

ва питьевой воды по содержанию высокотоксичного мышьяка. Высокие концентрации мышьяка в питьевых водах артезианского бассейна обуславливают высокий риск развития мышьяк-ассоциированных заболеваний неинфекционной природы, что, в свою очередь, определяет эти воды как непригодные для хозяйственно-питьевого использования населением. В связи с этим дальнейшее использование этих вод для питьевого водоснабжения требует системного изучения с целью мониторинга воздействия на здоровье человека и окружающую среду и разработки эффективных методов очистки вод от мышьяка перед использованием их для хозяйственно-питьевого назначения.

Авторы считают целесообразным провести более углубленное изучение особенностей кумуляции мышьяка в организме экспонированных лиц, используя метод биомониторинга, с целью оценки воздействия питьевой воды с различным уровнем содержания мышьяка. Планируется проведение исследований, охватывающих большую группу экспонируемых жителей, проживающих на территории Северного Дагестана с разным уровнем содержания мышьяка в питьевых водах для изучения воздействия и особенностей накопления мышьяка в организме, а также индивидуальных уровней экспозиции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абдулмуталимова, Т.О. Оценка канцерогенного риска здоровью населения, обусловленного высоким содержанием мышьяка в питьевой артезианской воде Северного Дагестана / Т.О. Абдулмуталимова, Б.А. Ревич // Гигиена и санитария. — 2017. — Т. 96. — № 8. — С. 743–746.
2. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, постановление Минздрава России от 30 апреля 2003 г., № 78.
3. Егорова, Н.А. Гармонизация гигиенических нормативов с зарубежными требованиями к качеству питьевой воды / Н.А. Егорова, Г.Н. Красовский // Гигиена и санитария. — 2005. — № 2. — С. 10–13.
4. Каймаразов, А.Г. Идентификация и количественное определение мышьяксодержащих загрязняющих компонентов низкопотенциальных вод Северо-Дагестанского артезианского бассейна / А.Г. Каймаразов, З.Э. Шабанова, И.А. Камалутдинова, К.М. Ахмедов / Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы: II Международная конференция. — Махачкала, 2010. — С. 299–312.
5. Курбанов, М.К. Гидрогеоэкологическая программа «Родник — Ресурсы подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна и пути их рационального использования, предотвращения процессов загрязнения и истощения» на 2003–2008 гг. / М.К. Курбанов // Геоэкологические проблемы освоения и охраны ресурсов подземных вод Восточного Кавказа: Тр. ИГДНЦРАН. — Вып. 49. — Махачкала, 2003. — С. 196–209.
6. Курбанова, Л.М. Мышьяк в подземных водах Северо-Дагестанского артезианского бассейна / Л.М. Курбанова, Ш.Г. Самедов, И.М. Газалиев, Т.О. Абдулмуталимова // Геохимия. — 2013. — № 3. — С. 262–265.
7. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. — М.: Инф-изд. центр Госкомсанэпиднадзора России, 2004.
8. Шабанова, З.Э. Методические аспекты определения мышьяка в подземных водах методом атомно-абсорбционной спектроскопии / З.Э. Шабанова, А.Г. Каймаразов, Т.О. Абдулмуталимова // Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов: Матер. III Школы молодых ученых им. Э.Э. Шпильрайна. — Махачкала, 2010. — С. 76–79.
9. Guidelines for Drinking Water Quality. WHO; Geneva, Switzerland: 2004.
10. IARC: A Review of Human Carcinogen: Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts vol. 100C. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2012.

11. Cuzick, J, 1992. Ingested arsenic, keratoses, and bladder cancer. / J. Cuzick, P. Sasieni, S. Evans. Am J Epidemiol 136(4):417–421.
12. Smith, A.H. Cancer risk from arsenic in drinking water / A.H. Smith, C. Hopenhayn-Rich, M.N. Bates et al // Environ. Health Perspect. — 1992. — 97. — P. 259–267.

© Абдулмуталимова Т.О., Ревич Б.А., Газалиев И.М., 2018

Абдулмуталимова Тамила Омариевна // tamila4@mail.ru
Ревич Борис Александрович // brevich@yandex.ru
Газалиев Иса Мурилович // gazis49@mail.ru

УДК 556.314

Бендерев А.Д.¹, Пихур О.Л.², Христов В.Х.¹, Кехайов Т.М.¹, Тотева А.Г.¹, Керестеджиян Т.Н.¹ (1 — Геологический институт Болгарской академии наук, София, Болгария, 2 — Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии)

ФТОР В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ БОЛГАРИИ: МЕДИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

*Содержание фторида в пресных грунтовых водах Болгарии преимущественно ниже 1 мг/л независимо от того, что они образуются в породах с разным возрастом, происхождением, химическим и минералогическим составом. В Южной Болгарии около 20 населенных пунктов имеют концентрацию фторида в подземных водах выше допустимой. Максимальные концентрации фтора зарегистрированы в районе города Казанлык — 23–24 мг/л. Происхождение фторида этой области связано с высокой возможностью F-выщелачивания при высоких температурах и pH из различных фторидных минералов. Результаты эпидемиологических исследований свидетельствуют о высокой распространенности кариеса зубов у людей, постоянно проживающих в регионах с дефицитом фтора в питьевой воде. Повышенное содержание фтора в питьевой воде увеличивает заболеваемость населения флюорозом зубов. **Ключевые слова:** фтор, подземные воды, термальные воды, питьевая вода, флюороз, кариес зубов, медицинская геология.*

Benderev A.D.¹, Pikhur O.L.², Hristov V.H.¹, Kehayov T.M.¹, Toteva A.G.¹, Kerestegian T.N.¹ (1 — Geological Institute of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria, 2 — St. Petersburg Institute of Bioregulation and Gerontology)

