

А. П. ДЕМЕХИН

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ
БАССЕЙНА РЕКИ АРПА



ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌԻ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԳԵՄԻԱ

ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Ա. Պ. ԳԵՄՅՈՒՆ

ԱՐՓԱ ԳԵՏԻ ԱՎԱԶՆԻ
ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԶՐԵՐԸ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌԻ ԳՍ ՀՐԱՏԱՐԱԿԶՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆ

1958

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

А. П. ДЕМЕХИН

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ
БАССЕЙНА РЕКИ АРПА

12044
~~13196~~

ИЗДАТЕЛЬСТВО АН АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАН



*Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Академии наук Армянской ССР*

В работе дается полная гидрогеологическая характеристика одного из интереснейших районов Армянской ССР — бассейна р. Арпа; доказывается возможность наличия в Армении артезианских вод, связанных с формациями мезозоя; описываются 72 минеральных источника района, имеющих огромную бальнеологическую ценность как по своим качествам, так и по территориальной близости к курорту Джермук; разбирается генезис этих вод, разрабатываются теоретические положения о путях метаморфизации вод и о возрасте горячих источников и другие весьма актуальные вопросы гидрогеологии.

Работа рассчитана на широкий круг гидрогеологов. Представляет определенный интерес для врачей-бальнеологов.

ВВЕДЕНИЕ

Бассейн р. Арпа в геологическом отношении представляет исключительный интерес.

К. Н. Паффенгольц считает геологию этого бассейна ключом к геологии Армении в целом. Можно полагать, что не меньший интерес представляет этот район и в отношении гидрогеологии, раскрывая многие моменты, являющиеся непонятными до сих пор в других районах Армении.

Полученные гидрохимические материалы по этому участку позволяют говорить о наличии в Армении артезианских вод, связанных с древними формациями,— в данном случае с мезозоем.

Отдельные минеральные источники района представляют огромную бальнеологическую ценность; таковыми сегодня являются Джермукские источники, а завтра может быть источник у с. Булахляр и др.

Ряд источников имеет практический интерес для Министерства пищевой промышленности, а некоторые из них по своему химическому составу могут служить поисковым признаком на руды.

Источники района заслуживают безусловно большого внимания и дальнейшего подробного изучения.

В процессе исследований было произведено большое число химических анализов минеральных вод. Анализы производились в химической лаборатории Института курортологии и физических методов лечения аналитиком О. А. Бозояном.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ

Бассейн р. Арпа охватывает территорию площадью около 210 кв. км, окаймленную горными цепями. На севере бассейн замыкается Вардениским хребтом, на юге — Вайоцзорским, на востоке — водоразделом рр. Арпа и Воротан и на западе — южными отрогами Гегамских гор, спускающимися к правому берегу р. Арпа, в то время как к левому подходят северные отроги Вайоцзорского хребта.

Река Арпа с ее многочисленными мелкими притоками сильно расчленяет бассейн сухими руслами, ущельями, ложбинами, каньонами, достигающими иногда значительной глубины.

В силу малой водопроницаемости пород, слагающих в основном бассейн реки, явления эрозии, связанные со временно возникающими потоками в период выпадения осадков, приобретают огромное значение, а рельеф принимает гористый пересеченный характер, что усугубляется еще отсутствием прочного растительного покрова.

В районе четко выделяется сухой континентальный климат (районы, примыкающие к Араратской низменности), переходящий в умеренно теплый, сухой и умеренно холодный лесной климат (верховье р. Арпа).

Среднегодовая температура воздуха в верховье бассейна равняется 3—4°, вниз по течению р. Арпа повышается до 11°. Самый холодный месяц январь, со среднемесячной температурой —6, —8°. Абсолютный минимум температуры воздуха доходит до —25°, абсолютный максимум по среднему течению реки — до 40°, годовая амплитуда температуры воздуха 27 (Мартирос) и 32° (Ехегнадзор (Микоян)).

Относительно теплый период длится от 155 дней в северных частях и в верховье р. Арпа до 280 дней в Ехегнадзоре. Сумма эффективных температур выше 0° за год колеблется от 2200 (Джермук) до 4400° (Ехегнадзор).

Последние весенние заморозки в окрестностях Ехегнадзора наблюдаются до конца первой декады апреля, в верховьях реки захватывают первые числа мая. Безморозный период длится от 135 (Джермук) до 215 дней (Ехегнадзор).

Годовая сумма атмосферных осадков в повышенных частях достигает 550—650 мм (Мартирос, Джермук), на остальных участках менее 500 мм. Около половины годовой суммы атмосферных осадков выпадает весной.

Глубокий и устойчивый снежный покров наблюдается лишь в северных частях района, а также в верховье р. Арпа.

Максимальная высота покрова превышает 130 см (Джермук).

Состояние изученности района можно разделить на два этапа.

На первом этапе район посещался исследователями случайно, при разрешении определенных частных вопросов, — сюда относятся работы Г. Абиха [1], Фрека и Артгабера, К. П. Лицицина и П. Боннэ, Г. Цулукидзе, Халатова и Архипова [58].

Второй этап охватывает время после установления Советской власти, когда район подвергся планомерным систематическим исследованиям, в которых участвовали В. Н. Котляр [19—21], А. В. Кржечковский [23], Н. Н. Яковлев, В. П. Ренгартен, К. Н. Паффенгольц [40—46], А. А. Габриелян [10] и др. Наибольшее внимание этому району было уделено К. Н. Паффенгольцем.

II. ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РАЙОНА

а) СТРАТИГРАФИЯ

Древнейшими породами, обнажающимися в пределах бассейна р. Арпа, являются отложения **девона** (фиг. 1).

Наиболее полные разрезы девона находятся в районе сс. Эртич и Данзик (Нах. АССР).

Непосредственно под брекчиевидными известняками эоцена лежат отложения верхнего и среднего девона. По данным К. Н. Паффенгольца, указанный разрез представлен в общем «перемежающейся толщей темно-серых известняков, сланцев (глинистых и частью битуминозных), песчаников и кварцитов.

Наибольшей мощности местами (в среднем девоне) достигают лишь известняки (100—200 м). Остальные породы представляют обыкновенно чередование маломощных тонкослойных пачек. Известняки с поверхности буроватого цвета и часто проникнуты сетью жилок кальцита. Преобладают они в среднем девоне, где их общая мощность достигает свыше 400 м.

Верхний девон представлен глинистыми и глинисто-кремнистыми сланцами темно-серого и красноватого цвета с прослоями кварцитов, кварцево-сланцевых и известковистых песчаников бурого, светло-серого и розоватого цвета. Общая мощность отложений девона не менее 1700 м» [46].

Возрастное подразделение описанных отложений, по П. Л. Безрукову [7], дается в следующем виде:

Верхний девон представлен франским (65 м) и фаменским ярусами (900 м), причем последний подразделен на нижнефаменские (250 м) и верхнефаменские слои (650 м).

Отложения **карбона** в бассейне р. Арпа получают довольно большое развитие, но вне пределов Армении, почему описание их не приводится.

Одно из лучших обнажений карбона вскрыто ущельем южнее с. Ашага Данзик, где р. Арпа на протяжении около 2 км пропилила известняки нижнего и среднего карбона.

Опускаются нами из рассмотрения также отложения перми, триаса и юры, не обнажающиеся в бассейне р. Арпа в рассматриваемых границах.

Меловые отложения в пределах бассейна р. Арпа представлены, главным образом, верхним отделом. Выходы их не занимают больших площадей, однако, имеющиеся обнажения и их расположение позволяют говорить о том, что они в пределах района, будучи перекрыты более молодыми отложениями, получают огромное развитие и призваны, по-видимому, играть значительную роль в вопросах гидрогеологии.

Коснемся кратко описания отдельных обнажений (по К. Н. Паффенгольцу).

Крайним выходом меловых пород на севере района являются участки обнажающихся известняков и мергелей выше сс. Ахкенд и Таратумб.

Породы образуют антиклинальную и синклинальную складки, оси которых круто падают к юго-востоку, в силу чего разрез меловых отложений наиболее полно фиксируется уже в пределах бассейна оз. Севан, в долине р. Аргичи (Айриджа), где на девонских кварцитах залегают конгломераты с прослоями песчаников и известняков, с фауной гастропод и брахиопод, относимые по возрасту к сеноману и переходящие выше в чистые песчаники с прослоями известняков, охарактеризованных фауной.

В более высоких горизонтах наблюдаются светлые известняки турона. Последние без перерыва переходят в серые известняки и мергели сенона, которые выше, в свою очередь, сменяются песчанистыми известняками нижнего эоцена с фауной нуммулитов.

«Мощность сеноман-туронских песчаников и известняков (по К. Н. Паффенгольцу) равна около 150—200 м, а сенонских 200—250 м; видимая мощность эоценовых известняков (песчанистых) равна около 200 м» [46].

По данным К. Н. Паффенгольца, меловые отложения представляют собой заключительную серию меловой известняково-вулканогенной фации, получающей широкое развитие на севе-

ре и переходящей в известняково-мергельную фацию южной зоны.

Следующий выход меловых пород расположен на юго-западе рассматриваемого района у с. Арени (Арпа), где верхнемеловые породы получают развитие выше и ниже указанного селения по левому берегу р. Арпа. Меловые породы, образующие высокие скалистые обрывы, представлены песчанистыми мергелями, песчанистыми известняками желтовато- и красновато-серых оттенков, мергелистыми известняками желтовато-серого цвета. Породы довольно отчетливо падают на северо-восток, север-северо-восток и восток под углом от 25 до 36°. Видимая мощность меловых пород достигает 200—300 м.

Следующий выход меловых пород расположен к юго-востоку от с. Арени, в ущелье р. Гнишик, где снова обнажается толща верхнемеловых мергелистых известняков, причем, как отмечает К. Н. Паффенгольц, «лежит она трансгрессивно на известняках карбона и трансгрессивно же с угловым несогласием, перекрывается нуммулитовыми известняками эоцена. В контакте конгломераты не наблюдаются. Мощность верхнемеловой толщи достигает около 200 м, падение ее на север под углом до 30°» [46].

Отложения эоцена приобретают в пределах исследуемого района исключительно широкое развитие.

Как отмечает К. Н. Паффенгольц [46], «относятся они, главным образом, к среднему отделу эоцена и отличаются большим разнообразием и изменчивостью фаций, что обусловлено процессами вулканизма и вертикальными колебательными движениями указанного времени.

