07)Cl^- - 4,36(\pm 5,72). \quad (r=0,97) \quad (9)$$

Для указанных терм характерна сравнительно невысокая концентрация Cl^- и рост ионов натрия с ростом Cl^- от 10 до 500 мг/дм³.

Вторая группа: хлоридно-натриевые и гидрокарбонатно-кальциевые термы Актерек, Угут и Бешенысай с содержанием хлора от 200 до 900 мг/дм³, для которых эмпирическая зависимость натрия от хлора с высоким коэффициентом корреляции описывается формулой.

$$Na^+ = 0,68(\pm 0,03)Cl^- - 9,35(\pm 14,96). \quad (r=0,99) \quad (10)$$

Это выражение по сравнению с формулой (9) указывает на более медленный рост концентраций натрия при увеличении концентраций хлор-иона. Вместе с тем выражения (9) и (10) показывают, что для всех типов вод региона миграция ионов натрия наиболее тесно взаимосвязана с концентрацией хлор-иона, играющего значительную роль в формировании химического состава вод в системе «вода-порода», о чем указано выше. Для поверхностных и подземных вод Северного Кыргызстана установлены ранее неизвестные корреляционные зависимости между главными ионами и геолого-гидрогеологическими условиями их формирования. Поверхностные и подземные воды рассматриваемого региона, по сравнению со среднемировыми данными, характеризуются сравнительно низкими концентрациями кальция и магния. Ионы кальция более тесно взаимосвязаны с гидрокарбонат- и сульфат-ионами, а ионы натрия с ионами хлора (рис. 1, 2). Полученные эмпирические зависимости могут быть использованы для практических расчетов изменений анионного и катионного состава АМТ при различных вариациях их минерализации, связанных с эксплуатацией месторождений термальных вод.

В четвёртой главе приводится характеристика ранее малоизученных выходов субтермоминеральных вод северного Кыргызстана – азотных мало-минерализованных терм, углекислых минеральных вод, радоновых вод. Как правило, это воды трещинного типа циркуляции, малой (около 1 г/дм³ или менее) минерализации, с преобладанием азота в составе газов и температурой до 35⁰С. Предполагается, что это низкотемпературные аналоги типичных АМТ, а то обстоятельство, что их минерализация нередко выше в 2-4 раза, чем у горячих вод, часто не оценивается, принимается как факт и без объяснений.

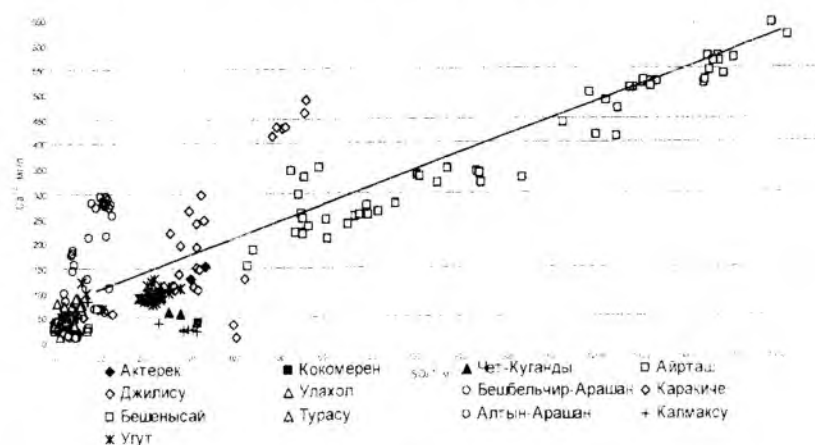


Рис.1. Зависимость содержания ионов Ca^{2+} от ионов SO_4^{2-} для АМТ Северного Тянь-Шаня (N=242 пробы)

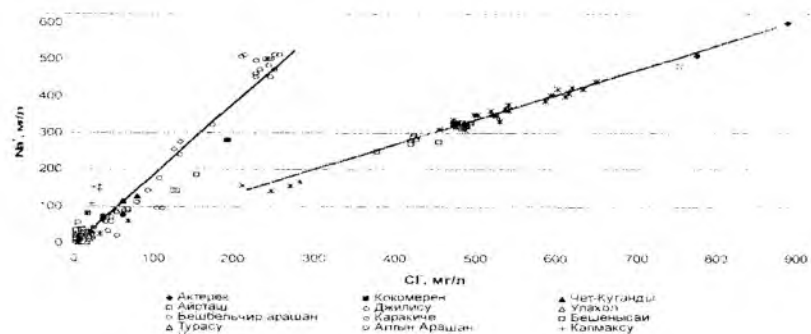


Рис.2. Зависимость содержания ионов Na^+ от ионов Ca^{2+} на участках:

