

СХЕМА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО И ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ ПО УСЛОВИЯМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

© 1997 г. Л. А. Григорян*), В. А. Аветисян**), А. Л. Ананян**), П. М. Капланян*), Г. В. Шагинян*), Ц. О. Эксузян*)

*) Институт геологических наук НАН РА

375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения

**) Ереванский государственный университет, Армения

375049 Ереван, ул. Алека Манукяна, 1, геологический ф-т, Республика Армения

Поступили в редакцию 5.11.96.

На базе схематического гидрогеологического районирования территории республики, проведенного предшествующими исследователями, в статье предлагается новое целевое таксономическое деление для изучения геохимии подземных пресных питьевых вод.

Наиболее существенным и сложным этапом любого районирования является разработка принципов таксономического деления территории. Создаваемая классификационная схема предполагает специальную систематику природных условий, построенную по иерархическому принципу. В этом плане не составляют исключение и принципы гидрогеологического деления территорий. Действовавшая гидрогеологическая градационная система для территории Союза носила в целом весьма интегративный характер, что, по-видимому, вполне справедливо для такого огромного региона, представленного, в основном, пенепленизированной платформой. Горные же сооружения молодого альпийского тектонического этапа составляют в этом регионе весьма незначительную часть. В результате таксономический принцип деления этих регионов представлен несколько схематично и, как следствие, не разработана универсальная система как гидрогеологического, так и, тем более, гидрогеохимического районирования. Одним из таких сложных в гидрогеологическом отношении регионов, для которого отсутствует подобная иерархическая схема, является территория Республики Армения. Единого принципа гидрогеологического деления территории республики пока не существует. Обусловлено это тем, что формирование и динамика подземных вод в горных областях определяется целым набором весьма трудно систематизируемых факторов. Вместе с тем существуют различные классификационные схемы, направленные на решение конкретных целевых задач.—разведка, оценка и эксплуатация месторождений различных типов подземных вод—пресных, минеральных, промышленных и т.д. Наиболее распространенным и приемлемым является принцип гидрогеологического районирования территории республики, предложенный В. А. Аветисяном и В. Т. Вегуни [1]. Эта классификация, рассматривающая региональную гидрогеологическую схему, в основном, без учета вертикальной гидродинамической дифференциации зон стоков, включает три градационных уровня—«гидрогеологическая область», «гидрогеологическая под-область», «гидрогеологический район», соответствующие третьему, четвертому и пятому порядкам Всесоюзного гидрогеологического деления.

Принимая за основу отмеченную градационную систему, предложенную вышеназванными авторами [1], мы, решая целевую задачу, связанную с гидрогеологическим и гидрогеохимическим районированием подземных пресных питьевых вод, попытались ввести иной так-

сономический принцип, способствующий ее решению. При этом предлагаемая схема районирования предусматривает рассмотрение вод двух верхних гидродинамических этажей—зоны местного и регионального стоков. Воды зоны глубокой циркуляции, в силу своих гидрохимических характеристик, как правило, не пригодны для хозяйственно-питьевых целей и поэтому в данной работе не рассматриваются.

Первый таксономический уровень—«гидрогеологическая область»—районирует территорию по ее принадлежности к той или иной региональной области стока. Таковыми областями для всех природных вод территории республики служат бассейны стоков р.р. Куры и Аракса.

Здесь следует оговориться, что этот градационный уровень весьма опосредственно влияет на изучаемый нами объект—подземные питьевые воды—и скорее определяет направленность поверхностного стока, являющегося для наших целей предметом хозяйственно-питьевого назначения посредством использования очистных сооружений.

Второй классификационный уровень—«гидрогеологическая подобласть»—характеризует тип циркуляции подземных пресных вод в пределах двух верхних гидродинамических этажей—зоны местного и регионального стоков. Этот градационный уровень заимствован из гидрогеологической карты вышеотмеченных авторов [1] и с некоторыми таксономическими изменениями применен в нашей классификационной системе.

По этому признаку в пределах отмеченных областей выделяются три подобласти (рис. 1):

1. Пластово-трещинных и массиво-трещинных типов вод, циркулирующих преимущественно в карбонатных, терригенно-осадочных, интрузивных, метаморфических, вулканогенно-осадочных и вулканогенных породах, имеющих распространение в пределах северных, северо-восточных, центральных, южных и юго-восточных складчатых и складчато-глыбовых сооружений (I подобласть).

2. Покрово-трещинных типов вод, циркулирующих в верхнеплиоцен-четвертичных лавах и их пирокластах Центрального вулканического нагорья (II подобласть).

3. Пластового типа вод в озерно-речных, континентальных и терригенных отложениях в условиях межгорных котловин (артезианские бассейны) (III подобласть).

В пределах подобласти основной «рабочей» единицей предлагаемого нами деления является «гидрогеологический район», околтуренный в каждом конкретном случае как по вертикальному разрезу, так и в плане региональными базисами эрозии. Впервые для горных стран этот принцип трехчленного гидродинамического деления был сформулирован Б. А. Личковым [5]. Нам представляется, что этот принцип деления (сверху вниз): зона местного стока, ограниченная местным базисом эрозии; зона регионального стока, околтуренная региональным базисом эрозии; зона вод глубокой циркуляции наиболее полно отражает вертикальную гидродинамическую и, как следствие, горизонтальную гидрохимическую зональность в условиях резко расчлененных горных сооружений.