FLUORIDE IN BULGARIAN GROUNDWATER: MEDICAL-GEOLOGICAL ASPECTS

The content of fluoride in fresh ground water of Bulgaria is mainly below 1 mg/l, regardless of whether they are formed in rocks with different age, origin, chemical and mineralogical composition. There are less than 20 inhabited places in Southern Bulgaria where fluoride concentration in groundwater is above permissible. The maximum concentrations of fluoride are registered in vicinity of the town of Kazanlak — 23–24 mg/l. Origin of fluoride of this area is due to the high possibility of F-leaching at high temperatures and pH from various fluoride minerals. The results of epidemiological studies indicate a high prevalence of teeth caries of people perma-

nently residing in regions with a deficiency of fluoride in drinking water. Increased fluorine content in drinking water causes an increase in the morbidity of population of teeth fluorosis. **Keywords:** *fluoride, ground water, thermal water, drinking water, fluorosis, caries of teeth, medical geology.*

Проблемы, связанные с использованием подземных вод человеком в качестве питьевых, а также для удовлетворения его гигиенических и бытовых потребностей, имеют существенное значение для любого государства. Необходимо, чтобы качественные показатели подземных вод соответствовали требованиям, гарантирующим здоровье человека. Одним из таких показателей, на которые в последние годы обращается более серьезное внимание, является содержание фтора в подземных водах.

Фтор встречается практически во всех органах и тканях человека, но наибольшее количество фтора содержится в костях и твердых тканях зубов. Основными естественными источниками поступления фтора в организм человека являются питьевая вода и пища. В ряде случаев дополнительными источниками могут быть: атмосферный воздух, загрязненный фторсодержащими выбросами промышленности; минеральные воды; химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Фториды, растворимые в воде, абсорбируются до 86–97 %. Усвоение фтора зависит от совокупности факторов: растворимость соединений, физическая форма поступающего фтора, присутствие неорганических ионов, органические компоненты пищи. Максимальное усвоение фтора происходит в период роста и развития организма, когда ткани костей и зубов еще формируются.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) кариес зубов отнесен к мировым проблемам здравоохранения. В связи с этим активно изучалось влияние фтора, содержащегося в питьевой воде, на заболеваемость кариесом зубов [6]. В настоящее время общепризнана противокариозная активность фторидов в оптимальных количествах, и установлен оптимальный диапазон концентрации фтора в питьевой воде (от 0,6–0,7 до 1,2–1,5 мг/л), причем более низкая концентрация фтора рекомендована для более теплого климата [14]. Результаты эпидемиологических исследований свидетельствуют о высокой распространенности и интенсивности кариеса зубов во всех возрастных группах людей, постоянно проживающих в регионах с дефицитом фтора в питьевой воде. Установлено, что при концентрации фтора в питьевой воде 1,0–1,2 мг/л кариес зубов развивается в 2 раза реже, чем при концентрации 0,1–0,2 мг/л. Повышенное содержание фтора в питьевой воде вызывает увеличение распространенности флюороза зубов [7]. Так, в местностях с умеренным климатом флюороз наблюдается при концентрации фторида в питьевой воде менее 1,0 мг/л — в 10 %, более 1,2–1,5 мг/л — в 25 %, 2,0–2,5 мг/л — в 50 % случаев. По этой причине нормативы содержания фтора в питьевой воде в Болгарии были пересмотрены, и в соответствии с Постановле-

нием № 9 о качестве вод, используемых для питьевого и хозяйственного водоснабжения, допустимая концентрация фтора не должна превышать 1,5 мг/л.

Флюороз зубов развивается в результате поступления в организм повышенного количества фтора и может быть эндемическим и антропогенным. Высокая распространенность эндемического флюороза выявлена среди населения Африки (Алжир, Эфиопия, Египет, Марокко, Судан, Нигерия, ЮАР и др.), что обусловлено высоким содержанием фтора в воде, почве и горных породах. Государства Южной Америки, Ближнего Востока и Азии характеризуются наличием многочисленных очагов эндемии флюороза. В Китае, Индии, Пакистане флюороз зубов приобретает характер пандемии, т.к. наблюдается у сотен миллионов людей.

На территории России выделяют регионы с более высокими показателями флюороза среди населения следующих областей: Московская, Тверская, Рязанская, Пермская, Мурманская, Свердловская, Челябинская, Читинская. Согласно эпидемиологическим исследованиям, проводимым среди 12–15-летних школьников Твери, использующих воду с содержанием фторида 0,7–4,2 мг/л, распространенность флюороза зубов составляла ~ 70 %, а в районах с меньшим содержанием фтора в питьевой воде варьировала в пределах 7–37 %. Однако анализ содержания фтора в водах, используемых для водоснабжения населенных мест в России, показал, что большая часть населения (более 70 %) живет в условиях фторнедостаточности и лишь 1–3 % — в условиях избыточного поступления фтора в организм, поэтому проблема фторпрофилактики кариеса зубов для России остается актуальной [13].

Большинство населения стран Европы и США также используют питьевую воду с низким содержанием фтора. Вместе с тем существует ряд территорий, где присутствуют рассеянные очаги эндемического флюороза. В них распространенность флюороза зубов среди населения варьирует в широких пределах (15–100 %) и зависит главным образом от концентрации фтора в питьевой воде. Так, в Португалии в очаге эндемии с содержанием фтора в воде >2,5 мг/л флюороз зубов был диагностирован у 72 %, в Италии — у 94,5 % детей. Украина, Молдавия, Эстония, некоторые районы Казахстана, Азербайджана также имеют территории с повышенным содержанием фтора в питьевой воде.

Результаты национального эпидемиологического исследования (2009–2014 гг.) в Болгарии показали:

1) показатели интенсивности кариеса зубов у детей имеют гораздо более высокие значения, чем глобальные цели орального здоровья ВОЗ во всех возрастных группах;

2) в большинстве областей Болгарии флюороз наблюдается во всех возрастных группах: у детей 5–6 лет самое большое распространение флюороза наблюдается в области Бургас (11,67 %), у 12- и 18-летних — в области Хасково (43,33 и 22,55 % соответственно);

3) свободный доступ к минеральной воде с высоким содержанием фтора и ее повышенное потребление являются предпосылкой к передозированию фтора;

4) недостаточная информированность населения о действии фтора и фторпрофилактике.