а – (Ca^{2+} до 300 мг/л) - Актерек, Кокмерен, Чет-Куганды, Айрташ, Джилису, Улахол, Бешбельчир-Арашан, Каракиче, Бешенысай, Турау, Алтын-Арашан, Калмаксу, Угут (N=180)

б – (Ca^{2+} от 200 до 900 мг/л) - Актерек, Бешенысай, Угут (N=50 проб)

Участки проявления субтерм считаются перспективными для поиска истинных терм, хотя известные нам попытки вскрыть скважинами термальные воды на участках субтерм Актерек (Прииссыкулье), Бешбельчир-Арашан, Тоссор-Тамга, Угут, Улахол не привели к вскрытию вод существенно большей температуры, чем наблюдавшаяся до бурения. Вместе с тем, имеется ряд удачных попыток, когда каптаж скважинами на участках проявления АМТ приводил к вскрытию вод с существенно более высокой температурой (Ак-Суу, Аламедин, Иссык-Ата и др.). Это обстоятельство, на наш взгляд, требуют рассмотрения субтерм как с гидрогеологической точки зрения, так и с позиций оценки перспектив их практического использования.

В диссертации рассмотрены 32 участка гидроминеральных вод. Это количество, по мнению автора, не является полным или окончательным, т.к. только в течение 5 лет специализированного обследования хребтов Кунгей Алатоо, Терекей Алатоо и Кыргызского, на территории, ранее покрытой гидрогеологической съемкой масштаба 1:200 000, было выявлено 6 ранее неучтенных гидрогеологами проявлений АМТ (Бакалагудь, Кольтор, Туяук, Сукулук, Ой-Булак, Кайнар), что свидетельствует о возможности встречи очагов разгрузки и других аномальных по температуре подземных вод.

Более подробно описаны наиболее перспективные для дальнейших исследований участки с проявлением АМТ.

Участок Айрташ выявлен двумя скважинами к северу от перевала Макмал на абсолютной отметке около 2000 м. Административно это Акталинский район Нарынской области. Структурно скважины расположены на северо-западе юго-восточного крыла Акшийракского (западного) антиклинно-

рия. Здесь под толщей красноцветных алевроито-песчаников и конгломератов олигоцен (?) – миоценового возраста на глубинах 200-280 м вскрыты крупно кристаллические трещиноватые граниты. Из скважины № 177 (нумерация Макмальской ГРП) самоизливом поступает вода с дебитом 2,6 л/с и температурой 25,1⁰ С. По составу макрокомпонентов она гидрокарбонатно-хлоридная натриевая с минерализацией 0,5 г/л, нейтральная, с содержанием радона 5 Бк/дм³. По составу и физическим свойствам она сходна с водой расположенного недалеко от скважины (около 15 км к СВ) субтермального выхода Актерек (Акшийракский). Микрокомпонентный состав воды участка Айрташ допускает ее связь с рудообразующими процессами или наличием рудных проявлений сложного состава – в воде повышены содержания молибдена, меди, цинка и др. Факт их наличия в рудном районе, вблизи выходов сходных по составу субтерм, для которых связь с рудообразующими процессами весьма вероятна, ставит их в ряд интересных гидрогеологических проявлений, требующих дальнейшего изучения с точки зрения режима, состава и геолого-структурного положения, но проблематичных для их использования в питьевых целях.

Участок Актерек (Иссыкульский) расположен на южном побережье озера Иссык-Куль в приустьевой части одноименного ручья, пересекающего шоссе Балыкчи – Каракол на 156-м километре на абсолютной отметке 1645 м. В геологическом отношении выход приурочен к валунно-глыбовому интервалу разреза шарпылдакских отложений плиоцен - древнечетвертичного возраста. Структурно он тяготеет и широтному, вертикальному или круто падающему к югу тектоническому нарушению. Это групповой линейно вытянутый на 180 м вдоль тылового шва первой надпойменной террасы выход, включающий около 15 струй, из которых при опробовании в 2002 г. четыре имели температуру 20,5-21,9⁰, восемь – 15-20⁰, четыре – 10-15⁰ С при температуре воды в ручье 8,3⁰, воздуха 7,2-16,9⁰ С. Субтермальные воды здесь имеют ограниченное распространение. Их суммарный дебит 0,74 л/с при общем дебите выклинивания в пределах участка 3,5 л/с. Субтермальная вода пресная, без запаха и цвета, имеет гидрокарбонатно-хлоридный натриевый состав, минерализацию 0,26-0,32 г/л. Установлено, что уран, бор, литий, медь, цинк, свинец, йод, бром в водах участка Актерек содержатся в количествах, близких к фоновым. Обнаруженный фтор в 3 –х пробах из источников с наиболее высокой температурой воды составляет соответственно 4,0; 5,4 и 3,5 мг/л, т.е. в субтермах почти в полтора раза выше, чем фоновые концентрации. Газонасыщенность АМТ Актерек незначительна – в воде растворено газа 22,8 см³/л; газ по составу близок к воздуху с аномально высоким содержанием углекислоты. Химический состав субтерм Актерек имеет много общего с составом термальных вод хребта Терекей Алатоо например, Чон-Кызыл- Суу,