Вулканическая деятельность протекала с незначительными, видимо, перерывами во все время отложения эоценовых пород, которые представлены базальными конгломератами, аггломератовыми и кристаллическими туфами и туфовыми конгломератами, туфобрекчиями, различного типа андезитами, туфогенами, песчаниками, мергелями и известняками; последние также содержат примесь туфогенного материала. Мощность всей этой толщи около 2 км.

Вышеуказанные комплексы эоценовой толщи, переслаиваясь друг с другом, весьма изменчивы как по вертикали, так и по простиранию» [46].

Такова общая характеристика отложений эоцена, занимающих почти весь бассейн р. Арпа за исключением ее верховья. Лишь в краевых водораздельных частях бассейна, на северо-западе в бассейне р. Селим, на западе несколько ниже с. Арени, юго-западе в бассейне р. Гнишик и на юге у с. Артаван (Агхач) из-под эоцена выходят на дневную поверхность более древние породы мела, карбона и даже девона. Они оконтуривают всю Арпинскую чашу, геологически сложно построенную, открытую к юго-востоку и выполненную сложным комплексом отложений эоцена.

Отложения **нижнего эоцена** констатируются в северо-западной и южной части района. В первом случае породы нижнего эоцена обнажаются в бассейне р. Селим, во втором — эти отложения фиксируются к северо-западу от с. Арени (Арпа), на правом берегу р. Арпа в виде неширокой полосы, спускающейся к селению и получающей большое развитие на левом берегу реки. Полоса протягивается несколько южнее с. Эртич и распространяется на юг-юго-восток в сторону с. Гандзак.

На северных участках отложения палеоэоцена-нижнего эоцена в бассейне р. Селим выражены мощной (до 500 м) толщиной переслаивающихся известняков, мергелей и песчаников, с преобладанием последних.

По своему химическому и литологическому составу, по данным В. П. Асратяна [6], рассматриваемые отложения подразделяются на три группы:

- 1) конгломераты и грубозернистые туфогенные песчаники;
- 2) среднезернистые и мелкозернистые песчаники, туфопесчаники и глинистые известняки;
- 3) мергели и известковистые глины, обладающие пелитоморфной структурой.

Породы первой группы имеют сравнительно ограниченное распространение. Обломочный материал конгломератов состоит из известняков, песчаников, кварцитов и изверженных пород. Цементом служит известковистый и глинисто-песчаный материал. В пределах крупнообломочной толщи встречаются прослои нормальных и туфогенных песчаников.

Породы второй группы в своем составе несут туфогенный материал, кварц, полевой шпат, хлорит и обломки различных изверженных пород. Цементом служит туфогенный материал и

карбонат кальция. Встречаются отдельные прослои известняков, глин и песчанистых глин.

К породам третьей группы В. П. Асратяном [6] отнесены известняки, глинистые известняки и мергели, причем известково-мергелистые породы получают более широкое развитие в пределах бассейна р. Селим. Несколько меняется и характер известняков. В то время как на севере они обогащены глинистым и песчаным материалом, на юге известняки плотны, толстослоисты и имеют органогенный характер.

Несколько иной характер имеют породы нижнего эоцена, обнажающиеся к востоку от с. Арени, где они образуют южное крыло большой синклинали, выполненной, по данным А. А. Габриеляна [10], севернее с. Агавнадзор вулканогенной толщей плиоцена. Падение пород фиксируется в северо-восточном румбе.

Отложения нижнего эоцена начинаются пачкой конгломератов мощностью до 80 м и переходят выше в туфогенную толщу мощностью до 250 м, представленную переслаивающимися туфогенными песчаниками желтоватых оттенков, туффитами и кристаллическими породами.

В юго-восточном направлении, у с. Гандзак, как отмечает А. А. Габриелян, указанная толща несколько меняется. Приводимый им сводный разрез (снизу вверх) сокращенно представляется в следующем виде:

- 1) известняки туфогенные, плотные, слоистые, плитчатые, фиолетово-красного цвета;
- 2) известковистые песчаники слоистые, желтовато-серого цвета;
- 3) песчаники, чередующиеся с глинистыми песчаниками и песчанистыми глинами;
- 4) туфопесчаники известковистые.

Общая мощность нижнеэоценовой свиты достигает 340 м.

Касаясь общих замечаний, относящихся к данным отложениям, необходимо отметить, что мощность их к югу уменьшается и одновременно возрастает количество туфогенного материала.

Ввиду почти полного отсутствия фауны, возраст указанной свиты пород определяется ее стратиграфическим положением. С одной стороны, фиксируется ее согласное залегание на

отложениях верхнего мела, с другой стороны — эта пестрая немая свита переслаивающихся песчаников и известняков перекрывается прекрасно фаунистически охарактеризованным средним эоценом (лютетским ярусом).

Описанные породы характеризуют собой отложения, развитые в западной части бассейна р. Арпа; в восточном направлении, как было указано выше, характер их меняется.

Отложения среднего эоцена получают доминирующее развитие, обнаруживая чрезвычайную фациальную изменчивость и непостоянство по мощности.

Однако А. А. Габриеляну удается в пределах одной возрастной группы — лютетского яруса, выделить четыре наиболее характерные фации: известняковая (нижнелютетская), глинистая (средне- и верхнелютетская), туфогенная (лютетская) и песчаниково-известняковая (верхнелютетская).

Краткая характеристика этих фаций сводится к следующему (по А. А. Габриеляну) [10].

Известняковая фация получает максимальное развитие в западной части Даралагеца и представлена светлыми известняками желтоватых оттенков. Известняки имеют ограниченное распространение. Трансгрессивно, с угловым несогласием, они залегают на породах палеозоя и верхнего мела.

В частности, известняковая фация севернее и северо-западнее с. Советашен залегает трансгрессивно и несогласно на известняках карбона. По А. А. Габриеляну [10], разрез ее представляется в следующем виде:

В основании известняков залегают немощная (3—4 м) пачка базальных конгломератов, галька которых, главным образом, состоит из известняков карбона. Размеры отдельных галек примерно 30 см.

Выше залегают: 1) грубозернистые известняки серого цвета, мощностью до 30 м;

2) известняки массивные, плотные, желтовато-белого цвета переполненные нуммулитами и дискоциклинами, еще не определенными — 30 м;

3) известняки плотные, кристаллически зернистые, белого, желтовато-белого и светло-розового цветов с мелкими нуммулитами и дискоциклинами мощностью до 70 м.

Таким образом, фация известняков меняется от грубозернистой (серого цвета) к мелкозернистой, кристаллически зернистой (белого и желтовато-белого цвета).

Общая мощность этой свиты известняков достигает в районе с. Советашен 130—140 м [10].

Стратиграфически выше залегает толща песчанистых глин серого цвета мощностью до 200—250 м с прослоями мергелей, известняков (светло-желтоватых оттенков) и редко песчаников.

2. Глинистая фация развита на значительных участках по правому берегу р. Арпа. Представлена она, в основном, глинами серыми и желтоватыми с прослоями известняков, мергелей и песчаников.

Восточнее с. Гетап к глинам примешивается туфогенный материал.

3. Туфогенная фация приобретает максимальное развитие по площади, занимая значительные участки к востоку от р. Гетап и поднимаясь на севере в бассейне р. Элегис (Алаяз). Она охватывает также среднее и нижнее течение р. Ерер, достигая правого берега р. Арпа в ее верхнем течении.

Таким образом, туфогенная фация занимает всю правобережную часть среднего течения р. Арпа, переходя в некоторых случаях на левый берег реки.

Отложения этой фации не только доминируют в бассейне р. Арпа по своему площадному положению, но одновременно являются и наиболее мощной толщей.

По времени отложения они соответствуют не только среднему эоцену, охватывая собой полностью лютетский ярус, но переходят, как отмечает А. А. Габриелян, в низы оверзского яруса верхнего эоцена.

Представлена туфогенная толща туфобрекчиями, туфоконгломератами, туфопесчаниками, туффитами, песчаниками, глинами и известняками, содержащими в значительном количестве туфогенный материал.

Общая мощность этой толщи достигает 2000 м.

4. Песчанико-известняковая фация относится, по А. А. Габриеляну, к верхнелютетскому возрасту, она занимает ограниченное пространство, слагая нижние горизонты г. Ахдаг у с. Малишка.

Литологически эти горизонты представлены свитой переслаивающихся известковистых песчаников, известняков и глин.

Мощность этой фации в разрезе горы Ахдаг достигает 200 м.

Отложения **верхнего эоцена** также пестры по своему литологическому составу и отличаются разнообразием фаций. В возрастном отношении А. А. Габриелян [10] выделяет оверзский ярус и приабонские слои.

Оверзский ярус представлен свитой песчаников, глин и известняков, чередующихся между собой. Эти отложения получают развитие у сс. Агавнадзор — Элпин, а также в разрезе горы Ахдаг, у с. Малишка, где встречаются и прослои конгломератов.

Мощность этих отложений у с. Малишка, по данным А. А. Габриеляна, достигает 200 м.

На участке сс. Ринд—Агавнадзор эти отложения представлены толщей глин зеленовато-серых оттенков с прослоями известковистых песчаников и песчаных известняков.

К верхнеэоценовому времени отнесены также группы пород, представленные вулканогенной фацией и встреченные у с. Малишка, у подножья г. Ахдаг, где они выражены туфоконгломератами и залегают на отложениях, отнесенных к оверзскому времени.

К северу от с. Гетап, по правую сторону одноименной реки, по данным К. Н. Паффенгольца, залегают на известняково-песчаниковой толще «...мощный покров туфобрекчий и туфоконгломератов (район сс. Ринд — Агавнадзор и над ним свита (около 50 м) грубозернистых пеплов светло-серого и желтоватого цвета с включением стекловатых обломков обсидиана и пемзы. Выше располагается в синклинальном залегании толща ~ 300 м) пироксено-роговообманковых порфиритов, содержащая и биотит» [46].

Указанная толща порфиритов, по данным К. Н. Паффенгольца, перекрывается мощной (свыше 1 км) вулканогенной толщей, представленной туфобрекчиями, туфоконгломератами, порфиритами, андезитами, андезитовыми туфами, вулканическими песками и пеплами.