Таким образом, согласно этому принципу в вертикальном разрезе отмечается переход доминирующего положения рельефно-морфологического фактора к структурному. Или иначе, если гидродинамика зоны местного стока обусловлена исключительно разнонаправленным, гравитационным движением по различным трещинам и нарушениям зоны выветривания, то движение вод зоны регионального стока более упорядочено и наряду с рельефно-морфологическим фактором (т. е. гравитационным движением вод) нарастает влияние и структурных

особенностей (движение вод по плоскостям напластования, зонам региональных нарушений). Движение же вод зоны глубокой циркуляции подчинено исключительно структурному фактору.

Однако принятый нами принцип трехчленного гидродинамического деления территории республики имеет ряд уязвимых сторон. Так, напорные пресные воды межгорных котловин, расположенные в 40—50 м от поверхности (первый напорный горизонт) формально локализируются ниже регионального базиса эрозии и, следовательно, согласно принятому принципу, должны рассматриваться как воды зоны глубокой циркуляции. Но с другой стороны, по химическому составу, величине общей минерализации и целому ряду гидродинамических показателей они тяготеют к водам зоны регионального стока. Поэтому в случае артезианских бассейнов напорных вод некоторые горизонты рассматриваются нами как продолжение второго гидродинамического этажа, т. е. зоны регионального стока. Сказанное в значительной степени относится к таким бассейнам напорных вод, как: Гукасянский, Ширакский, Спитакский, Памбакский, Сисианский и др. В этом плане довольно полемично положение Араратского напорного бассейна, нижние горизонты напорных вод которого относятся преимущественно к зоне глубокой циркуляции.



Рис. 1. Схематическая карта гидрогеологического районирования территории РА. 1. Подобласть пластово-трещинных и массиво-трещинных типов вод; 2. Подобласть покрово-трещинного типа вод; 3. Подобласть пластового типа вод; 4. Границы гидрогеологических районов в пределах выделенных подобластей.

Вполне естественно, что соотношение местных и региональных зон стоков определяется в каждом конкретном случае наличием и густотой эрозионных врезов и, как следствие, масштабом проводимых работ. Так, выделенные в одном масштабе региональные базисы эрозии могут служить местными базисами при другом масштабе районирования.

В пределах выделенных районов отмечается автономность баланса и режима вод по зоне регионального стока. Области формирования, транзита и разгрузки в каждом конкретном случае ограничиваются региональными базисами эрозии. При последующем более детальном изучении выделенных гидрогеологических районов возникает необходимость введения в предложенную схему следующего более низкого таксона—подрайон. Кстати, вполне естественно, что предложенная схема районирования в дальнейшем подлежит детализации и уточнению границ гидрогеологических районов.

Таким образом, в пределах вышеотмеченных трех подобластей выделяются следующие гидрогеологические районы, оконтуренные на приведенной схеме районирования региональными базисами эрозии (рис. 1).

I гидрогеологическая подобласть

1. 1. Гугаркский гидрогеологический район, ограниченный региональными базисами эрозии р. р. Дебед и Агстев.
1. 2. Тавушский гидрогеологический район с региональными базисами эрозии р. р. Агстев и Гетик.
1. 3. Арегунийский гидрогеологический район. Региональными базисами эрозии служат: р. Гетик и зеркало оз. Севан.
1. 4. Памбакский гидрогеологический район, ограниченный региональными базисами эрозии р. р. Памбак и Мармарик.
1. 5. Базумский гидрогеологический район локализуется в пределах региональных базисов эрозии р. р. Памбак и Дзорагет.
1. 6. Лалварский гидрогеологический район ограничен региональными базисами эрозии р. р. Дебед и Дзорагет.
1. 7. Севанский (в пределах Севанского хребта) гидрогеологический район. Региональными базисами эрозии служат: р. Масрик и зеркало оз. Севан.
1. 8. Вайкский гидрогеологический район с региональными базисами эрозии р. р. Арпа и Ехепис.
1. 9. Урцский гидрогеологический район оконтуривается региональными базисами эрозии р. р. Азат, Селим и Араратской долиной.
1. 10. Баргушатский гидрогеологический район, локализованный в пределах региональных базисов эрозии р. р. Воротан и Вохчи.
1. 11. Мегринский гидрогеологический район, ограниченный региональными базисами эрозии р. р. Вохчи и Аракс.

II гидрогеологическая подобласть

2. 1. Джавахетский гидрогеологический район, ограниченный с юга региональным базисом эрозии р. Дзорагет.
2. 2. Амасийский гидрогеологический район, локализованный региональным базисом эрозии р. Ахурян.
2. 3. Арагацкий гидрогеологический район, ограниченный региональным базисом эрозии р. р. Ахурян и Касах.
2. 4. Аранлерский гидрогеологический район с региональным базисом эрозии р. р. Мармарик, Раздан, Касах.

2. 5. Гегамский гидрогеологический район. Региональными базисами эрозии служат: р. р. Раздан, Аракс и зеркало оз. Севан.
2. 6. Варденисский гидрогеологический район, локализованный в пределах региональных базисов эрозии р. Ехегис и зеркала оз. Севан.
2. 7. Ишхансарский гидрогеологический район, ограниченный региональными базисами эрозии р. р. Воротан, Тертер, Акора.

III гидрогеологическая подобласть

3. 1. Араратский артезианский бассейн.
3. 2. Севанский артезианский бассейн.
3. 3. Ширакский артезианский бассейн.
3. 4. Арпилич-Гукасянский артезианский бассейн.
3. 5. Воротанский артезианский бассейн.
3. 6. Апаран-Алагезский артезианский бассейн.
3. 7. Аргичинский артезианский бассейн.
3. 8. Памбакский артезианский бассейн.

Ниже на основе предложенной вертикальной гидродинамической зональности рассмотрим гидрогеохимические особенности каждого из выделенных гидрогеологических районов. При этом на сегодня далеко не все районы содержат равноценную информацию—это задача наших дальнейших исследований.