Содержание микрокомпонентов в азотных термах
Алтын-Арашан, среднее и фоновое в водах участка (мг/дм³)

Микрокомпоненты	Азотные термы	Фоновые концентрации
F	16,0	1,0
J	<0,1	<0,1
U	0,0007	0,0006
Cr	<0,005	<0,005
Li	0,03	<0,1
Cu	0,002	<0,001
Zn	0,01	<0,001
Pb	0,005	<0,001
Co	<0,005	<0,005
As	0,003	<0,003
B	0,7	<0,1

Как следует из табл. 2, большинство микроэлементов имеют фоновые концентрации в термальных водах участка (йод, уран, хром, медь, кобальт, бериллий, висмут, ниобий, фосфор, серебро, ртуть, цирконий в воде терм не обнаружены). В спонтанном газе родника № 162/12, состоящем более чем на $\frac{3}{4}$ из азота, аномально повышено количество гелия и кислорода. Превышение в термах над фоновыми концентрациями лития примерно в 3, бора в 7, фтора в 16 раз, по мнению автора, отражает глубинное происхождение терм даже в условиях территорий, не несущих признаков современного вулканизма. Из-за высокого содержания фтора вода Алтын-Арашан Средний опасна при питьевом потреблении.

Участок Калмаксу расположен на левобережье одноименного ручья у выхода последнего в предгорную пролювиально-озерную равнину с северного склона хр. Кунгей-Алатоо на абсолютных отметках 2100-2200 м - низкогорной, но скалистой, изрезанной саями местности. Субтермальные воды здесь относятся к подземным водам глубокой циркуляции. В роднике с расходом 0,5 л/сек температура такой воды 14°C. Вода пресная по химическому составу сульфатная натриевая, с минерализацией 0,45 г/л. Субтермальная (22,2°C) вода из скважины, самоизливающейся с дебитом 0,32 л/с, при том же типе химического состава имеет минерализацию 0,60 г/дм³. Среди ее аналогов находится большая группа термальных и субтермальных вод Саяно-Байкальской области (Горячинские источники), Камчатки (Паратунка), Кавказа (Ткварчели), Тянь-Шаня (Копал-Арашан, Ак-Суу) и др. Следует отметить, что все вышеперечисленные термы-аналоги имеют температуру в 2-4 раза больше, чем у воды участка Калмаксу, что при очевидной общности их состава дает основание надеяться на встречу и в нашем случае воды в температурой гораздо большей, чем наблюдаемая в настоящее время в случае вскрытия ее за пределами зоны смешения с водами зоны открытой экзо-

Ак-Суу, Алтын-Арашан Средний, как по составу и соотношению макрокомпонентов, так и по повышенному содержанию фтора. Это дает основание предполагать, что на участке Актерек по разрывной зоне в плиоцен-древнечетвертичных отложениях разгружаются термальные воды глубинного происхождения, типичные для гранитоидов Терскей-Алатау.

Вместе с тем, скважина глубиной 250 м, пробуренная в 0,5 км к западу от рассматриваемого участка в зоне тектонического нарушения, контролирующего субтермы Актерек, вскрыла самоизливающуюся воду с дебитом 6 л/с, по температуре и составу почти полностью совпадающую с водой в естественном выходе. Из этого факта следует вывод, что для вскрытия термальных вод на участке Актерек необходимо бурение в зоне тектонического дробления фундамента, по геофизическим данным залегающего здесь на глубине около 2000 м.