Возраст указанной вулканогенной толщи датируется раз-

лично. По К. Н. Паффенгольцу, она отнесена к олигоцену, по данным А. А. Габриеляна, она должна быть отнесена к плиоцену в силу ее трансгрессивного и несогласного залегания на различных отложениях эоцена и олигоцена в бассейне р. Шагап (к северо-западу от исследуемого участка).

Отложения **олигоцена** в пределах Даралагеза, по данным К. Н. Паффенгольца, получают довольно большое распространение, слагая водораздельные части между бассейном оз. Севан и бассейном рр. Арпа, Тертер, Воротан, а на юге водоразделом рр. Арпа и Нахичеванчай.

Представлена эта олигоценовая толща разнообразным комплексом пород, от базальтов до липаритов и обсидианов, включая сюда все промежуточные разности. Общая мощность вулканогенной свиты свыше 2000 м.

Как отмечает К. Н. Паффенгольц, породы этой мощной вулканогенной толщи ложатся трансгрессивно и несогласно на все более древние отложения.

Однако для ущелья р. Арпа К. Н. Паффенгольц констатирует наличие постепенной смены пород вулканогенной толщи верхнего эоцена вулканогенными отложениями олигоцена, усматривая в данном случае некоторую преемственность разновременных вулканических циклов.

Сводный разрез олигоцена для района верховьев рр. Арпа и Воротан (выше с. Базарчай), по данным К. Н. Паффенгольца, представляется в следующем виде (снизу вверх).

«1. Свита темных синеватых, голубоватых и фиолетовых туфов и туфобрекчий андезитового состава с редкими прослоями туффитов, перемежающихся с плагиоклазовыми, амфибловыми и пироксеновыми андезитами.

2. Свита андезитов, дацитов и липаритов с прослоями туфов и туфобрекчий того же состава и обсидианами (для верховья р. Воротан). В основании этой свиты отмечены конгломераты, с включениями гальки и валунов диоритов, сиенито-диоритов, сиенитов и диоритовых порфиритов. Отчетливого углового несогласия между этой свитой и предыдущей не отмечено.

3. Свита темных авгито-гиперстеновых андезитов и покры-



вающих их туфов, туфобрекчий и туффитов, согласно налегающая на предыдущую...» [46].

«Нижняя свита отличается тем, что она не несет на себе никаких следов кислых эффузивов. Здесь присутствуют исключительно андезиты и редкие базальты. Андезиты представлены чаще плагиоклазовыми, нередко лабрадоровыми афанитовыми разностями и являются, по всей вероятности, продуктами трещинных излияний, что усматривается по довольно часто наблюдающимся дайкам андезитов того же состава, представляющим собой, вероятно корни древних излияний (у развалин с. Гюмушхана, у горы Довагез и др.). Для рассматриваемой свиты характерным является, по В. Н. Котляру, преобладание в северной части района в верховьях р. В. Арпачай элементов пирокластических туфов и особенно туфобрекчий с некоторым уменьшением их к югу» [46].

«Для второй светлоцветной свиты характерным является присутствие, а для северной части района и преобладание относительно более кислых и щелочных разностей эффузивов от липаритов до трахитов, также сопровождающихся туфовыми продуктами. В низах свиты выделяются светлые песчаники с остатками растений» [46].

В низах аналогичной светло-желтой свиты, получающей, как было отмечено выше, огромное развитие западнее с. Гетап, к северо-западу на участке сс. Агавпадзор — Гортун и относимой А. А. Габриеляном к плиоцену, последним констатирована свита известковистых песчаников желтовато-бурого цвета и песчаных глин мощностью до 160—170 м [10].

Стратиграфически выше залегает толща желтоватых глин и желтовато-коричневых и серых песчаников. Видимая мощность последних достигает 150 м.

Указанные отложения выделены А. А. Габриеляном как горизонт циреновых песчаников.

Последним исследователем у с. Элпин выделен еще один горизонт желтовато-серых и бурых, средне-и грубозернистых известковистых песчаников видимой мощностью около 100 м, относимый по возрасту к среднему олигоцену.

К низам олигоценовой толщи приурочена еще одна группа пород, обнажающихся в бассейне верхнего и среднего течения р. Арпа, в районе сс. Чайкенд, Каялу, Дашалты и севернее

с. Гандзак. Указанные породы, отмеченные К. Н. Паффенгольцем [46] и детально изучавшиеся В. Н. Котляром [19], представлены лабрадоровыми, авгитовыми, диопсидовыми и др. андезитами и образуют интрузивные залежи и покровы.

В заключение необходимо кратко коснуться вопроса определения возраста указанной вулканогенной толщи.

Нижняя темная свита андезитового состава в восточной части бассейна оз. Севан, как отмечает К. Н. Паффенгольц, «при почти горизонтальном залегании трансгрессивно перекрывает сильно дислоцированные верхнемеловые и согласно с ними залегающие нижние и среднеэоценовые отложения, интродуцированные породами габбровой магмы» [46].

Отсюда логически К. Н. Паффенгольц делает вывод об олигоценовом возрасте указанной андезитовой свиты.

Отложения **миоцена и плиоцена** в пределах бассейна р. Арпа, по данным К. Н. Паффенгольца, развития не получают.

А. А. Габриеляном [10] к плиоценовому времени относится мощная толща вулканогенных пород, представленных туфобрекчиями, туфоконгломератами, дацитами, андезито-дацитами, андезитами, вулканическими песками и пеплами.

Эта толща залегает на различных горизонтах среднего и нижнего олигоцена.

Отложения **постплиоцена** представлены аллювиальными, делювиальными и пролювиальными наносами-лавами и отложениями минеральных источников — травертинами.

Аллювиальные отложения образуют речные террасы, причем наиболее широкое развитие последние получают в долине р. Аракс. Прослеживаются остатки речных террас и по долине р. Арпа, располагаясь преимущественно по правому берегу на различных высотных отметках. В некоторых случаях галечники занимают значительные площади — плато у сс. Агавнадзор, Ехегнадзор и др.

«Относительное превышение верха террас над уровнем реки», как отмечает К. Н. Паффенгольц, «достигает 200 и более метров» [46].

«...Большинство террас укладываются в высоты 0,3—0,5 м (пойменная), 6—6,5 м, 14—19 м, 30—36 м и около 60 м» [46].

Несмотря на всю разбросанность и разрозненность отдель-

ных террасовых участков, сопоставляя их, удается установить вполне закономерные этапы в жизни реки, связанные с поднятиями области в четвертичное время.

Климатические особенности района, его топографические черты обуславливают интенсивное разрушение пород, в результате чего у подножий нагорных склонов происходит накопление продуктов разрушения, образующих иногда мощные осыпи, шлейфы и покровы, лежащие на пологие склоны.

Чрезвычайно интенсивное выветривание и разрушение лавовых покровов приводит к образованию каменистых россыпей, так называемых «чингилов», занимающих огромные площади.

Последние играют чрезвычайно большую роль в вопросах гидрогеологии, в деле формирования подземных вод. В пределах исследуемого района эти поля глыбовых россыпей фиксируются на склонах потухшего вулкана Даликсар (Топа-си-далик), высоко поднимающегося в центральной части области.

Травертины получают в пределах бассейна р. Арпа более широкое развитие, чем в других районах страны, за исключением соседнего Вединского района.

Травертины, образующие отдельные куполы, покровы, а иногда и целые поля, разбросаны в различных уголках исследуемой области. В одних случаях они сопутствуют существующим выходам минеральных вод, в других они свидетельствуют о бывших и ныне угасших минеральных источниках. Как в первом, так и во втором случае приходится констатировать тот момент, что деятельность минеральных источников в прошлом была несравнимо более мощной, и современные выходы являются зачастую жалкими свидетелями былой угасшей стихии.

Значительные поля травертинов фиксируются в верховье р. Селим, в долине р. Арпа, у п. Соylan, с. Арени и т. д.

В бассейне р. Арпа К. Н. Паффенгольцем констатировано пять лавовых покровов четвертичного времени, из которых первый, по данным того же исследователя, «располагается на заметно дислоцированных верхнетретичных и нижнечетвертичных отложениях. Последний лежит на нижней галечной террасе, а промежуточные три покрова расположены на трех выше-

лежащих речных террасах, отражающих стадии жизни реки» [46].

«Все лавовые потоки имеют хорошо выраженные центры излияний в виде моногенных вулканических аппаратов, большей частью кратерных. Лавовые потоки не сопровождаются рыхлыми продуктами извержений и туфами; согласно классификации Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, это будут смешанные, везувиальные вулканы» [46].

Лавовые покровы, констатированные К. Н. Паффенгольцем, подразделены им по возрасту, положению и по своему характеру на пять типов: А, В, С, Д и Е; всем этим покровам одновременно даны названия тех участков, где они получают наибольшее распространение.

Из всех лавовых покровов три—тип В (Алагелярский и Гасанкендский), тип Д (Гюлюдузский) и тип Е (Гостунский, Айсасинский) получают в границах рассматриваемого района большее или меньшее распространение.

Лавы типа В (тип Алагелярский и Гасанкендский) занимают значительные пространства, располагаясь по обоим берегам р. Арпа на высоте до 250 м над современным уровнем реки.

Мощность указанного покрова достигает, по К. Н. Паффенгольцу, 100—150 м. Лавы обладают хорошо развитой столбчатой отдельностью в нижних частях покрова, переходя кверху в глыбовую и крупностолбчатую.

В пределах курортного участка Джермук они покрывают на правом берегу высокое холмистое плато, расположенное над основной правобережной курортной площадкой.

Лавы типа Д (тип Гюлюдузский), по К. Н. Паффенгольцу, залегают на второй террасе. В пределах исследуемого района эти лавы занимают участок среднего течения р. Арпа, начинаясь у центра своего излияния — вулканического конуса, расположенного на участке курорта Джермук, и опускаются по реке до с. Кечут.

Мощность покрова доходит до 60—65 м. Нижняя часть покрова обычно обладает хорошо развитой столбчатой отдельностью, переходящей иногда в глыбовую. По внешнему виду лавы представлены породами серого и темно-серого цвета.

Лавы типа Е (тип Гостунский и Айсасинский) яв-

ляются наиболее молодым в исследованном районе и расположены на первой галечной террасе. «Центры извержений лав этого типа», как указывает К. Н. Паффенгольц [46], «находятся в разных участках, причем они нередко сидят на лавовых полях прежних типов».