Однако, даже существующие материалы свидетельствуют о том, что воды разных зон стоков одного и того же гидрогеологического района могут обладать различными химическими составами. В одних случаях это различие будет характеризоваться только величиной общей минерализации, в других—будет проходить только по анионному или катионному составам и, наконец, возможны случаи полного несоответствия химического состава вод различных гидродинамических этажей.

Данный предварительный этап гидрогеохимического районирования территории построен по следующему принципу: при выделении классов химического состава вод проведена генерализация—в анионном ряду учтены только те компоненты, процентное содержание которых превышает 25—30% состава анионов; в катионном—за основу взят лишь доминирующий элемент. Такая градация вполне удовлетворяет предварительный характер излагаемого материала.

По вышеотмеченным двум зонам стоков наибольшее распространение на территории республики имеют следующие девять химических классов вод (классы вод представлены по степени убывания компонентов минерализации): 1) гидрокарбонатные натриевые; 2) гидрокарбонатные кальциевые; 3) гидрокарбонатные магниевые; 4) гидрокарбонатно-хлоридные натриевые; 5) гидрокарбонатно-хлоридные кальциевые; 6) гидрокарбонатно-хлоридные магниевые; 7) гидрокарбонатно-сульфатные натриевые; 8) гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые; 9) гидрокарбонатно-сульфатные магниевые.

Сформированные в некоторых водах под действием окисляющихся рудных тел в пределах рудных районов (Каджаран, Кафан, Алаверди, Анкаван, Дастакерт, Гандзут и др.) сульфатный или сульфатно-гидрокарбонатный классы имеют весьма локальный характер и не определяют химический состав вод всего гидрогеологического района. Однако, рассмотрение степени их конкретного воздействия на те или иные подземные питьевые воды—задача предстоящих исследований.

При рассмотрении химического состава вод всех подобластей отмечается абсолютное доминирование в анионном ряду гидрокарбонат-

иона, процентное содержание которого колеблется от 65—70 до 90 и выше процентов состава анионов. Это свидетельствует о том, что анионную основу всех подземных пресных питьевых вод составляет гидрокарбонат-ион. Употребление в хозяйственно-питьевых целях вод с преобладанием сульфат-иона или хлор-иона на территории республики с экологических позиций нежелательно. При преобладающей роли гидрокарбонат-иона в водах всех выделенных подобластей, концентрации и процентные содержания хлор-иона и сульфат-иона дифференцированы в зависимости от принадлежности вод к той или иной подобласти. Так, в водах Центрального вулканического нагорья, как правило, вторым анионом является хлор-ион, процентное содержание которого в водах зоны регионального стока достигает иногда 25—30% состава анионов. При этом возрастание процентного содержания, как правило, не связано с увеличением абсолютных концентраций иона. Напротив, в водах артезианских бассейнов вторым по значению анионом служит сульфат-ион, процентное содержание которого в отдельных бассейнах (Ширак, Арарат) достигает 30—35% состава анионов. При этом наблюдается прямая корреляция процентного содержания и абсолютной концентрации иона. Гораздо разнообразнее поведение этих анионов в подземных питьевых водах первой подобласти. Чрезвычайная пестрота водовмещающих пород накладывает отпечаток и на химический состав формирующихся вод. С определенной степенью достоверности можно утверждать, что осадочные образования (карбонаты, доломиты) формируют преимущественно гидрокарбонатно-сульфатный класс вод, а вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы (порфириты, туфогены) — гидрокарбонатно-хлоридный.

Если по анионному составу вышесотмеченная закономерность в основном соблюдается, то катионы ведут себя значительно бессистемнее. В общем плане в описываемых водах доминирует кальций-ион. В большей степени это относится к водам, циркулирующим в нормально-осадочных образованиях (известняках, доломитизированных известняках), а также частично в терригенно-осадочных породах (алевролитах, мергелях, глинах, песчаниках). Воды, циркулирующие в верхнеплиоцен-четвертичных андезито-базальтовых лавах и их пирокластах, как правило, характеризуются повышенными концентрациями иона магния, составляющего иногда основу катионов. Однако в большинстве случаев магний-ион является преимущественно вторым катионом. Распределение щелочных металлов в подземных питьевых водах двух первых областей проходит с некоторым их процентным увеличением в водах подобласти складчатых сооружений. Значительные концентрации щелочей фиксируются в водах артезианских бассейнов, где в ряде случаев они служат основным катионом (Араратский бассейн).

Выделенные гидрогеологические подобласти представлены различным количеством классов вод, циркулирующих в описываемых двух верхних гидродинамических этажах. В силу большого разнообразия литолого-петрографического состава пород значительной пестротой характеризуются воды первой подобласти. Как правило, по зонам местного стока выделенных гидрогеологических районов этой подобласти циркулирует до пяти классов вод. Преобладающими в первой гидрогеологической подобласти являются: по зонам местного стока — гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые; гидрокарбонатные кальциевые; гидрокарбонатно-сульфатные натриевые; гидрокарбонатно-хлоридные натриевые; гидрокарбонатно-хлоридные кальциевые. Достаточно разнообразны в этой подобласти и классы вод зон регионального стока. По этим зонам преобладают гидрокарбонатные каль-

циевые; гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые; гидрокарбонатно-хлоридные натриевые.

Гидрогеологическая подобласть Центрального вулканического нагорья, сложенная верхнеплиоцен-четвертичными лавами и их пирокластами, характеризуется несколько меньшим разнообразием классов циркулирующих вод. Наибольшее распространение по зонам местного стока имеют: гидрокарбонатно-хлоридный кальциевый; гидрокарбонатно-хлоридный натриевый; гидрокарбонатно-хлоридный магниевый классы.