Месторождение Алтын-Арашан Средний. В восточном Прииссыккулье в долине реки Арашан расположено несколько групп выходов АМГ. Абсолютные отметки выходов терм от 2390 до 3310 м. Наши оценки относятся к наиболее перспективному для освоения и уже частично освоенному Алтын-Арашану Среднему. С гидрогеологической точки зрения рассматриваемый участок располагается в пределах гидрогеологического массива хр. Терскей-Алатоо в той его части, где область питания подземных вод совпадает с областью разгрузки. Здесь развиты пресные подземные воды, циркулирующие по трещинам в коре выветривания интрузивных и метаморфических пород и в порах четвертичных осадков. Кроме того, имеются выходы подземных вод глубокой циркуляции, приуроченные к зонам дробления тектонических нарушений. Термальные воды на участке Алтын-Арашан Средний разгружаются серией выходов родников из аллювиальных и аллювиально-пролювиальных голоценовых валунно-галечников, местами глыбовых, в основном, по правобережью р. Арашан в 0,3-0,5 км ниже устья ручья Анорты. Из 29 проявлений подземных 3 имеют температуру воды 2-5,9°C, 13 - температуру 9-20°C и суммарный дебит 3,07 л/с, 6 - соответственно 20-36°C и 2,15 л/сек, 2-47, 5-50°C и дебит 1,16 л/с. При нашем обследовании участка в августе-сентябре 2001 г. наибольшая температура подземных вод составляла 51,6 °С, что указывает на заметный рост ее с момента предыдущего замера (50,0 °С). С гидрогеохимической точки зрения термы Алтын-Арашана Среднего относятся к хлоридно-гидрокарбонатным натриевым с наибольшей минерализацией 0,34 г/дм³ - 0,40 г/дм³. По солевому составу термы рассматриваемого участка являются аналогами 97-го типа (Апачинского) минеральных вод по классификации Н.И.Толстихина (1977), довольно редких в мире (на территории Кыргызстана их аналогом являются только источники Чон-Кызыл-Суу на том же южном склоне хр. Терскей-Алатоо).

генной трещиноватости. По содержанию микрокомпонентов вода аномалий не имеет: несколько повышена относительно фоновой концентрация германия, однако объяснение этого обстоятельства пока не ясно. Содержание в воде фтора достигает 12 мг/л, урана – $(4-7) \times 10^{-7}$ г/л, радия – $0,49 \pm 0,06$ нКи/л, радона в воде – до 12 Бк/дм³, в газе – до 18 Бк/дм³. В составе спонтанного и растворенного газов преобладает азот, наблюдается повышенное содержание гелия и аргона. Соотношения различных газов сильно отличаются от атмосферного и близко к соотношениям субтерм Угут.

Участок Кокомерен расположен в Иссык-Кульской области в 14 км вверх по течению одноименной реки от устья ее левого притока – р. Джумгал на абсолютной отметке 1650 м. Выход терм приурочен к тектоническому контакту между кремнистыми метаморфическими сланцами нижнего палеозоя и палеозойскими гранитами. В 1950 г. родник имел дебит 0,08 л/с, температура воды составляла 41°C. В настоящее время термы участка Кокомерен завалены насыпью дороги и проявляются лишь в межень реки Кокомерен. Максимальная замеренная нами температура воды 37,2°C, дебит выхода по данным откачки – 0,17 л/с, суммарный дебит очага, судя по длине полосы проявления терм – около 1 л/с. Опробованный выход имеет хлоридно-сульфатный натриевый состав, минерализацию воды 0,9 г/л. По данным полевого анализа в ней в незначительных количествах присутствуют окисное железо, нитраты, сероводород, по содержанию радона (40 Бк/дм³) вода относится к слабо радоновым. Макрокомпонентный состав воды родника Кокомерен не является аномальным для терм Тянь-Шаня. Однако, содержание германия в его воде 8,5 мг/л, цинка 200 мг/л по мнению автора рекордно. Несмотря на высокие бальнеологические качества воды и, вероятно, значительные ее ресурсы, из-за сложностей каптажа и отсутствия вблизи выхода терм площадок для строительства хозяйственно-лечебных зданий родник Кокомерен имеет трудности практического освоения. Для этого района наиболее целесообразна попытка каптажа маломинерализованных терм, вскрытых ранее скважиной, расположенной на низкой левобережной террасе р. Джумгал в 7 км к западу от с. Чаек. При глубине 280 м скважина дала самоизлив хлоридно-гидрокарбонатной натриевой воды с минерализацией до 1,5 г/л и температурой 27,5°C при дебите до 60 л/с.

Субтермальный родник Пчан расположен на северо-восточном склоне Ферганского хребта на левом борту р. Пчан в 12 км от слияния её с р. Арпа. Выход приурочен к тектоническому контакту нижнекаменноугольных известняков и сланцев верхнего силура в зоне Талассо-Ферганского разлома. Родник восходящий с дебитом около 20 л/с (10.09.2001 г.). Вода без запаха, без цвета, слабо-кисловатая с температурой +20°C. Спектральным анализом сухого остатка в пробах 2001 г. обнаружены (в мг/л): молибден – 0,004, медь – 0,003, стронций – 1,7, барий – 0,3, литий 4,2; при этом большая группа элементов (никель, кобальт, вольфрам, свинец, цинк и др.) не были обнаружены. По данным химических анализов содержание в воде фтора составляет 1,25 мг/л, бора