Основной целью настоящего исследования является создание обобщенной региональной характеристики Болгарии по содержанию фтора в подземных водах, используемых в качестве питьевых вод, для бальнеолечения и рекреации, направленной содействовать сохранению здоровья населения.

Характеристика и распространение подземных вод в Болгарии. Болгария расположена на Балканском полуострове и занимает площадь почти 111 тыс. км². В стране на настоящий момент проживает 7,15 млн чел. Поверхностные и подземные воды при незначительном перевесе поверхностных обеспечивают население водой.

В последнее время наблюдается рост значения подземных вод, причем этот рост неравномерен и зависит от их количества и качества в различных регионах страны. Климатические и географические особенности Болгарии, несмотря на небольшую площадь ее территории, характеризуются исключительным разнообразием, что отразилось на формировании подземных вод [4]. Высота над уровнем моря варьирует от 0 м на побережье Черного моря до более чем 2925 м — вершина Мусала (горы Рила). Рельеф разнообразен, причем большое значение для его современного облика имеют альпийский и неотектонический этапы развития. Наибольшую часть площади территории Болгарии занимает холмистый пояс, имеющий высоту над уровнем моря от 200 до 600 м (41 %), низменный пояс (от 0 до 300 м) занимает 31 %, низко-среднегорный пояс (от 600 до 1600 м) занимает около 20 % территории, высокогорный пояс (выше 1600 м) — около 3 %. При описании рельефа страны следует выделить четыре основные морфологические единицы:

— Дунайская равнина с преобладающим низменным и платовидно-холмистым рельефом, занимающая почти всю площадь Северной Болгарии;

— Старопланинская цепная система, разделяющая страну на северную и южную части и имеющая главным образом горный рельеф;

— переходная горно-котловинная область, обладающая исключительно разнообразным рельефом и являющаяся переходом между Старопланинской цепью и Рило-Родопским массивом;

— Рило-Родопский массив, занимающий самую южную часть страны и имеющий преобладающий горный рельеф.

Болгария расположена в умеренных широтах и большая часть страны относится к континентально-европейской области умеренной климатической зоны. Только самые южные части территории страны относятся к континентально-средиземноморской климатической области субтропической климатической зоны. Разнообразие рельефных форм и перепады высот над уровнем моря также оказывают существенное влияние на формирование климата. В Северной Болгарии климатические различия малы, в то время как в Южной Болгарии климатические условия более разнообразны. Осадки являются основным фактором в подпитке подземных

вод. Средняя сумма осадков по стране меняется с около 400—500 мм на равнине северо-восточной Болгарии до 1500—2000 мм в высоких частях гор. Наибольшее количество осадков для большинства районов страны выпадает в апреле, мае и июне. Минимумы фиксируются в августе—сентябре. Выпадение снега зимой зависит от высоты над уровнем моря. Средняя температура по стране понижается с юга на север и с повышением высоты над уровнем моря. Средняя температура в январе варьирует от –1,5 до 2,5 °С (в равнинных районах) и от –4 до –10 °С (в горных районах). Средняя июльская температура в равнинных районах колеблется от 19 до 23 °С и от 7 до 13 °С в горных районах.

Реки Болгарии короткие и не особенно полноводные. Средняя густота речной сети варьируется от 0,27 до 2,08 км/км². Отток рек формируется за счет осадков, таяния снега и подземных вод. Внутригодовое распределение речного оттока соответствует режиму осадков. Максимумы речного оттока чаще всего проявляются в марте — июне, а минимумы — в августе и сентябре.

Самое большое значение для формирования подземных вод имеют геологические факторы. Большая часть территории страны попадает в зону Альпо-Гималайского орогенного пояса, за исключением Северной Болгарии, чьей основной тектонической структурой является Мизийская платформа [15]. С севера на юг в орогенной зоне можно выделить три более важные структуры низшего порядка: Балканскую, Среднегорскую и Мораво-Родопскую зоны. В территориальном отношении тектонические структуры в значительной степени совпадают с основными морфологическими областями. Это имеет значение как и при формировании подземных вод [2], так и для гидрогеологического районирования страны (рис. 2).

Основной гидрогеологической единицей Северной Болгарии является Северо-Болгарский артезианский бассейн. Он совпадает с Мизийской платформой (Дунайская равнина) и прилегающими к ней частями Балканской зоны. Для него характерно наличие ярусно расположенных водоносных горизонтов, погружающихся с юга на север, с присущими для артезианских бассейнов гидродинамической, гидрохимической и геотермальной зональностями. Территории, расположенные южнее главного хребта Старой Планины (Балканские горы) до Родопского массива (южные части Балканской и Среднегорской зон), оформляют Промежуточную гидрогеологическую область. Для нее характерно наличие грабеновидных структур, заполненных более молодыми отложениями с поровыми водами, которые разделены приподнятыми блоками с преобладающим значением в них трещинных вод. Третья область совпадает с Мораво-Родопской зоной и представляет собой типичное горное построение с преобладающим значением трещинных и карстовых вод. Для локальных и региональных условий формирования подземных вод существенное значение имеют распространение и поверхностные раскрытия разнообразных по возрасту, генезису, механическому, химическому и петрографическому строению пород (рис. 1).