Зоны регионального стока характеризуются следующими основными классами вод: гидрокарбонатно-хлоридными кальциевыми; гидрокарбонатными кальциевыми; гидрокарбонатно-хлоридными натриевыми.

Еще меньшим разнообразием классов циркулирующих вод характеризуются артезианские бассейны. В отличие от предыдущих подобластей горизонтальная гидрогеохимическая зональность сведена здесь до минимума. Как правило, в плане выдерживается постоянство химического состава по всему бассейну.

Основное разнообразие в классах наблюдается по вертикали, по принадлежности вод к тому или иному напорному горизонту. Наиболее распространенными классами вод этой подобласти являются: гидрокарбонатно-сульфатные натриевые; гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые; гидрокарбонатные кальциевые.

Одним из основных компонентов минерализации природных вод является кремнезем. В данной статье не затрагиваются вопросы соотношения ионной и молекулярной форм нахождения кремния в питьевых водах. Здесь мы ограничиваемся рассмотрением его валовых концентраций в том или ином генетическом классе вод. По результатам наших предыдущих исследований четкой закономерности распределения концентраций кремния в зависимости от генетической принадлежности вод к той или иной подобласти не отмечается. Отмечается лишь некоторое увеличение содержания элемента в артезианских водах, где средняя концентрация кремния в пересчете на SiO_2 колеблется в интервале значений от 55 до 90 мг/л. Среднее же содержание этого компонента в подлавовых водах в среднем составляет 40—60 мг/л. Некоторое уменьшение содержания кремния отмечается в подземных водах, циркулирующих в осадочных и терригенно-осадочных образованиях первой гидрогеологической подобласти.

В водах зон местного стока содержание кремния несколько ниже, чем в водах зон регионального стока. По-видимому, колебание концентраций этого соединения коррелируется с длительностью подземной циркуляции вод.

Отмечается различие в подземных пресных водах выделенных подобластей и по величине общей минерализации.

Наименее минерализованными являются воды второй подобласти—Центрального вулканического нагорья. Трещинный характер относительно недлительной циркуляции в сочетании с плотными, в основном не претерпевшими экзогенные процессы андезито-базальтами не способствуют формированию больших величин общей минерализации. Наименее минерализованными являются воды первого гидродинамического этажа—зоны местного стока. Интервал колебаний суммы компонентов минерализации колеблется здесь от 140 до 350—400 мг/л и зависит в основном от длительности подземной циркуляции вод. Несколько шире диапазон колебаний величины общей минерализации в водах зон регионального стока—от 280 до 650 мг/л. Несколько выше величина общей минерализации в водах первой подобласти, сложенной

различными по составу и возрасту породами разных генетических групп. Колебания величины минерализации в водах зон местного стока различных по генезису пород достигают большого диапазона—от 200 до 750 мг/л.

Еще выше общая минерализация вод зон регионального стока этой подобласти—от 350 до 1000 мг/л. Наконец, наибольшим разбросом содержаний этой величины характеризуются воды артезианских бассейнов. Здесь колебания проходят в интервале 350—1200 мг/л, что, по-видимому, является не столько следствием длительности циркуляции, сколько различием характера водовмещающих пород напорных горизонтов и степенью удаления этих горизонтов от поверхности. Как правило, более нижние горизонты напорных вод обладают большей минерализацией. Однако существуют и исключения (Араратский и Масрикский артезианские бассейны), когда под напорными горизонтами, сложенными озерно-речными и континентальными отложениями прослеживаются слабоминерализованные (350—400 мг/л) воды, циркулирующие в верхнеплиоцен-четвертичных вулканитах.

Проведенные нами исследования позволяют ввести по величине общей минерализации следующую, пока довольно приближенную градацию вод, включающую три интервала значений: до 350 мг/л; 350—700 мг/л и 700—1200 мг/л. Предложенная градация, в основном, предусматривает эколого-геохимическую сущность величины минерализации. Так, воды с очень низкой минерализацией (150—200 мг/л) характеризуются дефицитом растворенных солей, не способствующим во многом нормальной жизнедеятельности организма, вызывая ряд эндемических заболеваний (рахит, остеопороз, кариес зубов и др.) [7]. С другой стороны, высокие содержания растворенных солей (кстати, которые также могут привести к нежелательным медико-биологическим последствиям) лимитированы стандартами, установленными для вод хозяйственно-питьевого назначения (1200—1500 мг/л) [2]. Вероятно, наиболее приемлемыми для питьевых целей служат воды с величиной общей минерализации, укладывающейся в интервал значений от 350 до 700 мг/л, причем особую роль при этом должен играть показатель карбонатной жесткости [7]. Степень общей жесткости в экологическом отношении является одной из наиболее существенных сторон качества питьевых вод. Медико-биологические показатели предусматривают (в основном для нормальной сердечной деятельности) употребление в питьевых целях умеренно-жестких и жестких вод. По этому показателю воды описанных гидрогеологических подобластей существенно отличаются друг от друга. Наиболее кондиционными (укладывающимися в интервал шкалы общей жесткости от 3 до 9 мг/экв) являются воды Центрального вулканического нагорья. За редким исключением в катионном ряду этих вод преобладает кальций-ион, а за ним по степени распространенности следует ион магния. Даже слабоминерализованные воды этой подобласти, как правило, имеют показатель степени жесткости не ниже 3,0—3,5 мг/экв. Более пестрая картина наблюдается в водах первой подобласти. Нормальной жесткостью обладают воды, циркулирующие в карбонатных, метаморфических и вулканогенных породах.