– 5,5 мг/л, цинка – 0,01, меди – 0,002, молибдена – 0,003, мышьяка – 0,007 мг/л, урана – не более 10^{-6} г/л. Результаты анализов позволяют сделать вывод, что в пчанском роднике наблюдается интенсивное поступление ряда рудных элементов, особенно молибдена, мышьяка, лития, бора, характерных для низкотемпературного гидротермального процесса. Состав растворённого газа в пробе 2001 г., содержащегося в количестве 71,3 мл/л следующий (в об. %): углекислый газ – 71,4, азот – 27,2, кислород – 0,7, аргон – 0,55, гелий – 0,09; метан, водород, сероводород не обнаружены. Отношение аргон/азот с учётом $K=2,6$ для растворённых газов указывает на присутствие 22 % азота неатмосферного происхождения. Расположение в малонаселённой и труднодоступной местности, небольшая температура воды пока затрудняют возможность хозяйственного использования субтерм Пчан.

Участок Угут расположен на левом берегу р. Нарын в 3,5 км ниже устья р.Алабуга на абсолютной высоте – 1995 м. Термальные источники расположены линейно вытянутой группой третьей надпойменной террасы р. Нарын, в полосе шириной 2-4 м между уступом и шоссе, в 3-4 м над урезом воды в реке. С севера к источникам примыкает высокая пойма р.Нарын, площадью около 10 га, поросшая кустарником, местами болотистая и к осени переходящая в такыр. При проведении берегозащитных мероприятий и сравнительно небольшой насыпи она может стать хорошей территорией для расположения сооружения местной лечебницы, базирующейся на Угутских источниках. В формировании АМТ участка ведущее значение имеют разрывные нарушения. В пределах участка развиты подземные воды четырех типов циркуляции: трещинно-карстового, трещинного, трещинно-порового и порового. Вне зоны разломов отложения красноцветного киргизского комплекса безводны из-за своей относительной водоупорности. Зарегистрированные нами в этих образованиях родники термальные, восходящие, эрозивно-тектонические. Расходы отдельных родников составляют 0,09-4,9 л/сек. Суммарный расход термальных родников 5,7 л/с. Вода с температурой 28,1-35,8°C солоноватая без запаха и цвета. Питание подземных вод идет за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока из известняков турне. Пресные подземные воды, по химическому составу гидрокарбонатные, сульфатные, сульфатно-гидрокарбонатные с минерализацией 0,01-1,0 г/л. Ресурсы АМТ вод участка по дебиту выклинивания около 5 л/с. Субтермы Угут уже долгое время используются в бальнеологических целях и популярность их у местного населения постоянно растет. Но, конечно, имеющийся здесь простейший каптаж и одинокая ванна не отвечают санитарным требованиям. Поэтому первоочередной задачей использования лечебных вод рассматриваемого участка является улучшение их каптажа и строительства эксплуатационных помещений. Задача заключается во вскрытии термальных вод на глубине в зоне дробления путем бурения минимум 3-х скважин, располагающихся вдоль уступа обрыва над автодорогой – скважина № 1 у родника № 81 (в зоне трещиноватости), скважина № 2 в 300 м к востоку северо-востоку от родника № 81 и скважина № 3 в 150 м от родника

№ 81 к западу. Глубины скважин определяются необходимостью вскрытия контакта киргизских красноцветов и известняков палеозоя в древней коре выветривания.

Участок Чатыр-Тор (Алтын-Арашан Южный) расположен в 1,5 км от устья вверх по течению ручья Чатыр-Тор на абсолютной высоте 3300 м. Выходы термальных вод с температурой до 49°C здесь приурочены к системе тектонических трещин северо-западного простирания. Выходы аномальных по температуре АМТ на участке Чатыр-Тор рассеяны на площади около 1 га, и имеют температуру от 10 до 49°C (август 2003 г.) с дебитом от сотых долей до 0,3 л/с и суммарным дебитом воды с температурой 10-20°C – 0,55 л/с, 20-30°C – 0,35 л/с, более 30°C – 0,65 л/с. Химический состав воды в наиболее горячей группе существенно отличается от состава терм Алтын-Арашана Среднего повышенной сульфатностью. Из числа микроэлементов в воде терм Чатыр-Тор обнаружены аномальные содержания (мг/л): лития – 570, вольфрама – 380, молибдена – 2, бериллия – 0,15, мышьяка – 2. Химическим анализом в ней установлено наличие фтора – 6 мг/л, бора – около 0,01 мг/л, практическое отсутствие йода и брома. Интересен факт непостоянства в этой воде концентрации кремниевой кислоты, установленный при разных опробованиях. Её количество достигает 116,7 мг/л (рекордное для АМТ Кыргызстана), по нашим данным в 4-х пробах оно не превышает 37-45 мг/л и лишь однажды, в октябре 2004 г., достигло 100 мг/л. Газовый состав рассматриваемых АМТ довольно обычен для азотных терм Кыргызстана и судя по отношению аргон/азот имеет исключительно атмосферное происхождение. Положение АМТ Чатыр-Тор в ненаселённой высокогорной зоне делает их труднодоступными для регулярного наружного бальнеологического использования, но весьма интересными для высокогорных туристов.