Рис. 1. Геологическая карта Болгарии [10]: 1 — четвертичные несвязанные отложения; 2 — кайнозойские интрузивные породы; 3 — кайнозойские вулканические и вулканогенно-осадочные породы; 4 — кайнозойские осадочные породы; 5 — мезозойские интрузивные породы; 6 — мезозойские вулканические и вулканогенно-осадочные породы; 7 — мезозойские осадочные породы; 8 — мезозойские метаморфические породы; 9 — палеозойские интрузивные породы; 10 — палеозойские вулканические и вулканогенно-осадочные породы; 11 — палеозойские осадочные породы; 12 — палеозойские метаморфические породы; 13 — допалеозойские метаморфические породы; 14 — разломные нарушения; 15 — предполагаемые разломные нарушения; 16 — линии взбросов

Геологическое строение оказывает влияние на распространение и характер термальных минеральных вод Болгарии [11]. До настоящего момента раскрыты и околтурены более 160 гидротермальных месторождений и многочисленные проявления (около 1000 естественных минеральных источников и 2000 скважин, из которых на настоящее время остались суммарно около 630), причем 102 месторождения объявлены исключительной государственной собственностью. Общий дебит минеральных вод доходит до 3000 л/с при температуре с 25 до 100 °С (на поверхности) и общей энергетической емкости 105,6 МВт. Выявлены еще около 2100 л/с, но с температурой ниже 25 °С.

В большом артезианском бассейне Северной Болгарии термальные воды распространены в глубинных частях водоносных горизонтов. Их химический состав

формируется в результате замедленного водообмена и длительного контакта между водой и породами. Большинство минеральных (термальных) вод Северной Болгарии раскрыты в результате бурения скважин глубиной приблизительно до 6000 м. В остальной части страны термальные воды привязаны к разломным нарушениям в зонах влияния больших водонапорных систем. В Южной Болгарии сосредоточены более 95 % естественных минеральных источников, большинство из которых в 1960–1970-е годы были заново каптированы путем проведения бурения. Дополнительное бурение при поиске минеральной воды в основном проведено на глубину с 500 до 1500 м. Скважины только в отдельных случаях глубже более 2000 м.

Распространение фтора в подземных водах Болгарии. Чтобы охарактеризовать распространение фтора в

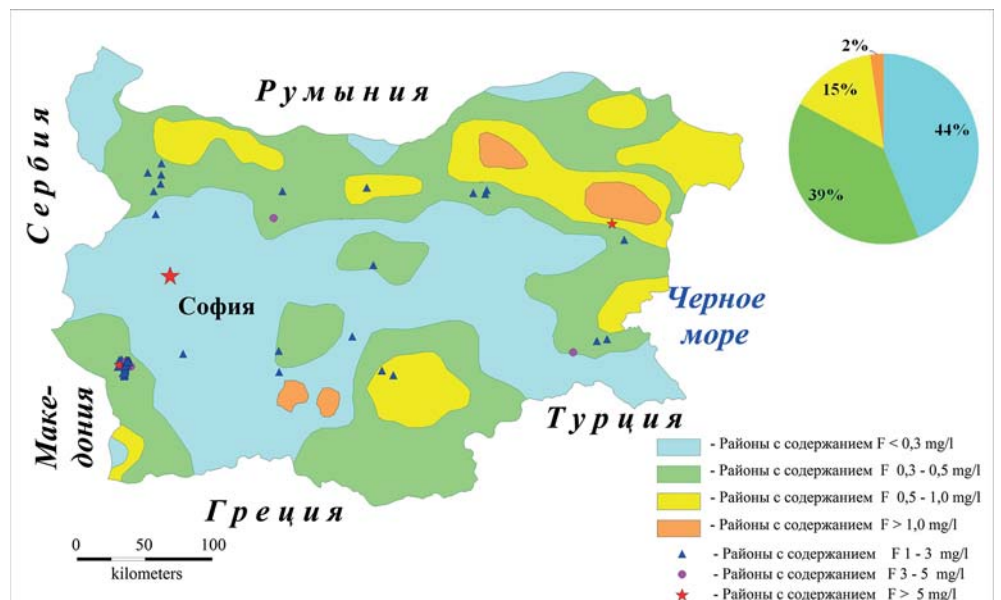


Рис. 2. Районы с различным содержанием фтора в подземных водах и водопункты с аномальным его содержанием (по Т. Кехайову, 1982)

ние значения получены по данным анализов более чем 1000 проб (рис. 2).

В целом пресные подземные воды Болгарии характеризуются низким содержанием фтора. Приблизительно на 98 % территории преобладают воды с концентрацией фтора ниже 1 мг/л и только на оставшихся 2 % она выше. При составлении карты не были учтены единичные пункты с аномальным содержанием фтора, которые отмечены на представленной карте (рис. 2).

Более высокие содержания фтора установлены в термальных и минеральных водах в большинстве водонапорных систем Южной Болгарии. Одно из первых исследований содержания фторидов в болгарских минеральных водах проведено Й. Меламедом (1962) [8]. С целью охарактеризовать содержание фтора в настоящей работе использованы обобщенные данные, опубликованные А. Азмановым (1940) [1], П. Петровым и др. (1971) [9], Л. Владевой, Д. Костадиновым (1996) [3], Е. Pentcheva et al. (1997) [12] (рис. 3, таблица).

Преобладающая часть минеральных вод, богатых фтором, связана с гранитами и гнейсами, но существуют и воды, которые формируются и аккумулируются в риолитах, андезитах, диоритах и др. Наличие фторидов устанавливается в минеральных водах и в некоторых вторичных коллекторах — кайнозойских песчаниках. Наиболее высокие значения (> 15 мг/л) зарегистрированы в Казанлыкской котловине — месторождения минеральных вод, сформированные в южноболгарских гранитах: Овощник (№ 1, таблица, рис. 3), Павел Баня (№ 2), Ягода (№ 3), как и в Баня Кортен (рядом с г. Нова Загора) и в месторождении самой горячей минеральной воды (около 100 °С) в Болгарии Сапарева Баня (№ 4). Очень высоко содержание фторидов (10–15 мг/л) в большинстве месторождений минеральных вод в поречьях рек Места (Якоруда — № 11, Дагонова махала — № 10, Елешница — № 8 и др.) и Струма (Благоевград — № 12, Симитли — № 7, Оштава — № 9 и др.)

В нижнедунайском артезианском бассейне также наблюдается рост содержания фтора с увеличением глубины, но, имея ввиду, что высокоминерализованные воды не используются в качестве питьевых вод, эти воды в нашей работе не рассматриваются.