Несколько ниже этот показатель в водах, циркулирующих в интрузивных, терригенно-осадочных и вулканогенно-осадочных породах. И, наконец, преимущественно мягкими (1,5—3,0 мг/экв) являются воды некоторых артезианских бассейнов, дренирующие озерно-речные и континентальные образования.

На формирование микрокомпонентного состава вод решающее влияние оказывают: химический состав пород, слагающих данный гидрогеологический район, металлогеническая специализация руд и

интенсивность антропогенных (техногенных) процессов. Одним из авторов [3] данной статьи предложена генетическая градация микрокомпонентного состава питьевых вод, суть которой заключается в том, что все элементы и соединения, как нормированные, так и подлежащие нормированию, по своим генетическим признакам подразделяются на следующие группы: малые петрогенные элементы; рудогенные элементы и соединения; техногенные элементы, соединения и изотопы.

К числу элементов, связанных с литолого-петрографическим составом слагающих территорию республики пород, следует отнести: бериллий, фтор, хром, никель, кобальт, железо и марганец. В основном набором этих элементов характеризуются нефелиновые сиениты, ультрабазиты, имеющие довольно широкое распространение в гидрогеологических районах первой подобласти.

Принимая во внимание металлогеническую специализацию территории, к наиболее распространенным элементам рудных формаций, переходящим в результате окисления в водный раствор, следует отнести: медь, молибден, цинк, свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, селен, теллур, хром, серебро, железо и марганец. Широкие масштабы горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности вовлекли в гипергенный цикл и перевели в раствор различные содержания отмеченных элементов, некоторые из которых представлены в природных водах в весьма высоких концентрациях, превышающих иногда предельно-допустимые концентрации.

Следует отметить, что помимо элементов, нормированных существующими ГОСТами питьевых вод, количество токсичных ингредиентов этой группы в природных водах территории республики значительно шире, что должно найти отражение во вновь разрабатываемых стандартах. Так, к уже существующим нормированным элементам следует также добавить: сурьму, хром, серебро, кадмий—концентрации которых в питьевых водах некоторых гидрогеологических районов довольно высоки и подлежат лимитированию.

Наконец, третью группу токсичных компонентов составляют антропогенные (техногенные) компоненты. Эта обширная группа подразделяется на: промышленные, сельскохозяйственные и бытовые загрязнители. Из-за отсутствия данных влияние бытовых загрязнителей на подземные питьевые воды в данной статье не рассмотрено. Сельскохозяйственная нагрузка представлена группой биогенных элементов, в основном, соединениями азота и фосфора, вносимыми в почвы в виде удобрений, а также фекалиями скота. Основными промышленными загрязнителями на территории республики являются: отходы рудников и флотационных фабрик, а также отработанное сырье химических предприятий. Естественно, приведенным перечнем токсичных компонентов этой группы не ограничивается число загрязнителей питьевых вод. Эта группа загрязнителей наиболее динамична.

Отмеченные компоненты всех трех групп распределяются по выделенным гидрогеологическим подобластям следующим образом.

Наибольшими концентрациями рудогенных компонентов характеризуется подобласть складчатых и складчато-глыбовых хребтов. Особенно ощутимые содержания в природных водах фиксируются в Лалварском, Гугаркском, Севанском, Баргушатском и Мегринском гидрогеологических районах. Довольно значительны концентрации рудогенных элементов и соединений также в Вайкском и Памбакском гидрогеологических районах. Средние содержания наиболее распространенных рудогенных компонентов (медь, молибден, цинк, свинец) в питьевых водах Капана, Каджарана, Алаверди, Шамлуга достигают соответственно: 0,05; 0,03; 0,06 и 0,01 мг/л.

В пределах подобласти Центрального вулканического нагорья содержания компонентов рудогенной группы весьма невелики. Наиболее часто встречаемые концентрации вышеотмеченных рудных компонентов укладываются в интервал значений 0,002—0,006 мг/л, что на порядок величины меньше, чем в ряде гидрогеологических районов первой подобласти.

Также невелико содержание компонентов рудной минерализации в питьевых водах артезианских бассейнов. Как правило, средние содержания не превышают величины 0,00n мг/л (где $n \leq 5$).

Элементы петрогенной группы в подземных, питьевых водах выделенных подобластей распределены следующим образом: в подобласти складчатых и складчато-глыбовых хребтов наибольшим распространением в водах, циркулирующих в вулканогенных и вулканогенно-осадочных образованиях, характеризуются хром, железо и марганец, содержания которых, однако, не превышают сотых долей мг/л. В природных водах Памбакского гидрогеологического района этой подобласти весьма значительны концентрации одного из наиболее токсичных элементов питьевых вод—бериллия. Связанный с массивом нефелиновых сиенитов этот элемент в тех или иных концентрациях (зачастую превышающих ПДК) присутствует во многих природных водах, формирующихся в пределах этого района. Механизм поступления элемента в подземные питьевые воды приведен в работе одного из авторов данной статьи [3].

В подземных водах гидрогеологических районов подобласти Центрального вулканического нагорья наиболее распространенным (а местами в довольно ощутимых количествах) является хром, связанный с выветриванием основных пород. Однако его содержания, как правило, на порядок ниже нормированных концентраций. Из числа других петрогенных элементов здесь присутствует также железо, концентрации которого однако весьма небольшие.

В питьевых водах артезианских бассейнов концентрации малых петрогенных элементов, как правило, невелики. Исключение составляет Памбакский артезианский бассейн, куда поступают бериллийносные воды с одноименного массива. Здесь так же, как и в водах массива, фиксируются содержания элемента, достигающие предельно-допустимых концентраций (0,0003 мг/л).