Для образца, взятого у с. Алаяз из этого лавового покрова, тот же исследователь приводит следующее описание:

«Макроскопически порода представляет черно-серую и черную среднепористую лаву с весьма редкими вкрапленниками полевых шпатов. Под микроскопом структура порфировая, афировая, основная масса гиалопилитовая, представлена олигоклазом (лейсты до 0,2 см), моноклинным пироксеном в виде зерен неправильной формы, магнетитом и небольшим количеством стекла. Наиболее крупные лейсты плагиоклаза, поддающиеся измерениям, отвечают олигоклазу. По совокупности данных микроскопического исследования, указанные лавы должны быть отнесены к пироксеновым андезитам».

К. Н. Паффенгольц, используя работу В. П. Ренгартена «История долины р. Ассы на Северном Кавказе», разработавшего хронологическую схему четвертичного периода для Сев. Кавказа на основании изучения террас долины р. Ассы, проделал аналогичную работу и для террас реки Арпа.

В основе работы В. П. Ренгартена, как известно, лежит сопоставление эрозионных циклов р. Ассы с эпейрогеническими движениями области, которые и являлись причиной смены указанных циклов, увязывающихся с эпохами оледенений четвертичного времени.

К. Н. Паффенгольц увязал эти эпейрогенические движения и лавовые излияния Даралагеца с периодами оледенений и межледниковыми эпохами, используя для этой цели то интересное обстоятельство, что исследованные лавовые бассейны р. Арпа расположены на различных речных террасах, образование которых связано с крупными климатическими изменениями, пережитыми когда-то областью.

Такое расположение лавовых покровов на речных террасах, фиксирующих глубокие изменения в жизни реки, позволило вывести из этого факта ряд логических заключений о возрасте лавовых покровов и связи их с оледенениями и меж-

ледниковыми эпохами, происходившими на фоне допускаемых эпейрогенических движений.

В свете этих рассуждений возраст рассматриваемых лавовых покровов уточняется в следующем виде.

Излияние лав типа В (андезито-базальты) происходило в гюнц-миндельскую межледниковую эпоху, излияние лав типа Д — в росс-вюрмскую межледниковую эпоху. Наконец, излияние лав типа Е — в послеледниковую, современную эпоху, т. е. доисторический человек, как пишет К. Н. Паффенгольц, возможно, был свидетелем последних лавовых излияний, «и, может быть, миф о разрушенных городах Моз и Алаяз в бассейне р. Вост. Арпачай связан с последними вспышками вулканической деятельности» [45].

К позднейшим отложениям могут быть отнесены наносы делювиального, пролювиального и аллювиального типов.

Первые приобретают широкое площадное распространение и значительную мощность в пределах высоких нагорных плато и на склонах ущелий, образуя в некоторых случаях накопления песчаных глин, переполненных крупным обломочным материалом. Пролувий концентрируется в устьевых частях некоторых боковых ущелий, представляя скопления крупно-глыбового и средней величины обломочного материала, несущего в себе щебень и гравий. Аллювиальные отложения обычно выполняют долины рек, образуя пойменную, а также более высокие террасы; последние обычно замаскированы покровами делювиальных наносов.

б) ИНТРУЗИВНЫЕ ПОРОДЫ

Породы этого типа в бассейне р. Арпа приобретают довольно широкое развитие. Эти породы, как отмечает К. Н. Паффенгольц, «...глубинного и гипабиссального типов, представлены дифференциатами гранодиоритовой магмы: гранодиоритами, граносиенитами, сиенито-дацитами, диоритами с анортоклазом, кварцевыми диоритами, авгитовыми диоритами, диоритовыми порфиритами, сиенито-габбро, габбро с анортоклазом, габбро и др., а также многочисленными жильными разностями» [46].

Изучение интрузивных пород, а также связанных с ними некоторых месторождений (Гюмушханское и Газминское), про-

водилось А. В. Кржечковским и В. Н. Котляром. В последние годы более детальным изучением их, с проведением необходимых разведочных работ, занималось Армянское геологическое управление.

По территориальному признаку интрузивные массивы, обнажающиеся в пределах бассейна р. Арпа, К. Н. Паффенгольцем подразделены на следующие группы.

1. Зиракский интрузив.
2. Кечутский интрузив.
3. Гюмушханская группа.
4. Каялинский интрузив.
5. Газминская группа.

Зиракский интрузив находится в верховьях р. Арпа, на гребне Зангезурского (Конгур-Алангезского) хребта, являющегося водоразделом рр. Арпа и Воротан.

Площадь интрузива достигает 2 кв. км, тело его вытянуто в северо-западном направлении. Интрузив прорывает толщу липаритов и андезитов олигоцена и представлен преимущественно кварцевыми монцонитами. Жильная фация выражена аплитовыми и монцонитовыми жилами, секущими интрузив. Преобладающее простирание жил северо-западное $300-315^\circ$, падение очень крутое.

Как отмечает К. Н. Паффенгольц: «В расположении и в форме главной интрузии не усматривается никаких следов влияния каких-либо более древних, чем интрузия, разрывов. Наоборот, тело интрузии пересекает значительный сброс, фиксируемый полосой сильно разложенных пород и их брекчированностью. Его простирание СЗ 320° , падение на СВ крутое. Юго-восточным концом он уходит под лавы, а к северо-западу он контролируется крупной дайкой диоритового порфирита, прослеженной на протяжении более 4 км.

Таким образом, возраст этого нарушения ограничивается пределом между внедрением самой интрузии и внедрением ее дериватов — диоритовых порфиритов. Внутренняя тектоника характеризуется развитием трещин отдельности и аплитовых жил. Наиболее развитой системой являются северо-западные трещины с азимутом $260-320^\circ$, с падением в обе стороны при угле $80-90^\circ$ » [46].

Кечутский интрузив расположен к югу от курорта

Джермук, обнажается на гребне длиной в 2 км и шириной около 1 км, вытянутом в меридиональном направлении.

К этому интрузиву, несомненно, относятся и выходы гранодиоритовых пород, обнажающиеся в ущелье р. Арпа на участке между бывшим с. Исти-су и с. Кечут. Эти породы образуют ложе реки и маскируются как молодыми лавовыми покровами, так и современным аллювием, выполняющим русло реки.

С этими же интрузивными массивами связаны и другие небольшие обнажения интрузивных пород, выходящие на территории курорта Джермук.

Все эти интрузии прорывают нижнюю свиту темных, синеватых, голубоватых андезитов и их туфов и туфобрекчий с прослоями туффитов. Последние в контакте с интрузивными породами сильно гидротермально изменены.

В пределах основного интрузивного тела В. Н. Котляром констатирован сброс северо-восточного простирания ($25-45^\circ$), с падением на юго-восток под углом в $50-75^\circ$. Нарушение прослеживается на протяжении около 10 км.

В пределах интрузива фиксируется наличие аплитовых жил и трещин отдельности. Наблюдаются трещины различных систем, среди них четко регистрируются трещины простирания северо-западного $320-330^\circ$, с падением на северо-восток под углом в 85° ; вторая система трещин имеет простирание северо-восточное $35-45^\circ$, при падении на северо-запад под углом 80° ; третья система трещин повторяет северо-западное простирание ($290-320^\circ$), при падении в южные румбы под углом в $10-15^\circ$.

Сам интрузив представлен сиенито-диоритами, переходящими в кварцевые монзониты и далее, как отмечает К. Н. Паффенгольц, к оливиновому габбро.

Гюмушханская группа интрузий расположена в верховье левого притока р. Арпа, в бассейне р. Терп и включает в себя около 20 интрузивных тел на площади свыше 25 кв. км.

Интрузии прорывают нижнюю темную туфоандезитовую и налегающую на нее светлую андезито-липаритовую свиту олигоцена.

В границах выхода интрузий значительное развитие получают гидротермально измененные породы.

Петрографический состав интрузий чрезвычайно разнообразный и, как отмечает В. Н. Котляр, в их строении принимают участие все разновидности от сиенито-диоритов до оливинового габбро и анортозитов.

Характерной особенностью этой группы интрузий является ограниченное распространение сиенито-диоритов и более кислых разновидностей и широкое развитие бескварцевых монцититов и особенно габбро.

В качестве отличительной черты этих пород К. Н. Паффенгольц отмечает «присутствие кали-натрового шпата даже в таких основных представителях этой группы, как оливиновое габбро» [46].

Условия залегания вмещающих пород не дают каких-либо отклонений от общих элементов, присущих данному району. Широко проявляются нарушения, разрывы. К числу последних принадлежит крупный разлом северо-западного простирания и сбросы меридионального и северо-восточного простирания, о которых упоминает К. Н. Паффенгольц.

Во внутренней структуре В. Н. Котляром констатируются в основном трещины северо-западного направления. Трещины северо-восточного и др. направлений выражены слабее. Жильная фация интрузивных тел в основном выражена аплитовыми и реже пегматитовыми жилами и дайками порфириров. Имеющиеся рудные жилы также имеют превалирующее северо-западное простирание и крутое падение.

Каялинская интрузия расположена в основном на правом берегу р. Арпа в ее среднем течении. Площадь интрузии достигает около 3 кв. км.

По данным К. Н. Паффенгольца, «интрузив прорывает туффитовую свиту среднего эоцена, представленную туфоконгломератами, известковистыми песчаниками с примесью туфогенного материала, слоистыми туфами андезитового состава, а также перемежающимися с ними в северной и западной частях витрофировыми и плагиоклазовыми андезитами» [46].

Указанные породы в краевых частях интрузии сохраняют пологое залегание, обнаруживая местами падение к интрузиву, что позволяет К. Н. Паффенгольцу говорить «о вполне дискордантном характере интрузива, протыкающего вмещающие породы без всяких следов измятия слоев» [46].

Что касается трещинной структуры интрузива то, по данным В. Н. Котляра, трещины принадлежат к двум типам— «трещинам остывания и более молодым. Последние северо-восточного простирания с вертикальным (почти) или крутым падением на ЮВ, что совпадает с простиранием сброса во вмещающих породах. Его простирание СВ 50—60°, падение в юго-западной части на ЮВ, в северо-восточной на СЗ, угол падения 80—90°. Вдоль этих трещин располагаются также довольно значительные по длине, но тонкие рудные жилы» [21].