Основными факторами, от которых зависит присутствие фтора в подземных водах Болгарии являются его поступление из питающих вод и взаимодействие подземных вод с породами. Фтор может поступать в дождевые и поверхностные воды из морских аэрозолей или из антропогенных

источников — фосфатных удобрений или продуктов горения угля и нефтепродуктов. Обычно концентрация фтора в таких водах невелика и значительно ниже допустимой для питьевой воды нормы 0,2 мг/л.

В грунтовых водах, питаемых поверхностными источниками, концентрация фтора может дополнительно увеличиться, но его содержание редко превышает 0,1 мг/л. Главными источниками фтора в грунтовых водах являются средние до кислых магматические породы, в которых основным носителем фтора являются минералы: фторапатит, биотит и амфиболы. В них из-за высокой электроотрицательности и ионного радиуса, почти идентичного радиусу гидроксильной группы, фтор легко замещает гидроксильную группу в структуре минералов. Главный носитель фтора (флюорит) не играет существенной роли в содержании фтора в грунтовых водах из-за своей низкой растворимости. Кроме того, существующие месторождения флюорита в стране не оказывают влияние в региональном плане на подземные воды. Это связано с тем, что они расположены в зонах, имеющих горный характер, в которых подземные воды привязаны к зонам выветривания, обладающих малыми водосборными площадями. Флюорит может быть значимым источником фтора только в случае масштабных месторождений и то только до границы произведения растворимости кальция и фтора.

Фтор может поступать в грунтовые воды и из осадочных пород, причем наиболее существенным источником фтора являются глинистые отложения, в которых фтор находится в виде ионов или ионных комплексов в глинистых минералах. Как правило, песчаники не накапливают фтор, и они не могут быть его потенциальными источниками. Исключения возможны только в случае, если в их образовании участвовали фосфорсодержащие породы. Фтор может нака-

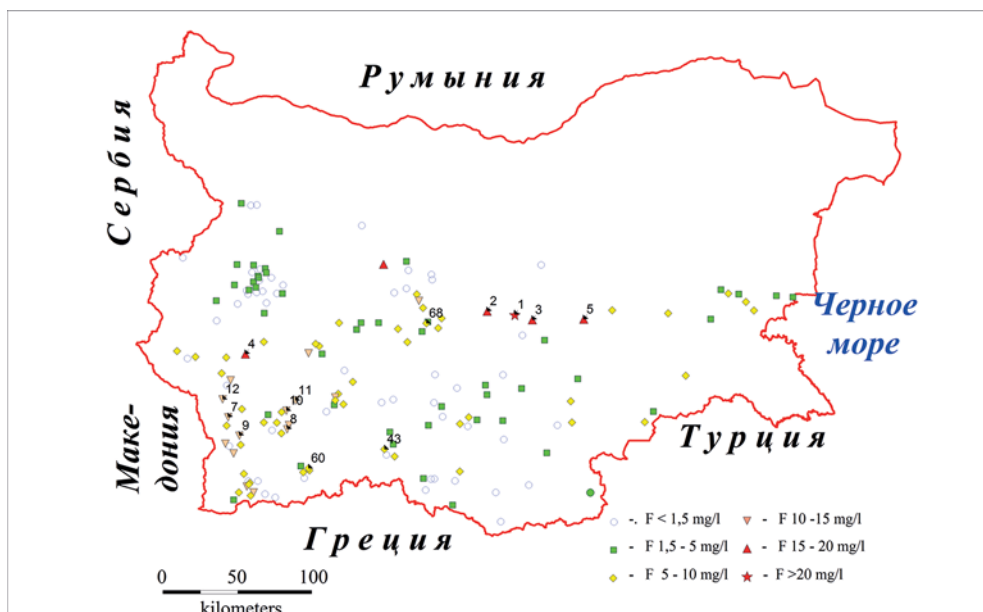


Рис. 3. Месторождения термальных вод в Южной Болгарии и содержание в них фтора (с номерами месторождений, которые упомянуты в тексте и отмечены в таблице и на рис. 2)

Характеристика основных месторождений термальных вод с максимальным содержанием фтора > 5 мг/л

| Но- мер п/п | Месторож- дение термальных вод | F _{мин} , мг/л | F _{макс} , мг/л | Породы | T(°C) | Мине- рали- зация, (г/л) |
|-------------------|---|----------------------------|-----------------------------|---|---------------|-----------------------------------|
| 1 | Овошник | 23 | 24 | граниты | 45–78 | 0,53 |
| 2 | Павел Баня | 14 | 18,4 | граниты | 38–61,5 | 0,5 |
| 3 | Ягода | 14 | 18 | граниты | 33–53,5 | 0,59 |
| 4 | Сапарева Баня | 15 | 16,4 | гнейсы | 98 | 0,65 |
| 5 | Кортен | 14,7 | 16 | граниты | 42–57 | 0,89 |
| 6 | Рибарица | 1 | 16 | известняки, доломиты | 13 | 0,3–2,5 |
| 7 | Симитли | 0,1 | 15 | гнейсы, осадочные породы | 32–62 | 0,71 |
| 8 | Елешница — Златарица | 6,25 | 14,9 | диориты | 37,5– 54,5 | 0,32 |
| 9 | Оштава | 12,5 | 14 | граниты | 55,5 | 0,49 |
| 10 | Дагоново | 13,6 | 13,6 | граниты | 27 | 0,34 |
| 11 | Якоруда | 13 | 13,5 | граниты | 29–34 | 0,65 |
| 12 | Благоевград | 12,2 | 12,8 | гнейсы | 56 | 0,85 |
| 13 | Рила | 12,8 | 12,8 | диориты | 27 | 0,95 |
| 14 | Богдан | 12,1 | 12,1 | граниты | 15–22 | 0,27– 0,36 |
| 15 | Долна Баня | 11,5 | 12 | гнейсы | 62,5 | 0,53 |
| 16 | Кромидово | 10,8 | 12 | песчаники | 45,5 | 0,51 |
| 17 | Градешка Баня | 9 | 11 | гнейсы, граниты | 45–68 | 0,51 |
| 18 | Левуново | 2,1 | 10,8 | гнейсы | 83 | 0,68 |
| 19 | Горна Брез- ница | 9,3 | 10,6 | гранодио- риты | 38 | 0,56 |
| 20 | Елешница (город) | 8,4 | 10,3 | диориты | 37,5– 54,5 | 0,32 |
| 21 | Каменица | 8,2 | 10,2 | граниты | 63–89 | 0,82 |
| 22 | Бани Бургас | 8,5 | 10 | андезиты | 41,5 | 0,57 |
| 23 | Поляново | 10 | 10 | песчаники, алевроли- ты, аргил- литы | 24 | 0,57 |
| 24 | Радовец | 10 | 10 | гранито- гнейсы | 15–23 | 1,6 |
| 25 | Беден | 6,3 | 9,9 | гнейсы | 72 | 1,83 |
| 26 | Спатово | 9,9 | 9,9 | пески | 33 | 0,53 |
| 27 | Слатино | 9,7 | 9,7 | пески | 26 | 0,81 |
| 28 | Стралджа | 8,5 | 9,7 | андезиты | 44,5 | 1,03 |
| 29 | Драгиново | 8,5 | 9,6 | гнейсы | 94 | 0,7 |
| 30 | Пчелин Баня | 9,3 | 9,4 | гранодио- риты | 72 | 0,96 |
| 31 | Поибрене | 9,3 | 9,3 | граниты | 43 | 0,35 |
| 32 | Момин проход | 8,5 | 9,25 | граниты | 65,5 | 0,98 |
| 33 | Бани Кар- лово | 8,8 | 9,1 | граниты | 42,5– 49,5 | 0,27 |