Участок Чет-Куганды расположен на левом берегу р.Чет-Куганды в 1 км выше от выхода ее из гор Джумгал-Тоо в Джумгалскую долину на абсолютной отметке 2200 м. Источник групповой, трещинный, водовмещающей породой является серовато-розовый крупнокристаллический гранит силурийского возраста. Выход его приурочен к узлу пересечений альпийских трещин северо-восточного и меридионального простирания. По полученным нами сведениям, вода субтермального выхода Чет-Куганды имеет температуру 25,8 С, суммарный дебит 0,5 л/сек, по составу она сульфатная кальциево-натриевая с минерализацией 0,6 г/л, щелочная, с незначительным (0,1 – 0,2 мг/л) содержанием нитрат-иона и содержанием радона до 20 Бк/дм³. По содержанию микрокомпонентов вода выдающихся аномалий не имеет, хотя концентрация некоторых рудных, например, германия несколько повышена. Содержание в воде фтора достигает 12 мг/л, урана – 5×10^{-7} г/дм³. Содержание редких щелочей в воде выходов Чет-Куганды - лития – 0,326 мг/л, рубидия – 0,038 мг/л, цезия – 0,006 мг/л, что аномально повышено для подземных вод обследованного нами района.

Участок Чон-Кызыл-Суу. Расположен на правобережье долины р. Чон-Кызыл-Суу ниже впадения в неё справа ручья Джилтеу на абсолютной

высоте 2400 м. Выходы аномальных по температуре АМТ наблюдаются на высокой пойме в нескольких десятках метров выше и ниже моста через р. Чон-Кызыл-Суу. При сложной системе трещиноватости пород в местах выхода АМТ не вызывает сомнения наличие характерной для участков терм восточного Прииссыккуля тектонической трещиноватости северо-западного простирания, которая контролирует здесь основное направление долины р. Чон-Кызыл-Суу. Основной выход на поверхность воды с температурой 42 С имеет дебит около 0,7 л/с. Судя по площади и условиям разгрузки, ресурсы участка оцениваются в 130 м³/сут. В воде содержится около 10 мг/л фтора, 75 мг/л ортокремниевой кислоты. Из числа микроэлементов в повышенных концентрациях присутствуют молибден, цинк, мышьяк, практически отсутствует йод и бром; концентрация радона в ней 1,5-2 Бк/дм³, урана – 2×10^{-7} г/л. В составе спонтанных газов рассматриваемой воды содержится рекордное для АМТ Кыргызстана количество гелия – более 1 об.-% и почти 1 об.-% метана. Уникальность макрокомпонентного (высокая хлоридность), изотопного и газового состава выделяют термы Чон-Кызыл-Суу как объект, заслуживающий внимательного изучения. Близкое положение их к населённым пунктам создаёт благоприятные условия для бальнеологического освоения этих АМТ для наружного применения. Из-за высокого содержания фтора (превышение в 10 раз по отношению к фоновому) термы на участке Чон-Кызыл-Суу опасны при питьевом потреблении. В заключении следует отметить, что фтор относится к типичным эссенциальным элементам, содержание которого нормируется как сверху, так и снизу. Диапазон концентраций этого элемента в водах АМТ Северного Кыргызстана в 1999-2004 гг. составлял 3-16 мг/дм³, а поскольку оптимальным является содержание 0,7-1,5 мг/дм³, то по фтору АМТ района должны быть признаны экологически неблагоприятными. Малая общая минерализация в большинстве случаев 0,2-0,4 г/дм³, низкие содержания ряда биологически активных элементов делают питьевую воду АМТ района по этим показателям также экологически неблагоприятной, что, очевидно, должно быть учтено при реализации медико-биологических мероприятий. Наиболее существенным отрицательным экологическим показателем качества АМТ Северного Кыргызстана, по мнению автора, является недостаточное или практически полное отсутствие в ней многих эссенциальных компонентов, прежде всего йода, цинка, меди и ряда других, играющих существенную роль в процессах жизнеобеспечения организма. Качественный и температурный режим АМТ Северного Кыргызстана указывает, что для вод этого типа характерна стабильность многих показателей в течение многих десятилетий (температура наиболее горячих источников на участках Алтын-Арашан, Чатыр-Тор). Это подтверждает связь терм с глубинными геологическими процессами. Вместе с тем в режиме ряда проявлений АМТ устанавливаются колебания сезонного характера, что указывает на участие в формировании этих вод экзогенных факторов, в том числе климатических. Таким образом, режим АМТ Северного Тянь-Шаня в известной мере подтверждает и смешанное их происхождение.

ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИИ

1. Достоверно оценена перспектива бальнеологического использования АМТ Северного Кыргызстана.
2. Определена экономическая целесообразность создания лечебно-оздоровительных учреждений с учётом доступности, величины ресурсов и физико-географических условий.
3. Объектами прикладного освоения, в первую очередь, наряду с освоением месторождений термальных минеральных вод в стратифицированных отложениях прибрежной зоны оз. Иссык-Куль, обосновывается необходимость использования выходов АМТ горного обрамления озера, что позволит круглогодичное функционирование новых оздоровительных учреждений по организации лечения.
4. Поверхностные и подземные воды Северного Тянь-Шаня, включая азотно-минеральные термы, по своему химическому составу характеризуются сравнительно низкими концентрациями ионов калия и магния чем среднемировые данные; между отдельными главными ионами подземных вод установлены впервые тесные корреляционные зависимости.
5. Для увеличения дебита рекомендуется вскрытие горячих и перегретых вод путём бурения скважин глубиной до 1000 м на участках разгрузки АМТ трещинно-жильной циркуляции.
6. Научно обосновано, что природные АМТ без специального их смешения с другими водами или экологически безопасного разбавления с пресными водами непригодны для питья, во-первых, из-за недопустимо высоких содержаний фтора и, во-вторых, из-за отсутствия в их составе оптимальных концентраций других эссенциальных компонентов. Таким образом, АМТ вне их искусственного преобразования и разбавления как тип термоминеральных вод в их природном состоянии признаётся экологически неблагоприятным при питьевом использовании.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Мамасерииков Т.Н.**, Толстухин Г.М. Структура и содержание подсистемы «Геобанк» информационно-прогностической системы гидрогеоэкологических моделей // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. Том 2, Естественно-технические науки. – 2002. – № 4. – С. 101–108.
2. **Мамасерииков Т.Н.**, Толстухин Г.М. Особенности формирования эксплуатационных запасов пресных подземных вод Бишкекской площади // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – Бишкек. – Том 2, Естественно-технические науки. – 2002. – № 4. – С. 87–91.
3. **Мамасерииков Т.Н.**, Толстухин Г.М. Обоснование необходимости организации Государственного мониторинга подземных вод в Кыргызской Республике // Горный журнал Казахстана, г. Алматы, 2003. – № 3 – С. 31–32.

4. **Мамасерииков Т.Н.**, Атыкенова Э.Э., Молдогазиева Г.Т. Экологическая изученность водных ресурсов южного Прииссыккуля // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. Том 3, Естественно-технические науки. – 2003. – № 1. – С. 85–89.

5. **Мамасерииков Т.Н.** Гидроэкологическая характеристика азотных терм Алтын-Арашан // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. Том 3, Естественно-технические науки. – 2003. – № 1. – С. 80–84.

6. **Мамасерииков Т.Н.** Особенности взаимосвязей главных ионов с общей минерализацией поверхностных и минеральных вод северного Кыргызстана // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – Бишкек. – Том 5, Естественно-технические науки. – 2005. – № 1. – С. 147–152.

7. **Мамасерииков Т.Н.**, Плаксин Д.А. Защищённость термоминеральных вод в Иссык-Кульском артезианском бассейне // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. Том 4, Естественно-технические науки. – 2004. – № 3. – С. 114–117.

8. **Мамасерииков Т.Н.**, Плаксин Д.А. Термоминеральные воды в Иссык-Кульском артезианском бассейне // Материалы третьей международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохраняющие технологии освоения недр». М.: Рос. Универ дружбы народов. – 2004. – С. 124–129.

9. **Мамасерииков Т.Н.**, Самсонова А.А., Тыныбеков А.К. Гидроэкологическая характеристика водных ресурсов южного Прииссыккуля. – Бишкек, 2006. – 68 с.

КОРУТУНДУ

Мамасерииков Глевберди Нурбосунович

Түндүк Тянь-Шань азоттук аз минералдаштырылган кыркаларга гидроэкологиялык жактан баа берүү. Геология-минералогиялык илимдеринин кандидаты даражасын коргоо 25. 00. 07.–Гидрогеология

Маанилүү сөздөр: Гидроэкология, азоттук аз минералдаштырылган кыртыш субтермалдык суулар, калыптануунун шарттары, эссенциалдык болүктөр, суунун оптималдуу тутуму, корреляциялык көз карандылык бальнеология, Түндүк Тянь-Шань.