Интрузивное тело сечется многочисленными аплитовыми и пегматитовыми жилами северо-западного и северо-восточного простирания.

Сам интрузив сложен монцонитами и сиенито-диоритами.

Газминская группа интрузий расположена на хребте Теке-Долдуран, занимая междуречье рр. Арпа и Элегис.

Группа охватывает до 8 крупных и мелких интрузивных тел общей площадью около 10 кв. км.

Интрузии прорывают туфогенную толщу среднего эоцена, располагаясь в куполе крупной антиклинали северо-западного простирания, осложненной на крыльях второстепенной складчатостью.

По данным А. В. Кржечковского [23], породы интрузий представлены сиенито-диоритами, граносиенитами, авгитовыми диоритами, кварцевыми диоритами и диоритовыми порфиритами и образуют тела северо-западного простирания, имеющие нередко дайкообразный характер.

О наличии еще одной небольшой штокообразной интрузии на левом берегу р. Арпа, между с. Агаракадзор и устьем р. Элегис (Гетап), говорит К. Н. Паффенгольц [46]. Последняя представлена диоритами.

В пределах рассматриваемой площади значительное развитие получают отдельные дайки и жилы диабазы, базальтов и др.

К. Н. Паффенгольц указывает на широкое развитие в границах интрузий пневмато-гидротермальных явлений (хребет Амулсар (Кысырдаг), Сарцали (Сарыерсырчали) и др.), связанных с воздействием флюидов и гидротерм.

В. Н. Котляр отмечает следующие типы гидротермального метаморфизма, проявляющиеся в пределах описанных интрузивов.

зий в большей или меньшей степени — грейзенизация, альбитизация, эпидотизация, силицификация, серицитизация, хлоритизация, каолинизация, алунитизация, сульфидизация (пиритизация) и карбонатизация.

В возрастном отношении все указанные интрузии прорывают породы эоцена, частично олигоцена и К. Н. Паффенгольцем относятся к третичному времени. По его мнению, они генетически связываются с мощным Мегринским плутоном.

в) ТЕКТНИКА

Указанная глава является одной из основ строящихся гидрогеологических выводов.

Нужно отметить, что бассейн р. Арпа, являясь составной частью крупного тектонического района (собственно Армении), несет на себе всю сложность и разнообразие его геологической структуры (фиг. 1 и 2).

Складчатая деформация.

Основной тектонической структурой бассейна р. Арпа является, по данным К. Н. Паффенгольца, крупная антиклинальная зона, протягивающаяся через рассматриваемый район в северо-западном направлении.

Являясь продолжением крупной антиклинальной структуры Кафанского района, она прослеживается у Воротанского (Кочбекского) перевала, у высоты Теке-Долдуран и у Айондзорского (Селимского) перевала, направляясь далее к северо-западу.

Указанная антиклинальная зона, по К. Н. Паффенгольцу, представляет собой ряд антиклиналей, иногда брахиантиклиналей, осложненных на крыльях мелкой второстепенной складчатостью.

Оси антиклинальных поднятий погружаются в юго-восточном направлении и, наоборот, поднимаются к северо-западу, где в осях антиклиналей обнажаются более древние породы, представленные сеноманскими и туронскими известняками, мергелями, поднимающимися до отметки 2500—2700 м (сс. Ахкенд, Таратумб, бассейн Аргичи).

К северу от указанной основной структуры К. Н. Паффенгольц констатирует вторую пологую антиклиналь, протягивающуюся почти в широтном направлении через район Джермук-

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БАССЕЙНА РЕКИ АРПА

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

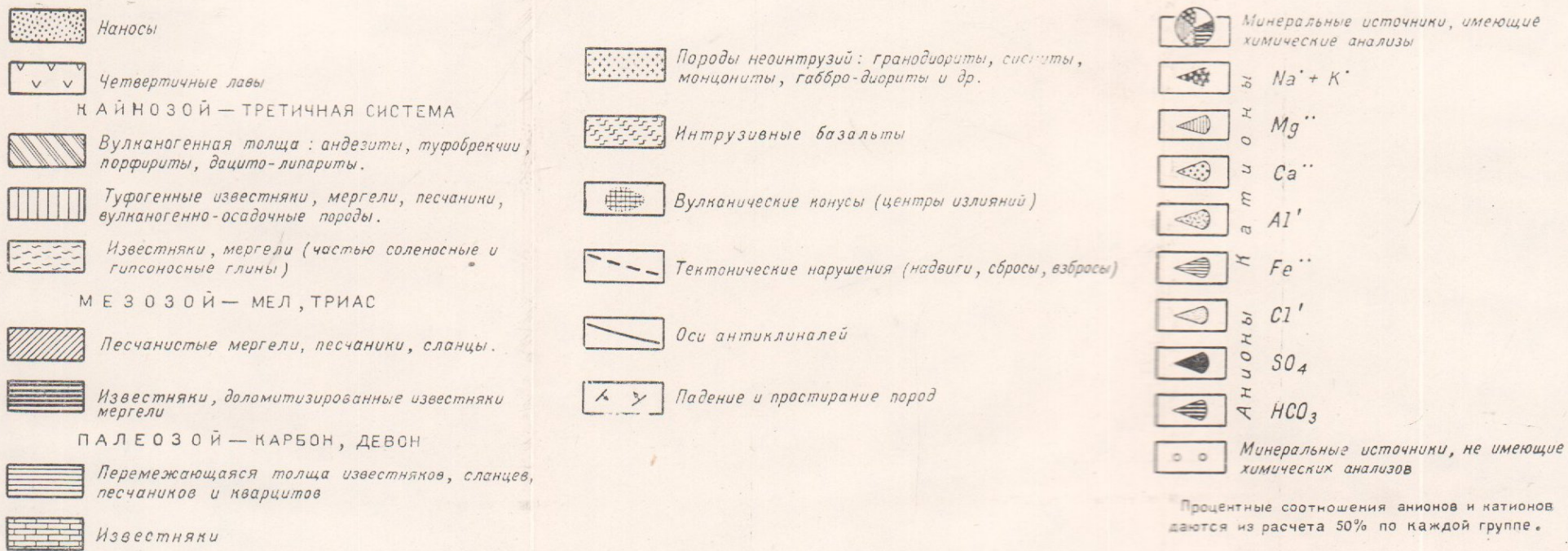
Масштаб 1:200 000
км 2 0 2 4 6 8 км

Составил А.П. ДЕМЕХИН
по материалам К.Н. Паффенгольца

ЕРЕВАН — 1952 г.



У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я



ских источников и отклоняющуюся далее несколько к юго-востоку. На продолжении этой же структуры расположен и второй источник Котур-Исти-су, выходящий в верховье р. Воротан.

По данным К. Н. Паффенгольца, наблюдается наличие антиклинальных складок и к юго-западу от той же основной структуры.

Первая из этих складок расположена у с. Эртич, по левому берегу р. Арпа и имеет тоже северо-западное простирание. Антиклиналь сложена палеозоем и перекрыта отложениями эоцена.

Девонскими отложениями сложена и вторая антиклиналь, по-видимому, второстепенная, располагающаяся к юго-востоку от первой, на северо-восточном склоне хребта Кянзаг-ял, сложенного, по К. Н. Паффенгольцу, известняками карбона [46].

«Следующая более крупная», по К. Н. Паффенгольцу, «дугообразная антиклиналь располагается по левому склону р. Книшикчай, шарнир ее падает довольно круто на северо-запад, чем обусловлено появление верхнедевонских отложений на высоте 2620 м, на водоразделе рр. Книшикчай и Огбинчай (бассейн рр. Вост. Арпачай и Джагрычай), к ЮЗ от с. Гнишик» [46].

Наконец, в пределах рассматриваемой области К. Н. Паффенгольцем фиксируются еще крупные структурные единицы.

«Между сс. Арпа и Юхари Данзик р. В. Арпачай пересекает видимая на коротком расстоянии антиклиналь, сложенная известняками карбона. По обоим крыльям этой антиклинали располагаются узкие синклинали, сложенные верхнемеловыми и эоценовыми отложениями; северо-восточная синклиналь осложнена по обоим крыльям сбросами. Северо-восточный сброс небольшой амплитуды (до 250 м) и простирания (около 7—8 км); амплитуда юго-западного сброса, замирая (?) на ЮВ, к СЗ увеличивается, приводя в соприкосновение на одном уровне верхний эоцен и карбон (погружены весь верхний мел и часть эоцена). Этот сброс на перевале у с. Ардалас отчетливо перекрывается нижним (?) олигоценом. На этом сбросе у пересечения его р. Вост. Арпачай находится Арпинский минеральный источник.

Юго-западное крыло второй (юго-западной) синклинали

тотчас к северу от с. Юхари Данзик осложнено надвигом на него сильно дислоцированных отложений карбона и девона» [46].

Далее к юго-западу и югу, вне пределов Армянской ССР, К. Н. Паффенгольц фиксирует ряд крупных антиклинальных складок и синклиналей, осложненных нарушениями разрывного характера.

Таким образом, из приведенного описания, по К. Н. Паффенгольцу, складчатых нарушений, широко охватывающих бассейн р. Арпа, приходится констатировать наличие ряда антиклинальных структур, имеющих общекавказское простираение (за исключением одной дугообразной складки в бассейне р. Гнишик), сообщающих всей этой области своеобразное строение, решающим образом влияющее и на гидрогеологические особенности бассейна р. Арпа для глубоких водоносных горизонтов.

Несколько иную структуру имеет северо-восточная часть бассейна р. Арпа, охватывающая верховье последней. Здесь, как отмечает К. Н. Паффенгольц, наблюдается слабая дислоцированность пород, пологая складчатость с довольно изменчивыми условиями залегания пород по простираению.

Разрывные деформации.

Разрывные деформации широко охватывают этот район. Они могут быть подразделены на три типа.

К первому типу могут быть отнесены нарушения крупные по своему масштабу — протяженности, амплитуде и региональному значению.

Ко второму типу, по В. Н. Котляру, могут быть отнесены нарушения, которыми охватываются целые зоны, так называемые зоны ослабления. Они характеризуются сравнительно небольшой амплитудой смещения, но распространяются на значительные участки — зоны.

С такими зонами ослабления В. Н. Котляром и К. Н. Паффенгольцем связываются внедрения интрузивных пород и проникновение рудных эманаций.