| Но- мер п/п | Месторож- дение термальных вод | F _{мин} , мг/л | F _{макс} , мг/л | Породы | T(°C) | Мине- рали- зация, (г/л) |
|-------------------|---|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------|-----------------------------------|
| 34 | Бани Разлог | 3,5 | 9 | граниты | 55–56 | 0,33 |
| 35 | Дупница | 8,6 | 8,6 | диориты | 14,5 | 0,22 |
| 36 | Тополово | 8,5 | 8,5 | гранитоиды | 61,5 | 0,55 |
| 37 | Марикости- ново | 7 | 8,4 | гнейсы | 55–61 | 1,01 |
| 38 | Кюстендил | 8 | 8,3 | гнейсы | 72 | 0,61 |
| 39 | Столетово | 7,8 | 8,3 | граниты | 32 | 0,26 |
| 40 | Влахи | 8 | 8 | граниты | 23 | 0,41 |
| 41 | Симеонов- град | 8 | 8 | граниты | 23 | 1,44 |
| 42 | Невестино | 1,2 | 7,9 | диориты | 29,5–62 | 0,78 |
| 43 | Девин | 1,8 | 7,8 | гнейсы, осадочные породы | 42 | 0,23 |
| 44 | Стефан Караджово | 0,7 | 7,8 | мраморы | 20,5 | 1,55 |
| 45 | Пясчник | 7,8 | 7,8 | граниты | 18–21 | 0,49– 0,6 |
| 46 | Долно Осе- ново | 7,7 | 7,7 | гнейсы | 56 | 0,53 |
| 47 | Песнопой | 5,8 | 7,5 | граниты | 43 | 0,32 |
| 48 | Катарино | 5,25 | 7,3 | граниты | 20 | 0,54 |
| 49 | Садиево | 7 | 7 | туффы | 29 | 0,35 |
| 50 | Хотово | 6,4 | 6,8 | песчаники | 39 | 0,46 |
| 51 | Гырмен - Заграде | 6,7 | 6,7 | гнейсы | 16,3 | 17,6 |
| 52 | Лыджене | 4,8 | 6,6 | граниты | 61 | 0,37 |
| 53 | Бани Сли- вен | 6,6 | 6,6 | известняки | 42–50 | 1,97 |
| 54 | Климент | 5,5 | 6,4 | граниты | 29 | 0,28 |
| 55 | Леново | 6,4 | 6,4 | гранитоиды | 47 | 0,39 |
| 56 | Сандански | 5,8 | 6,4 | пески | 83 | 0,69 |
| 57 | Рупите | 5,9 | 6,1 | гнейсы | 75 | 2,35 |
| 58 | Бани Гоце Делчев | 6 | 6 | гнейсы | 43 | 0,28 |
| 59 | Лыджа | 6 | 6 | гранито- гнейсы | 42 | 0,94 |
| 60 | Огняново | 5,7 | 6 | гнейсы | 35–40 | 0,25 |
| 61 | Добрини- ште | 4,8 | 5,8 | граниты | 40 | 0,32 |
| 62 | Варвара | 5,3 | 5,5 | гнейсы | 61–81 | 0,81 |
| 63 | Красново | 5,5 | 5,5 | граниты | 55 | 0,24 |
| 64 | Ракитово | 4,9 | 5,4 | гнейсы | 32,5–51 | 0,33 |
| 65 | Харманли | 5,4 | 5,4 | граниты | 23 | 4,27 |
| 66 | Крупник | 5,3 | 5,3 | граниты | 21 | 0,43 |
| 67 | Белчин | 5,1 | 5,1 | гранодио- риты | 42 | 0,29 |
| 68 | Хисар | 2,5 | 5,1 | граниты | 41–52 | 0,22 |

пливаться в известняках, но их роль в насыщении грунтовых вод фтором сильно ограничена наличием кальция. И для таких вод произведение растворимости является важным определяющим фактором. Вот почему фторсодержащие грунтовые воды редко бывают гидрокарбонатно-кальциевыми. Воды с повышенным содержанием фтора чаще всего гидрокарбонатно-натриевые, а наибольшие его содержания наблюдаются в глубоко залегающих, мало-подвижных водах с незначительным опреснением.