Как отмечалось, из числа техногенных компонентов наибольшее распространение в природных водах имеют биогенные элементы и соединения. Повышение их концентраций коррелируется с интенсивностью сельскохозяйственной деятельности—как земледелия, так и скотоводства. Вне зависимости от принадлежности территории к той или иной гидрогеологической подобласти в подавляющем большинстве сельскохозяйственных районов отмечаются повышенные против фона концентрации нитратов, нитритов и фосфора. Примером резкого увеличения содержания форм азота и фосфора в зоне гипергенеза в связи с сельскохозяйственной деятельностью могут послужить Гугаркский и Лалварский гидрогеологические районы первой подобласти, Гегамский и Варденисский—второй, Араратский, Ширакский и Памбакский районы подобласти межгорных котловин. В районах с отгонным животноводством из форм азота преобладают нитриты, а в районах с преимущественным земледелием—нитраты и фосфор.

Подводя итог вышеизложенному, можно сделать следующие выводы.

1. На основе разработанного таксономического принципа деления территории предложено целевое гидрогеологическое и гидрогеохими-

ческое районирование подземных пресных питьевых вод. Проведенное гидрогеологическое районирование включает три иерархических уровня: область, подобласть и район, в основу которых положена следующая таксономическая градация: бассейны стока (область); типы вод, циркулирующих в пределах верхних гидродинамических этажей (подобласть), наличие и густота региональных базисов эрозии (районы). По результатам проведенного районирования в плане выделяются: две области стока (бассейны р.р. Аракс и Кура), включающие три генетически различных типа циркулирующих вод—в пределах складчатых хребтов: Центрального вулканического нагорья; межгорных котловин, а также составляющие эти подобласти 26 гидрогеологических районов. В вертикальном разрезе в каждом из околтуренинских гидрогеологических районов выделяются зоны местного и регионального стоков. В пределах зон региональных стоков каждый из выделенных гидрогеологических районов характеризуется самостоятельностью режима и баланса подземных вод.

2. По геохимическим показателям подземные питьевые воды территории республики представлены девятью классами вод, в которых доминирующим компонентом в анионном ряду служит гидрокарбонат-ион. Интервалы содержаний сульфат-иона и хлор-иона находятся в зависимости от состава водовмещающих пород. Содержание катионов более ровное.

По величине общей минерализации выделяются три интервала содержаний: до 350 мг/л; 350—700 мг/л; 700—1200 мг/л. Наиболее приемлемыми для питьевых целей являются воды с минерализацией 350—700 мг/л.

3. Микрокомпоненты в подземных питьевых водах представлены тремя генетическими группами: малыми петрогенными, рудогенными и техногенными элементами и соединениями. Наиболее прогрессирующими концентрациями обладает группа техногенных загрязнителей и среди них биогенные элементы—формы азота и фосфора.

Работа выполнена в рамках тем 94—582 и 96—110, финансируемых из госбюджета РА.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՏԱՐԱԾՔԻ ՀԻՒՐՈՆԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ԵՎ ՀԻՒՐՈՆԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՇՐՋԱՆԱՑՄԱՆ ՍԽԵՄԱՆ ԸՍՏ ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ-ԽՄԵԼՈՒՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ԱՏՈՐՆԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՏԱՐԱԾՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ

Լ. Ա. Գրիգորյան, Վ. Ա. Ավետիսյան, Ա. Լ. Անանյան, Պ. Մ. Ղափլանյան
Հ. Վ. Շահինյան, Մ. Հ. Էֆսուրյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Տանկացած շրջանացման առավել էական և բարդ փուլը տարածքի մասնատման տարսոնոմիական սկզբունքների մշակումն է: Դասակարգման յտեղծվող սխեման ենթադրում է բնական պայմանների հատուկ համակարգում կառուցված հիերարխիայի սկզբունքով:

ԽՍՀՄ տարածքի համար գործող սոստիճանային համակարգը ընդհանուր առմամբ ուներ ինտեգրատիվ բնույթ, ինչը բնական էր այդպիսի հսկայական տարածքի համար, քանի որ այդպիսի տեկտոնական էտապի երիտասարդ լեռնային կառույցները կազմում էին այդ տարածքի շատ փոքր մասը: Արդյունքում այդ ռեգիոնների մասնատման տարսոնոմիական սկզբունքը ներկայացված էր սխեմատիկորեն: Իսկ այդպիսի ռեգիոնների թվին է պատկանում ՀՀ տարածքը, որի հիդրոերկրաբանական մասնատման ընդհանուր սկզբունք առայժմ գոյություն չունի:

Առավել տարածվածը և ընդունելին Վ. Ա. Ավետիսյանի և Վ. Թ. Վեհուկու առաջարկած սկզբունքն է: Այն դիտարկում է ռեգիոնալ հիդրոերկրաբանական սխեման՝ հիմնականում առանց հոսքերի գոնաների ուղղաձիգ հիդրոգիներամիկական դիֆերենցիացիայի և ներառում է երեք աստիճանային մակարդակներ. «Հիդրոերկրաբանական մարզ», «Հիդրոերկրաբանական ենթամարզ» և «Հիդրոերկրաբանական շրջան», որոնք համապատասխանում են համամիութենական մասնատման երրորդ, չորրորդ և հինգերորդ աստիճաններին: Այս աստիճանային համակարգը ընդունելով որպես հիմք, մենք փորձել ենք կիրառել այլ տարսոնոմիական սկզբունք՝ լուծելու համար ստորերկրյա քաղցրահամ խմելու ջրերի հիդրոերկրաբանական և հիդրոերկրաքիմիական շրջանացման հետ կապված նպատակային խնդիրները:

Առաջին տարսոնոմիական մակարդակը՝ «Հիդրոերկրաբանական մարզը» շրջանացնում է տարածքը՝ ըստ հոսքի այս կամ այն ռեգիոնալ մարզին նրա պատկանելիության: Այդ մարզերը մեր հանրապետության տարածքի բոլոր բնական ջրերի համար Քուռի և Արարսի տվազաններն են:

Երկրորդ մակարդակը՝ «Հիդրոերկրաբանական ենթամարզը», բնութագրում է ստորերկրյա ջրերի շրջապատույտի տիպը տեղական և ռեգիոնալ հոսքերի սահմանաններում: Ըստ դրա, անջատվում են երեք ենթամարզեր.