Те же исследователи отмечают следующий момент. «В ряде случаев отдельные крупные разрывы с большой амплитудой перемещения переходят в зону таких малоамплитудных трещин и швов, т. е. в зону ослабления» [46].

К третьему типу, как нам кажется, можно было бы отнести нарушения сбросового или взбросового порядка, иногда с незначительной амплитудой и не имеющие большого регионального развития, но имеющие большое локальное значение в вопросе появления вод на дневной поверхности.

Одним из крупных нарушений, относящихся к первому типу, является разрыв, отмеченный В. Н. Котляром в бассейне р. Воротан, юго-восточнее с. Базарчай, у сс. Пирнаут, Шагат и Шукяр, «приуроченный по-видимому, к вышеуказанной центральной антиклинальной зоне», как отмечает К. Н. Паффенгольц.

К северо-западу указанный разлом маскируется наносами и лавовыми покровами, но контролируется интрузиями на склоне хребта Амулсар (Кысырдаг) и широким развитием гидротермально измененных пород, образуя собой значительно ослабленную зону, относимую ко второму типу деформаций.

К. Н. Паффенгольц склонен увязывать эту зону с группой рудных месторождений на Теке-Долдуран. В юго-восточном направлении К. Н. Паффенгольц указывает на возможную связь этого разлома с Кавартским надвигом в Зангезуре, совпадающим с той же антиклинальной зоной.

К первой группе деформаций относятся глубокие многочисленные нарушения, сопровождающие складчатые структуры юго-западнее с. Арпа.

К этому же типу нарушений К. Н. Паффенгольц относит также крупный разрыв у сс. Горадис и Серс, приводящий к контакту меловые и третичные отложения. Нарушение имеет северо-западное ($280-315^\circ$) простирание и падение на юго-запад под углом $65-90^\circ$. Северо-восточнее нарушения К. Н. Паффенгольцем констатируется зона мелкоамплитудных дислокаций того же простирания.

Другое аналогичное нарушение наблюдалось В. Н. Котляром севернее Сисианского перевала; далее оно регистрировалось у с. Чайкенд в виде ослабленной зоны (второй тип деформации), к которой приурочен ряд рудных проявлений.

Нужно отметить, что широкое развитие лавовых покровов в пределах северо-восточной части бассейна р. Арпа, по-видимому, маскирует имеющиеся здесь крупные разломы. Значительное количество вулканических конусов и их расположение

достаточно убедительно говорят о наличии здесь глубоких нарушений, обусловивших массовое излияние лав.

К первому же типу можно отнести сбросы, фиксируемые В. Н. Котляром в верховье р. Арпа. К числу этих сбросов принадлежит так называемый Сырчалинский, по К. Н. Паффенгольцу, начинающийся у хребта Сарчали (Сарыерсырчали) проходящий далее по левому берегу р. Арпа, пересекающий Кечутскую интрузию и теряющийся в долине реки. Простирание данного нарушения северо-восточное ($23-40^\circ$), падение на юго-восток под углом $50-85^\circ$. На всем своем протяжении сброс достаточно хорошо контролируется вторичными кварцитами, гидротермально измененными породами, зеркалами скольжения и т. д.

«На этом же сбросе»,— как отмечает К. Н. Паффенгольц,— «находится небольшой вулкан, давший самостоятельный крошечный поток андезитовых лав на отроге между с. Зирак и курортом Джермук, а также севернее другой более крупный вулкан Серчатапа» [46].

Амплитуда сброса оценивается не менее 100 м.

Параллельно указанному нарушению несколько юго-восточнее отмечаются аналогичные нарушения, но несколько меньших масштабов, проходящие неподалеку от вулкана Кызылтапа и с. Зирак. К числу нарушений этого же типа относятся разломы в интрузивных телах, указанные при описании последних.

В пределах Зиракской интрузии ее тело рассечено сбросом северо-западного простирания значительной амплитуды. В полосе измененных пород Кечутской интрузии последняя также сечется крупным сбросом северо-восточного простирания.

К третьему типу нарушений относятся многочисленные деформации разрывного характера со сравнительно небольшими амплитудами, наблюдаемые в районах выходов минеральных источников и играющие, по-видимому, для них существенную роль. Такого порядка нарушения фиксируются у минеральных источников Салли, Кишлаг, Артабун № 7, Малишка, Сойлан и др. (фиг. 2).

Как видно из приведенного описания нарушений разрывного характера, среди последних доминирующее положение занимают нарушения, прослеживающиеся в северо-западном на-

правлении. Сюда относятся нарушения, наиболее глубокие и наиболее развитые по протяженности.

Учитывая тот момент, что во многих случаях простираение интрузивных тел и жилого комплекса ориентировано в том же направлении, а возраст интрузий устанавливается, как третичный (К. Н. Паффенгольц), можно полагать, что нарушения этого порядка являются наиболее древними, относясь по возрасту к третичному времени.

В меньших масштабах в пределах исследуемого района проявляются нарушения, лежащие в северо-восточном румбе. Судя по их положению, соотношению с вмещающими и окружающими их породами, можно высказать предположение о том, что они являются более молодыми, появление их связывается с мощными вспышками уже позднейшей вулканической деятельности.

Несмотря на то, что нарушения северо-восточного простираения не получают столь глубокого развития, как северо-западные, связанные возможно с мощным внедрением многочисленных интрузий, нарушения северо-восточного простираения являются более молодыми, открытыми и играют решающую роль в появлении минеральных вод на дневной поверхности.

Еще меньшее значение имеют нарушения, близкие к меридиональному направлению; они являются второстепенными и не приобретают практического значения.

III. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА

Остановимся кратко на характеристике общих гидрогеологических условий бассейна р. Арпа и классификации ее подземных вод (фиг. 3).

Нужно отметить, что в основу этой классификации нами положено подразделение отдельных участков земной коры на вертикальные зоны по степени гидрогеологической раскрытости, высказанное Н. К. Игнатовичем [14], а также выделение отдельных типов воды, детально разработанное В. А. Сулиным [50].

Степень гидрогеологической раскрытости, как известно, определяется тектоникой района и типом слагающих его пород.

Сложность последней в условиях исследуемой области позволяет подземные воды бассейна распределить на две зоны — зону свободного водообмена и зону затрудненного водообмена.

К первой зоне нами отнесены воды, связанные с лавовыми покровами и получающие широкое развитие в северо-восточной части бассейна.

Эти породы и приуроченные к ним водоносные горизонты в большинстве случаев прикрыты рыхлыми, хорошо водопроницаемыми наносами и лишены, таким образом, водоупорной кровли. Эти воды, циркулирующие в сети широко развитых трещин или на контакте с подстилающими более древними породами, не обладают напорностью.

Лавовые водонесущие покровы залегают обычно выше базиса местной эрозии.

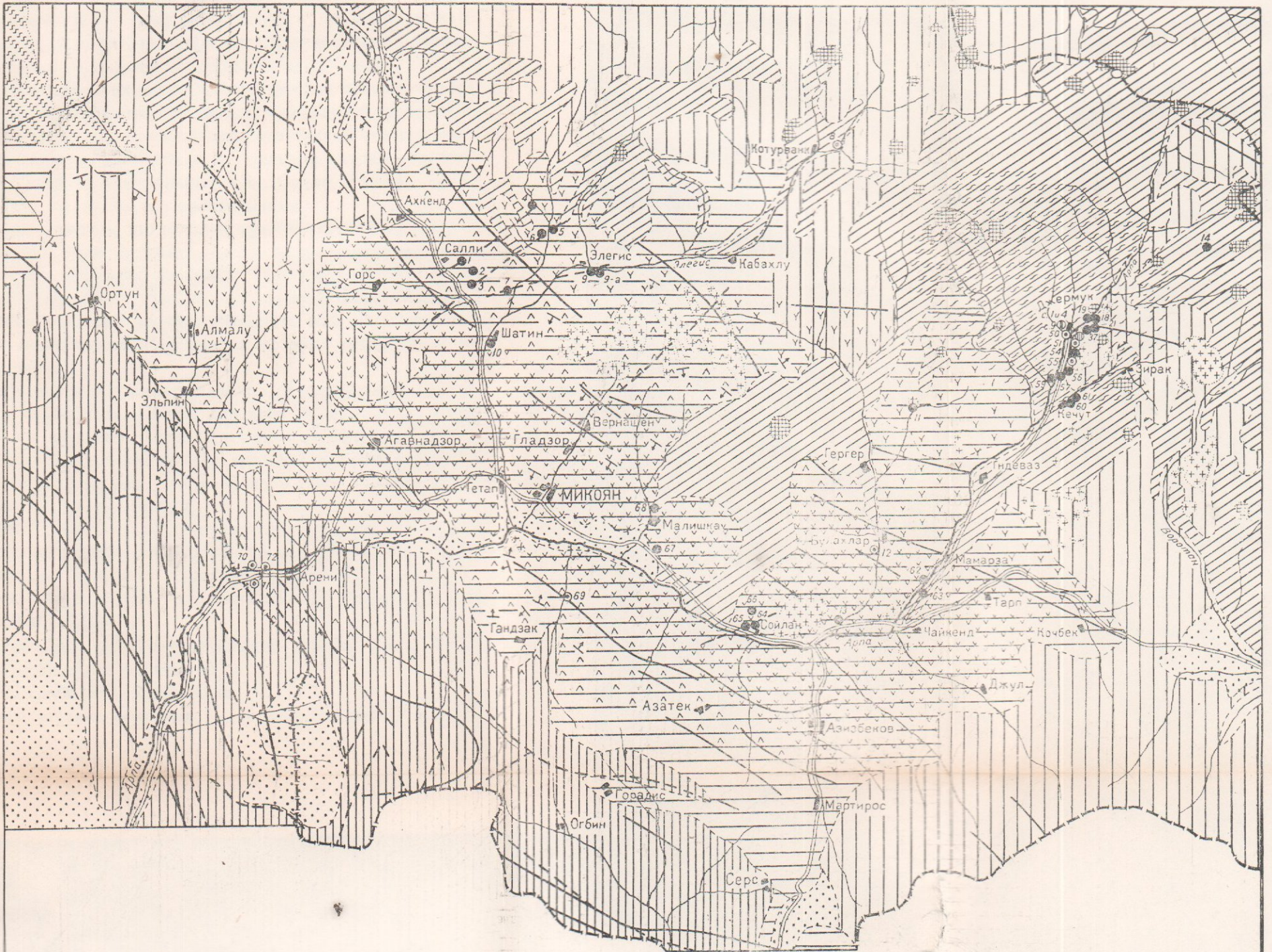
В химическом отношении эти воды, в силу хорошей водопропускной способности трещиноватых лав, при интенсивном водообмене с поверхностью представляют собой ясно выражен-

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БАССЕЙНА РЕКИ АРПА

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Масштаб 1:200000
0 2 4 6 8 км

Составил А.П. ДЕМЕХИН
ЕРЕВАН - 1952



У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я

ЗОНА СВОБОДНОГО ВОДООБМЕНА

Трещинные воды, связанные с породами четвертичных лав. Воды концентрируются в падении водоупоры и обладают большим дебитом. Температура $6^{\circ}-10^{\circ}$, слабо минерализованы ($50-150 \text{ мг/л}$), относятся к типу гидрокарбонатно-кальциевых.