Наблюдаемый большой разброс значений концентрации фтора в некоторых осадочных отложениях Болгарии (рис. 4) является результатом их локальных особенностей, наличия богатых фосфором пород как, например, присутствие фосфоритовых конкреций в некоторых мезозойских аргиллитах и алевролитах, глауконит с фосфорными минералами в верхнемеловых песчаниках и др. Переотложение фосфорсодержащих минералов с фтором в них является причиной наличия зон с повышенными концентрациями фтора на отдельных участках отложений речных (аллювиальных) и эоловых (лессовых) отложений. Определенное значение при этом имеет и более длительный контакт вода — вмещающая порода в водоносных горизонтах, сформированных в верхних частях артезианских бассейнов. Низкие содержания фтора в магматических и метаморфических породах являются результатом быстрого водообмена залегающих на небольшой глубине трещинных вод в зонах их выветривания. Они обычно распространены в горных зонах с наличием условий для быстрой циркуляции.

Подземные воды в зоне активного водообмена, характеризующиеся повышенным содержанием фтора, выше среднего по стране, наиболее широко распространены в Болгарии в пределах Дунайской равнины (Северо-Восточная Болгария). Здесь они сформированы на больших площадях и имеют региональный характер. В этих районах водоносные формации полностью покрываются отложениями лессового комплекса и черноземом — объектом агротехнической деятельности. Источником фтора в подземных водах являются общие для лессового комплекса и грунта минералы — биотит, мусковит, горнблендит и главное — глинистые минералы. В самых восточных, приморских частях территории страны, вероятно, повышение содержания фтора (в подземных водах) происходит за счет инфильтрации морской воды в известняки сармата.

Извлечение фтора из почвы и его последующая миграция в подземные воды происходит при ее обработке фосфорсодержащими химическими удобрения-

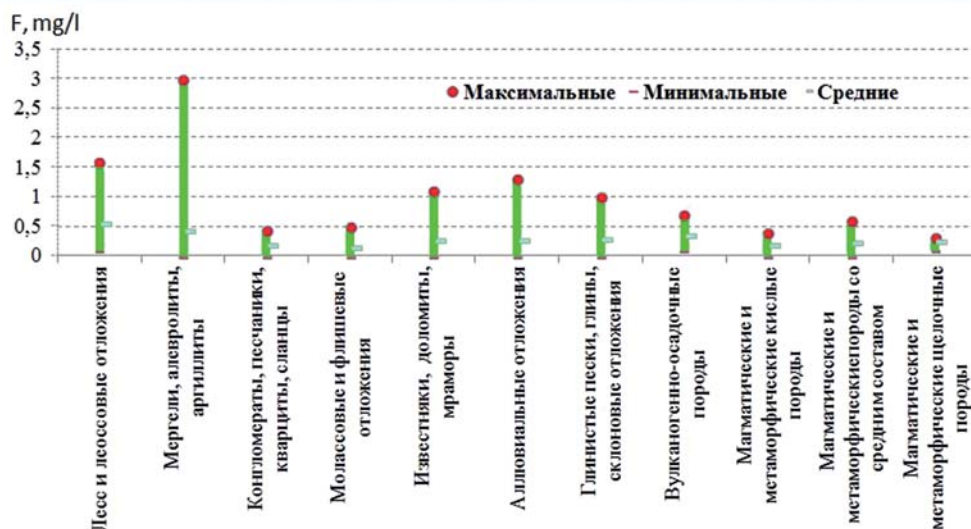


Рис. 4. Минимальные, максимальные и средние содержания фтора в подземных водах из зоны активного водообмена Болгарии

ми. Доказано, что фосфор играет роль катализатора в процессе извлечения и миграции фтора с инфильтрационными потоками к подземным водам. Подобное положение с повышенным содержанием фтора в подземных водах наблюдается и в других районах страны с интенсивной агротехнической обработкой почвы. В районах, расположенных рядом с морем, не надо исключать возможность его наличия в результате процесса инпульверизации.

Длительность взаимодействия грунтовых вод и пород водоносного горизонта является решающим фактором при насыщении вод фтором. Температура воды также является важным фактором. Растворимость ионов фтора и их комплексов увеличивается втрое в диапазоне температур между 10 и 20 °С. Воды такого типа могут содержать до 10 мг/л и более фтора и в значительной степени превышать нормы безопасные для здоровья. Поэтому в термальных водах наблюдаются самые повышенные количества фтора. Кроме этого, при высокой температуре растворимость фтора быстро растет. Эти воды часто напрямую связаны с магматическими гидротермальными источниками, которые являются наиболее существенными носителями фтора в земной коре. В таких водах содержание фтора даже выше 1000 мг/л. В этом случае состав магматического источника не имеет значения, т.к. при инконгруэнтном плавлении и наиболее щелочные магматические породы могут образовать кислые дифференциаты, в которых концентрируется фтор.

Состояние и проблемы, связанные с применением подземных фторсодержащих вод. В основном негативное воздействие фтора на человека осуществляется при его непосредственном поглощении. Поступление фторидов в большом количестве (>1,5 мг/л) с питьевой водой в организм человека повышает риск развития костного флюороза и флюороза зубов как у детей, так и у взрослых, проявляющееся нарушением структуры костного вещества и твердых тканей зубов соответственно. Фтор, кроме отрицательного, имеет и положительное

воздействие на стоматологическое здоровье людей — в качестве средства для профилактики кариеса зубов. Поэтому в старых нормативных документах (БДС 28-33Б 1983 г. — Питьевая вода) определены верхняя и нижняя границы его содержания в питьевой воде: от 0,7 до 1,5 мг/л. На сегодняшний день согласно Приложению № 1 к чл. 3, п. 2 Распоряжения 9 от 16.03.2001 г. о качестве воды, предназначенной для питьейно-бытовых целей в Болгарии определено только предельно допустимое содержание фторидов — до 1,5 мг/л.