1. Շերտա-ճեղքային և դանգվածա-ճեղքային տիպերի ջրերի ենթամարզեր,
2. Մածկոցա-ճեղքային տիպի ջրերի ենթամարզեր և
3. Շերտային տիպի ջրերի ենթամարզեր միջլեռնային գոգավարությունների լճա-գետային, մայրցամաքային և տերրիգեն գոյացումներում:

Ենթամարզի սահմաններում, մեր առաջարկած մասնատման որպես հիմնական, «աշխատող» միավոր հանգես է գալիս հիդրոերկրաբանական շրջանը, որը յուրաքանչյուր որոշակի դեպքում շրջագծվում է էոզոգիայի ռեգիոնալ բազիսներով ինչպես ուղղաձիգ կտրվածքում, այնպես էլ հորիզոնական հարթության վրա:

Միջլեռնային գոգավարությունների ճնշումային քաղցրահամ ջրերը, որոնք տեղադրված են 40—50մ. խորության վրա, ձևականորեն լոկալիզացվում են էոզոգիայի ռեգիոնալ բազիսից վար և, հետևաբար, ըստ ընդունված սկզբունքի, պետք է դիտարկվեն որպես խորքային շրջապատույտի գոնայի ջրեր: Սակայն, մյուս կողմից, ըստ քիմիական կազմի, ընդհանուր հանրայնացման մեծության և այլ հիդրոերկրաքիմիական չափանիշների նրանք առավել համապատասխանում են ռեգիոնալ հոսքի գոնային: Այդ պատճառով էլ արտեզյան ավազանների ճնշումային ջրերի դեպքում որոշ հորիզոններ մեր կողմից դիտարկվում են որպես երկրորդ հիդրոգիներամիկական հարկի՝ ռեգիոնալ հոսքի գոնայի շարունակություն:

Յուրաքանչյուր կոնկրետ դեպքում տեղական և ռեգիոնալ հոսքերի գոնաները բնականաբար որոշվում են էոզոգիոն կտրվածքների առկայությամբ ու խտությամբ և, հետևաբար, կատարվող աշխատանքների մասշտաբով:

Այսպիսով անջատվում են երեք ենթամարզեր, որոնք էլ իրենց հերթին ընդգրկում են որոշակի հիդրոերկրաբանական շրջաններ. առաջին ենթամարզը՝ 11, երկրորդը՝ 7 և երրորդը՝ 8 շրջաններ:

Առաջարկված ուղղահայաց հիդրոգիներամիկական դոնալականության հիման վրա դիտարկվել են յուրաքանչյուր անջատված հիդրոգիներամիկական հարկի հիդրոերկրաքիմիական առանձնահատկությունները: Սակայն բոլոր շրջանների մասին չէ, որ ունենք բավարար և համարժեք ինֆորմացիա:

Տարածքի հիդրոերկրաբանական շրջանացման սույն նախնական փուլը կսուղացված է հետևյալ սկզբունքով. ջրերի քիմիական դասն անջատելիս կիրառվել է ընհանրացում: Անիոնների շարքում հաշվի են առնվել անիոնների կազմի 25—30%-ից ավելի քանակ կազմողները, կատիոններից՝ միայն հիմնականը (ըստ քանակի):

Ըստ նշված գոնաների անջատվել են ջրերի ինը քիմիական դասեր: Ի հայտ է բերված բոլոր ենթամարզերի ջրերի հիմնական իոնը: Դա հիդրոկարբոնատ-իոնն է, որը կազմում է 65—70% մինչև 90%:

Պարզաբանված են տարբեր կազմի և հասակի ապարներում շրջապատու...

կատարող ջրերի կազմի ձևավորման օրինաչափությունները ինչպես անիոնների, այնպես էլ կատիոնների համար:

Բերվում է նաև ջրերի աստիճանակարգում (դեռևս բավականին մոտավոր) ըստ ընդհանուր հանքայնացման. մինչև 350 մգ/լ, 350—700 մգ/լ, 700—1200 մգ/լ:

Ջրերի միկրոբազադրիչային կազմի ձևավորման վրա մեծ ազդեցություն ունեն տվյալ շրջանի ապարների քիմիական կազմը, հանքայնացումների մետաղածնական մասնագիտացումը և անտրոպոգեն (տեխնոգեն) պրոցեսների ինտենսիվությունը:

Առաջարկվում է շափակարգված տարրերի շարքում ավելացնել ծարիրը, բրոմը, արծաթը և կադմիումը, որոնց պարունակությունները որոշ շրջանների խմելու ջրերում բավականին մեծ են:

Ամփոփելով վերը շարադրվածը, կարելի է անել հետևյալ եզրակացությունները.