Трещинные воды, связанные с андезитами, туфобрекчиями, кварцпорофитами, доцитами, липаритами и др. Воды довольно обильны, температура $6^{\circ}-15^{\circ}$, слабо минерализованы ($50-200 \text{ мг/л}$), относятся к типу гидрокарбонатно-кальциевых.

Трещинные воды, связанные с известняками, мергелями, сланцами, песчаниками, кварцитами, конгломератами и др. Приурочены в основном к тектоническим трещинам. Выделяются лишь отдельные выходы. Температура $10^{\circ}-15^{\circ}$. Минерализация $100-500 \text{ мг/л}$. Воды гидрокарбонатно-кальциевые, иногда гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевые-натриевые. В некоторых случаях на поверхности пород получают развитие воды делювиального типа. Последние непостоянны, малобитны, незначительно минерализованы, относятся к типу гидрокарбонатно-кальциевых.

Воды, связанные с вулканогенно-осадочной толщей (известняки, песчаники, туфогены). Приурочены к отдельным тектоническим трещинам. Малобитны, непостоянны. Температура $10^{\circ}-15^{\circ}$. Относятся к типу гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевых-натриевых и гидрокарбонатно-кальциевых. Иногда на поверхности пород получают развитие делювиальные воды. Последние непостоянны, малобитны, различно минерализованы; относятся к типу гидрокарбонатно-кальциевых и гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевых-натриевых.

Воды, связанные с рыхлыми отложениями - аллювием, делювием, конгломератами и т.п. Непостоянны по дебиту и химическому составу.

ЗОНА ЗАТРУДНЕННОГО ВОДООБМЕНА

Зона распространения глубоких минерализованных вод (сухой остаток $0,8-1,9 \text{ г/л}$, I группа) гидрокарбонатно-кальциевых-натриевых, гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевых-натриевых. Воды обладают напором в силу своего залегания и насыщенности CO_2 . Выходы приурочены к тектоническим нарушениям. Температура $17^{\circ}-22^{\circ}$.

Зона развития глубоких минерализованных вод (сухой остаток $1,8-4,3 \text{ г/л}$, II группа), гидрокарбонатно-хлоридно-натриево-кальциевых, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-натриево-кальциевых. Воды напорны в силу своего залегания и насыщенности CO_2 . Выходы приурочены к тектоническим нарушениям.

Зона развития глубоких сильно минерализованных вод (сухой остаток $2-10 \text{ г/л}$, III группа) хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатно-натриево-кальциевых. Воды напорны в силу своего залегания и насыщенности CO_2 . Выходы приурочены к тектоническим нарушениям.

Зона развития глубинных вод Джермука (IV группа), гидрокарбонатно-сульфатно-натриевых, гипертермальных.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ

- Минеральные источники и их нумерация
- Минеральные источники холодные $4^{\circ}-20^{\circ}$
- ⊙ Минеральные источники теплые $20^{\circ}-37^{\circ}$
- ⊕ Минеральные источники горячие $37^{\circ}-42^{\circ}$
- ⊕ Минеральные источники очень горячие $42^{\circ}-100^{\circ}$

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ⊠ Вулканические конусы (центры излияний)
- ⊠ Породы неинтрузий: гранодиориты, сиениты, монцититы, габбро-диориты и др.
- ⊠ Интрузивные базальты
- ⊠ Тектонические нарушения (надвиги, сбросы и др.)
- ⊠ Оси антиклиналей
- ⊠ Падение и простираание пород.

мый этап гидрокарбонатного выщелачивания (по В. А. Сулину [50]).

При общей, обычно незначительной их минерализации они все могут быть отнесены к гидрокарбонатно-кальциевому типу вод.

К этой же зоне относятся воды трещинно-делювиальные и делювиальные, связанные с рыхлыми наносами, лежащими на плотных вулканогенных или осадочных глинистых породах.

Ко второй зоне, — зоне затрудненного водообмена, нами отнесены подземные воды горизонта верхнемеловых отложений и, возможно, нижней части третичных (эоцена).

Значительное площадное распространение отложений верхнего мела, представленного карбонатной фацией, условия их залегания позволяют предполагать, что данный геологический горизонт является водоносным и отдельные выходы вод, отнесенных к разряду минеральных, у сс. Салли, Кишлаг, Арени. Агавнадзор, являются его проявлениями.

Нужно отметить, что тектоника района значительно осложняет условия существования данного горизонта, разделяя его на отдельные небольшие бассейны, изолируя некоторые участки, что обуславливает появление на дневной поверхности целой гаммы различно минерализованных вод, на описании и разборе генетических особенностей которых остановимся несколько ниже.

Нет основания отрицать наличие и третьей зоны, зоны отсутствия водообмена. Общий характер геологического строения района позволяет предполагать существование такой зоны, а некоторые данные химических анализов воды по отдельным источникам, о которых речь будет идти ниже, несколько подкрепляют эти предположения.

Можно полагать, что существующие глубокие водоносные горизонты не имеют непосредственных выходов на дневную поверхность, но получают возможность частично разгружать свои воды по глубоким тектоническим нарушениям, широко развитым в районе.

Остановимся на более детальной характеристике намечаемых водоносных горизонтов.

Зона свободного водообмена.

Воды лавовых покровов. Четвертичные лавовые покровы

занимают значительные площади в северо-восточной части бассейна р. Арпа, получая доминирующее развитие в ее верховье.

Отдельные лавовые покровы в виде длинного языка спускаются к югу, по левому берегу р. Арпа, почти до с. Чайкенд.

Аналогичные лавовые потоки в виде небольших узких полос затекали в речные ущелья и у северных границ бассейна, изливаясь из одиноко стоящих небольших вулканических очагов.

Совершенно особое место занимает расположенный почти в центре бассейна реки мощный вулканический конус Даликсар (Топаси-далик), высоко поднимающийся своей правильной усеченной вершиной с глубоко опускающейся вниз (до 50 м) кратерной частью.

Его лавовые потоки, растекаясь по пониженным участкам, с одной стороны достигли северо-западной окраины с. Малишка, с другой, обтекая гору Ахдаг, расположенную к востоку от селения, вышли в долину р. Арпа. Наконец, в виде сравнительно небольшого лавового потока лавы Даликсар залили ущелье р. Ерер. Общая площадь, занимаемая лавовыми покровами в пределах Азизбековского района, по подсчетам А. А. Тер-Мартirosяна, достигает 380 кв. км.

Число источников, приуроченных к указанным породам, по тем же данным, достигает 103, при общем дебите в 2397 л/сек. Откуда «на один родник приходится в среднем 23 л/сек, а модуль подземного стока получается в 6,3 л/сек.» [52].

Приведенные краткие цифры достаточно убедительно говорят о водообильности этого горизонта, обусловливающейся рядом причин:

1. Общее высотное положение лавовых покровов, в среднем на абсолютной отметке 2000 м.

2. Значительное количество осадков, выпадающих на указанных высотах: порядка 400—500 мм в год.

3. Чрезвычайно сильно развитая трещиноватость, получающаяся как в результате наличия трещин отдельности, так и в результате интенсивно происходящих явлений выветривания. В результате происходит накопление мощных каменных россыпей «чингилов».

4. Отсутствие достаточно мощного почвенного и растительного покрова на лавах.

Все перечисленное создает благоприятные условия для инфильтрации значительных количеств атмосферных осадков в глубь лавовых потоков.

К числу особенностей данного водоносного горизонта надо отнести следующие моменты:

- 1) сосредоточенность выходов источников этого горизонта на отдельных участках;
- 2) водообильность источников и
- 3) постоянство их режима в отношении температуры и дебита в годичном разрезе.

Последние вопросы находят себе следующее объяснение.

Воды, инфильтрующиеся в лавовые покровы, достигая водоупора, далее движутся, следуя его уклону.

Водоупор обычно представлен или более плотным покровом тех же андезито-базальтов, лишенных трещиноватости в такой степени, в какой последняя присуща первому покрову, или древним покровом наносов, прослаивающих два лавовых покрова, различных по времени своего излияния, или какими-либо плотными массивными, более древними породами, или же, наконец, подстилающей древней осадочной толщей. Однако наличие перечисленных водоупоров не создает условий для проявления одного водоносного горизонта, регистрируемого на значительном протяжении или площади.

Все имеющиеся выходы являются сосредоточенными, выклинивающимися на сравнительно небольших участках. Последнее обстоятельство связывается с характером палеорельефа, существовавшего до излияния лав. Древние погребенные долины и ущелья являются путями, по которым идут концентрированные потоки воды, выклинивающиеся на дневной поверхности.

Нужно отметить еще одно интересное обстоятельство, что в пределах развития лавовых потоков при наличии нескольких повторных излияний, прослаиваемых древними наносами, иногда на склоне фиксируется два-три горизонта родников, одинаково приуроченных к одному участку. Таким образом, намечается как бы этажное движение воды в виде сосредоточенных потоков. Наблюдаемая сосредоточенность выходов для

всех горизонтов позволяет говорить о том, что все последовательные лавовые излияния в одинаковой степени повторяли неровности подлавогого палеотипного рельефа.

Приведенные условия выхода вод можно наблюдать на курорте Джермук.