Как показали полученные результаты, пресные подземные воды Болгарии в основном отвечают этим требованиям и являются подходящими для потребления в качестве питьевых вод. Исключение составляют отдельные системы водоснабжения (около 20-и населенных пунктов Южной Болгарии), где у населения наблюдается рост стоматологической заболеваемости. В некоторых населенных пунктах в прошлом использовались для питьейно-бытовых целей и термальные воды с высоким содержанием фтора, что приводило к массовому проявлению флюороза у местного населения. Примером этого может служить с. Огняново (№ 60, таблица, рис. 4), где раньше не было водоснабжения холодной водой. Эта проблема решается выявлением альтернативных источников водоснабжения, в том числе снабжением поверхностными водами и разбавлением вод.

Другой проблемой явилось бутилирование минеральных вод с содержанием фтора от 1,5 до 5 г/л, т.к. раньше считалось, что эти воды подходят для профилактики возникновения кариеса. В торговых сетях предлагались свыше 10 торговых марок минеральных вод, в том числе и популярных, таких как Хисар (№ 68, таблица, рис. 3), Девин (№ 43) и др. В последние годы эта тенденция уменьшается, и бывшие большие производители минеральных вод, сохраняя свою торговую марку, начали бутилировать столовые и холодные родниковые воды, отвечающие гигиеническим требованиям.

Заключение

Природные условия Болгарии характеризуются большим разнообразием, вследствие которого сформировались разнообразные по происхождению, количеству и качеству подземные воды, имеющие исключительно важное значение для населения и экономики страны. Проведенный анализ полученных данных о наличии фтора в питьевых и минеральных водах Болгарии показал, что основное количество питьевой подземной воды (98 %) соответствует требованиям нормативных документов, согласно которым количество фтора в воде не должно превышать 1,5 мг/л. Только в нескольких населенных пунктах использовались воды с повышенной концентрацией фтора, но в большинстве случаев были найдены альтернативные источники. Более существенной проблемой является высокое содержание фтора в бутилированных минеральных водах некоторых известных болгарских брендов, но постепенно производители заменяют их столовыми минеральными и родниковыми водами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азманов, А. Български минерални извори / А. Азманов — София: Държ. печатница МТПП. отд. за природни богатства, 1940. — 260 с.
2. Антонов, Х. Подземни води в НР България / Х. Антонов, Д. Данчев — София: Техника, 1980. — 360 с.
3. Владева, Л. Български питейни минерални води — състав, характеристика, оценка и здравно-профилактични възможности. I част. / Л. Владева, Д. Костадинов — София, 1996. — 175 с.
4. География на България. Физическа и социално-икономическа география / Ред. И. Коправлев. — София: Изд. ФорКом, 2002. — 760 с.
5. Кехайов, Т. Карти на макрохимичния състав на подземните води в България / Т. Кехайов / Годишник на Комитет по геологии. — Т. 24, 1984. — С. 137–148.
6. Кузьмина, Э.М. Роль фторидов в профилактике кариеса зубов: механизм действия, эффективность и безопасность / Э.М. Кузьмина, И.М. Кузьмина, А.В. Лапатина, Т.А. Смирнова // Dental Forum. — 2013. — № 5 (51). — С. 65–76.
7. Куклева, М. Флуорна профилактика и риск от зъбна флуороза / М. Куклева — Пловдив: ИК «ВАП», 2010. — 128 с.
8. Меламед, Й. Флуорът в българските минерални води / Й. Меламед // Научн. тр. НИИФК. — 1962. — С. 25–28.
9. Петров, П. Хидрогеоложки проучвания на минералните води в България / П. Петров, С. Мартинов, К. Лимонадов, Ю. Страка — София: Техника, 1970. — 196 с.
10. Чешитев, Г. Геоложка карта на България. М 1:500 000 / Г. Чешитев, И. Кънчев — Троян: ВТС, 1989.
11. Benderev, A. Thermal waters in Bulgaria. In Mineral and thermal waters of southeastern Europe (eds. P. Papic) / A. Benderev, V. Hristov, K. Bojadgieva, B. Mihailova — Springer Part of the series Environmental Earth Sciences, 2016. — P. 47–64.
12. Pentcheva, E. Hydrogeochemical characteristics of geothermal systems in South Bulgaria / E. Pentcheva, L. Van't Dack, E. Veldeman, V. Hristov, R. Gijbels — Universiteit Antwerpen, 1997. — 121 p.
13. Pikhur, O.L. Fluorine. Medical Geology Community in Russia and the NIS. In Medical Geology. A Regional Synthesis. (eds. O. Selinus, R. Fikelman, J. Centeno) / O.L. Pikhur, J.V. Plotkina, O.V. Frank-Kamenetskaya, E.V. Rosseeva — Springer Dordrecht Heidelberg. — London New York, 2010. — P.226–232.
14. World Health Organization. Fluorides and oral health // TRS N 846. — Geneva. — 1994. — 42 p.
15. Zagorchev, I. Geomorphological zonation of Bulgaria / I. Zagorchev / Principles and state of the art Comptes rendus de l'Academie Bulgare des Sciences. — 2009. — V. 62, N 8. — P. 981–982.

© Коллектив авторов, 2018

Бендерев Алексей Димитров // aleksey@geology.bas.bg
Пихур Оксана Львовна // pol0012@mail.ru
Христов Владимир Христов // vhh_gji@abv.bg
Кехайов Тошо Минчев // tomike@abv.bg
Тотева Аглайда Георгиева // aglaya.j@abv.bg
Керестеджиян Томас Нубар // thomas.kerestedjian@gmail.com

УДК 550.34:504.75+617.7

Кремкова Е.В.¹, Печенкин И.Г.² (1 — ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова», 2 — ФГБУ «ВИМС»)

ВЛИЯНИЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Землетрясения всегда поражали психику людей своей внезапностью и трагическими последствиями. Проведено изучение течения глаукомы у больных в условиях длительного воздействия стрессовых факторов Ташкентского землетрясения (1966). Установлено, что на всем протяжении продолжающегося более полугода сильного землетрясения у людей, болеющих глаукомой или предрас-