Изилдөөнүн объектиси: Азоттук аз минералдаштырылган кыркалардагы жер астындагы суулар, гидрогеология жана бальнеология тармактарында илимий жана прикладдык маселелерди чечүү үчүн бул сууларга гидроэкологиялык баа берүүнүн ыкмасы.

Иштин максаты: Түндүк Тянь-Шань азоттук аз минералдаштырылган кыркаларды пайдалануунун адамдар учун экологиялык коопсуздук шарттарын ачып көрсөтүү. Сунушталган методикалык ыкмалар дарычарбалык чөйрөдө турдүү багытта каралуучу экологиялык баалоонун принциптерин тастыктайт.

Изилдөөнүн ыкмасы: Геологиялык-гидрогеологиялык, графикалык, статистикалык.

Келип чыккан натыйжалар жана алардын жаңычылдыгы: биринчи болуп мурун белгиленбеген АМТ-супермалдык суулардын түрлөрү белгиленген, бул суулардын мүнөздүү белгилери болуп салыштырмалуу бийик минералдаштыруу эсептелет, бул түрдүн калыптануу шарттары көрсөтүлгөн. «Суунун оптималдуу тутуму» деген түшүнүк киргизилген жана аны аныктоонун баштапкы принциптери калыпка салынган. Кыргызстанда биринчи болуп АМТ тутумунун эссенциалдык бөлүктөрүнүн чон, тобун жайылтууну ачыг көрсөтүүчү АМТнын гидроэкологиялык жактан баасы берилген.

Колдонулуучу тармактар: Дарылык, чарбалык, энергетикалык максаттарда азоттук аз минералдаштырылган кыркаларды пайдаланууда булардын тутумунун өзгөчөлүгү боюнча практикалык сунуштардын иштелмеси.

РЕЗЮМЕ

Мамасериков Тлевберди Нурбосунович

Гидроэкологическая оценка азотных маломинерализованных терм Северного Тянь-Шаня на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук
25.00.07. – Гидрогеология

Ключевые слова: гидроэкология, азотные маломинерализованные термы, субтермальные воды, условия формирования, эссенциальные компоненты, оптимальный состав воды, корреляционная зависимость, бальнеология, Северный Тянь-Шань.

Объект исследования: подземные воды азотных маломинерализованных терм, методика гидроэкологической оценки этих вод для решения научных и прикладных задач в областях гидрогеологии и бальнеологии.

Цель работы: выявление условий экологически безопасного для людей использования азотных маломинерализованных терм Северного Тянь-Шаня. Предлагаемые методические приёмы должны установить принципы экологической оценки рассматриваемого типа вод по различным направлениям в лечебно-хозяйственной сфере.

Методы исследования: геолого-гидрогеологические, графические, статистические.

Полученные результаты и их новизна: впервые выделен ранее не отмеченный подтип АМТ – субтермальные воды, характерным признаком которых является сравнительно высокая минерализация (в 2-4 раза) по сравнению с типичными термами региона, выявлены условия формирования вод этого подтипа. Введено понятие «оптимального состава воды» и сформулированы исходные принципы его определения. Впервые для Кыргызстана дана гидроэкологическая оценка АМТ, выявившая распространение большой группы эссенциальных компонентов состава АМТ.

Область применения: разработка практических рекомендаций по учету особенностей состава азотных маломинерализованных терм при их использовании в лечебных, хозяйственных и энергетических целях.

RESUME

Tleuberdy Nurbosunovich Mamaserikov

“Hydro ecological estimation of nitric slightly mineralized thermal springs of the North Tien-Shan” for searching scientific degree of Candidate of Geology and Mineralogy Sciences
25.00.07 Hydro Geology

Key words: hydro ecology, nitric slightly mineralized thermal water springs (NSMW), sub thermal water springs, condition of formation, essential components, optimal chemical water content, correlating dependence, balneology, the North Tien-Shan.

Subject of study: nitric slightly mineralized underground water springs, methods of hydro ecological estimation for hydrogeology and balneology.

Research objective: exposing of ecology protected conditions of the North Tien-Shan nitric slightly mineralized thermal water springs. Determination of such water ecological estimation for the sphere of medicine and industry.

Method of the researches: geological and hydro geological, graphical, statistics.

Results and novelty: the sub type of nitric slightly mineralized water the main feature of which is 2-4 times higher mineralization in comparison with typical water of the area has been established for the first time. The notion of optimum structure of water has been stated; the genetic principles of its determination have been formulated. The hydro ecological estimation of NSMW clarifying the development of a large group of essential components of the NSMW has been given for the first time.

Application field: Working out practical recommendations for account of nitric slightly mineralized water springs while its use for medicine, industrial and energetics goals.