1. Տարածքի մասնատման մշակված տաքսոնոմիական սկզբունքի հիման վրա առաջարկված է ստորերկրյա քաղցրահամ խմելու ջրերի նպատակային հիդրոերկրաբանական և հիդրոերկրաքիմիական շրջանացում: Այն ընդգրկում է երեք հիերարխիական մակարդակներ. մարզ, ենթամարզ և շրջան, որոնց հիմքում ընկած է հետևյալ տաքսոնոմիական աստիճանավորումը. հոսքի ավազաններ (մարզ), վերին հիդրոգիներամիկական հարկերի սահմաններում շրջապատույտ կատարող ջրերի տիպեր (ենթամարզ), էոզիայի ռեգիոնալ բազիսների առկայություն և խտություն (շրջաններ): Կատարված շրջանացման արդյունքում հորիզոնական հարթության վրա անջատվում են հոսքի երկու մարզեր (Քուռի և Արաքսի ավազաններ), որոնք ընդգրկում են շրջապատույտ կատարող ջրերի երեք ծագումնաբանորեն տարբեր տիպեր:

Ուղղահայաց կտրվածքում յուրաքանչյուր շրջանում անջատվում են տեղական և ռեգիոնալ հոսքերի զոնաներ: Ռեգիոնալ հոսքի զոնաների սահմաններում անջատված հիդրոերկրաբանական յուրաքանչյուր շրջան ընդլայնվում է ստորերկրյա ջրերի ռեժիմի և հաշվեկշռի ինքնուրույնությամբ:

2. Հանրապետության տարածքի ստորերկրյա խմելու ջրերը ըստ իրենց երկրաքիմիական ցուցանիշների ներկայացված են ինը դասերով, որոնցում անիոնների շարքում, հիմական բաղադրիչը հիդրոկարբոնատ-իոնն է: Սուլֆատ-և քլոր-իոնների պարունակությունը կախման մեջ է գտնվում ջրատար ապարների կազմից: Կատիոնների պարունակությունը ավելի հավասարաչափ է:

SCHEME FOR HYDROGEOLOGICAL AND HYDROGEOCHEMICAL ZONATION OF THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF ARMENIA IN ACCORDANCE WITH THE CONDITIONS OF ECONOMIC-AND-DRINKING PURPOSE UNDERGROUND WATER SPREADING

L. A. Grigoryan, V. A. Avetisyan, A. L. Ananyan, P. M. Kaplanyan,
H. V. Shahinyan, Ts. H. Eksouzyan

Abstract

The paper proposes a new target-oriented taxonomic division for studying underground sweet drinking water, based on the schematic hydrogeological zonation of the territory of Armenia, which was done by previous researches.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисян В. А., Вегуни В. Т. Принципы гидрогеологического районирования территории Армянской ССР. В кн.: «Геология Армянской ССР», т. VIII, «Гидро-

- геология», Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1974, с. 69—90.
2. Государственные стандарты СССР. Вода питьевая. М.: 1984, 237 с.
 3. Каплянц П. М. Принципы нормирования концентраций элементов в питьевых водах территории Республики Армения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1995, т. XLVIII, № 2—3, с. 75—88.
 4. Крайнов С. Р., Швец В. М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. М.: Недра, 1987, с. 106—171.
 5. Личков Б. А. К вопросу о значении местных базисов эрозии в гидрогеологии. Тр. ЛГГП АН СССР, 1948, т. III, с. 19—27.
 6. Макаренко Ф. А. Некоторые результаты изучения подземного стока. Тр. ЛГГП АН СССР, 1948, т. I.
 7. Рубейкин В. З., Колотов Б. А., Киселева Е. А. (ВСЕГИНГЕО), Каплянц П. М. (ИГН НАН РА). Геохимия питьевых вод в условиях техногенеза. В кн.: Сборник научных трудов ВСЕГИНГЕО «Гидрогеологические аспекты в экологии». М.: 1991, с. 22—40.

Известия НАН РА, Науки о Земле, 1997, т. №1—2, 74—80

КРАТКОСРОЧНЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ, СВЯЗАННЫЕ С СОВРЕМЕННЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ ЗЕМНОЙ КОРЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

© 1997 г. Р. А. Пашаян, Г. А. Туманян

*ИГИС, Гарнийская геофизическая обсерватория НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 16.08.96.*

По сети наблюдательных скважин региона Армении проведены длительные наблюдения за гидрогеодинамическими эффектами, предшествующими сейсмическим процессам и современным движениям земной коры. Выявлены краткосрочные гидрогеодинамические эффекты, предшествующие слабым землетрясениям. Установлены основные особенности гидрогеологических эффектов на участках с повышенной тектонической активностью.

С целью поиска предвестников землетрясений и эффектов современных движений земной коры проводится изучение геодинамических процессов, протекающих в земной коре, с наблюдениями за режимом подземных вод.

В литературе приводятся многочисленные примеры [5], когда наблюдались гидрогеодинамические эффекты—колебания уровня подземных вод, изменения дебитов скважин, химического состава, минерализации и температурного режима вод. Имеющиеся факты показывают, что перед землетрясением происходят специфические изменения режима подземных вод. Гидрогеодинамические эффекты могут наблюдаться на расстояниях порядка 500—1000 км от эпицентра готовящегося землетрясения, за месяцы и годы до его начала. Наиболее интенсивные вариации подземных вод происходят обычно за несколько дней до начала землетрясений. Основной тенденцией колебаний уровня вод является его снижение с последующим повышением перед толчком. Масштабы проявлений гидрогеодинамических эффектов зависят от магнитуды землетрясения, а также от конкретных гидрогеологических условий.

Таким образом доказано наличие гидрогеодинамических предвестников, установлена связь с развитием объемных деформаций при подготовке землетрясений. Дальнейшие исследования гидрогеодинамических предвестников требуют планомерных наблюдений на специально