Вряд ли, конечно, указанное разделение водотоков является постоянным и распространяющимся на значительные площади. Последнее обстоятельство может быть лишь при наличии длительного перерыва в вулканической деятельности и накопления наносов значительной мощности. Вернее и легче, однако, предположить, что наносы, отделяющие один так называемый горизонт от другого, не обладают большой мощностью и зачастую образуют «окна», позволяющие сообщаться верхнему горизонту с нижним. Появление всех этих источников на дневную поверхность связывается с наличием дренажа в виде глубоких речных ущелий.

Выходящие источники поражают своим дебитом и постоянством последнего.

Естественно, возникают вопросы, каковы же источники, питающие столь мощные выходы подземных вод, и какие моменты являются регулирующим началом их постоянства?

Среди возможных источников питания вод вопрос о пополнении их за счет каких-либо более глубоких восходящих вод отпадает в силу характера подстилающих пород, их тектоники и гипсометрического расположения самих лавовых потоков.

По-видимому, единственным и основным источником питания вод этого горизонта являются атмосферные осадки, причем, как отмечает С. С. Кузнецов [24], для Севанского бассейна «здесь необходимо подчеркнуть особенное значение твердых осадков (снег, град) и немаловажную, по-видимому, роль тонко выпадающей конденсационной влаги».

Не менее интересны выводы С. С. Кузнецова и по второму вопросу о регулировании подземного стока.

«Однако, если принять единственно допустимую возможность передвижения подземных вод андезито-базальтов по трещинам и пустотам, то возникает вопрос: каким же способом регулируется этот подземный сток трещинной воды? Казалось бы, что легкость передвижения грунтовой воды по трещинам (тип открытых каналов) и значительный наклон палеотипного

подлавогого ложа в сторону Мазринской долины должны приводить к крайне быстрому расходованию попадающей в андезито-базальты жидкой влаги. В действительности наблюдаются мощные родники, в течение круглого года непрерывно выбрасывающие большие водные массы. Какой же механизм регулирует передвижение вод лавовых покровов, покрывающих палеотипный рельеф Мазринского и Южногочинского районов? Описанные выше наблюдения над водами, содержащимися в андезито-базальтовых покровах, приводят к следующим положениям, более или менее освещающим вопрос о регуляции передвижения андезито-базальтовых вод.

В сущности дело сводится:

1) к поглощению каменными россыпями твердых осадков и медлительному таянию их, превращающихся, по-видимому, в области высоких горизонталей в лед;

2) к значительным конденсационным процессам на лавовых полях, которые благодаря бугристости рельефа во много раз увеличивают свою поверхность;

3) к подстиланию андезито-базальтовых покровов и потоков водоупорными породами—плотные туфогены, порфириды, известняки;

4) к сильной трещиноватости лав, уводящих воду до водоупорного ложа;

5) к глубокой выработанности палеотипного рельефа лавового ложа, сильно некогда нивелированного, покрытого ровными террасовидными образованиями и плоскими обширными логам, стягивающими на себя подземные струи и как бы коллектирующие их;

6) к обширности площадей питания андезито-базальтовых полей, уходящих на большие высоты, где отдельные снежники держатся круглый год и где выпадает вдвое больше осадков, чем установлено на уровне озера (400 мм);

7) к особенностям рельефа лавовых покровов, ослабляющих поверхностный сток и благоприятствующих поглощению выпавших осадков трещинами андезито-базальтов; это, по-видимому, превосходные водопоглотители;

8) к наличию древнего аллювия под лавами (ср. Ташкенд, Алучалу)» [24].

Надо полагать, что описанные условия полностью сохра-

няют свою силу для лавовых полей, расположенных в смежном бассейне — бассейне р. Арпа, тем более, что лавовые покровы Севанского бассейна являются непосредственным продолжением покровов, излившихся, возможно, из тех же очагов, но заливавших уже, в силу древнего рельефа, области, лежащие к югу.

Других горизонтов грунтовых вод, так четко выраженных, как первый, в пределах бассейна р. Арпа не зафиксировано.

Получающие широкое развитие вулканические породы эоцена и олигоцена представлены в основном туфогенными породами, песчаниками, туфоконгломератами, туфобрекчиями, туфами, порфиритами и андезитами. Площадь распространения этих пород, по данным А. А. Тер-Мартиросяна [52], составляет 750 кв. км и модуль подземного стока равен 2,8 л/сек., что в 2,5 раза меньше модуля стока для андезито-базальтов.

Такое резкое снижение их водообильности теснейшим образом связывается с характером этих пород и их трещиноватостью. Последняя развита значительно слабее, нежели в покровых андезито-базальтовых четвертичных лав.

Трещиноватость перечисленных пород, связанная в основном с наблюдаемой отдельностью, не получает глубокого и полного развития, а поэтому эти системы трещин и не могут являться проводниками инфильтрующих вод в значительных количествах. Не могут служить хорошими проводниками воды и трещины кливажа, трещины скола и, наконец, трещины напластования. Однако наблюдаемая водоносность этих пород все же позволяет фиксировать трещиноватость, являющуюся достаточно активным проводником вод.

К числу водопроводящих трещин необходимо отнести трещины, связанные с тектоникой. Они получают значительное развитие в области антиклинальных складок на участках, замыкающих к осям, где, по-видимому, развивается целая система трещин, раскрытых кверху и замыкающихся на глубине. В условиях обильно выпадающих осадков эти трещиноватые зоны обводнены и способны давать некоторое количество воды. Движение вод в этих трещинах направлено в сторону дренирующих элементов, причем разгрузка вод ниже базиса эрозии становится затруднительной.

Более эффективной в отношении водоотдачи является, по

классификации А. С. Храмушева, локальная трещиноватость, связанная с дизъюнктивными нарушениями и зачастую охватывающая целые зоны. Последние проникают на значительную глубину и, по-видимому, имеют большую протяженность по простиранию. Такие зоны, несомненно, являются крупными источниками поступления вод с большим дебитом.

Как видно, в пределах развития вулканогенных третичных пород, дренируемых как самой р. Арпа, так и ее притоками, водоносные горизонты, как таковые, отсутствуют. Намечаются отдельные обводненные участки, обусловленные в основном тектоническими факторами.

Зона затрудненного водообмена.

К указанной зоне, как нам кажется, в свете последних данных, могут быть отнесены подземные воды, приуроченные в основном к верхнемеловым отложениям, перекрытым мощным покровом более молодых третичных пород.

Это обстоятельство при определенном залегании пород создает условия напорности вод, позволяя отнести их к типу артезианских.

Выходы минеральных и минерализованных вод района являются достаточно убедительным фактором, подкрепляющим данное предположение.

Переходя к вопросу о наличии в районе артезианских вод, необходимо снова обратиться к геологическому строению бассейна р. Арпа—его тектонике и характеру слагающих его пород.

Древнейшими породами, позволяющими говорить о наличии артезианских вод и могущими служить вмещающим для данного района, являются отложения верхнего мела — сеномана, турона и сенона, представленные в основном в карбонатной фации (известняки, мергели и известковистые песчаники).

Обнажающиеся в северной части бассейна, в районе Айоцзорского перевала, верхнемеловые породы не дают полного разреза в силу своего крутого падения к юго-западу и погружения шарнира складки в юго-восточном направлении. Породы, слагающие ось антиклинали, более полно выражаются несколько северо-западнее, в бассейне реки Аргичи (Айриджа), где, по данным К. Н. Паффенгольца [46]), на девонских квар-

цитах залегают (начиная с конгломерата) сеноман-туронские песчаники и известняки мощностью 150—200 м, сменяющиеся сенонскими известняками мощностью в 200—250 м, выше которых лежат уже известняки эоцена, видимая мощность которых достигает 200 м. Отложения верхнего мела у с. Арени (в западной и юго-западной части бассейна) несут крупные нарушения дизъюнктивного типа, представлены они песчанистыми известняками и мергелями желтых и красновато-желтых оттенков, причем в обнажении известняков выше сенона фиксируется падение на северо-восток. У с. Гнишик отложения верхнего мела представлены толщей мергелистых известняков, лежащей трансгрессивно на породах палеозоя и перекрываемой известняками нижнего эоцена. Мощность меловой толщи достигает 200 м и падает на север под углом в 30° , в силу чего, как отмечает К. Н. Паффенгольц, она «поднимается от абсолютной высоты свыше 2000 м, слагая вершину Амагукая» [46].

«К западу от линии сс. Арпа—Амагу в синклинальном залегании наблюдается та же верхнемеловая толща мергелистых известняков, отделенная от вышеописанного района сбросом СЗ—ЮВ простирая» [46].

Указанное северное и северо-восточное падение верхнемеловых пород сохраняется для последних и далее к юго-востоку в полосе сс. Хндзорут — Серс.

В бассейне среднего течения р. Арпа, по данным К. Н. Паффенгольца, верхнемеловые отложения трансгрессивно «несогласно перекрываются мощной толщей эоцена, хотя на отдельных участках сенонские известняки непосредственно без черерыва переходят в известняки и песчанистые известняки нижнего эоцена, как это наблюдается в верховье р. Селимчай, в крайне северо-западной части бассейна р. Арпа. Здесь фиксируется пестрая свита чередующихся известняков и мергелистых известняков, песчанистых известняков и песчаников общей мощностью в 150 м, слагающая пологую синклиналь, шарнир которой круто падает на юго-восток» [46].

Далее «к юго-западу от указанной синклинали», как отмечает К. Н. Паффенгольц, «в районе сс. Гассанкенд — Горс, уже на северо-восточном крыле другой синклинали обнажаются серые туффиты, аналогичные туффитам (с нуммулитами) района с. Малишка» [46].

Наблюдаемая фациальная изменчивость осадков нижнего эоцена достаточно убедительно говорит о колебательных движениях дна эоценового моря в течение всего периода осадкообразования.

По-иному выглядят отложения нижнего эоцена в районе с. Арени, где в основании отложений лежат конгломераты, переходящие к востоку и западу в мелкие конгломераты, а в районе сс. Гандзак—Гнишик последние через микроконгломератовидные известняки переходят в трещиноватые известняки, лежащие в районе последних селений, как указывает К. Н. Паффенгольц [46], трансгрессивно на верхнемеловых отложениях.

Стратиграфически выше, в районе сс. Гандзак и Эртич, лежат серые и красные известняки с примесью туфогенного материала, иногда с включением битумов [46], которые перекрываются мощной толщей туфогенных мергелей и пестрых туффитов.

Вулканическая деятельность, протекавшая, по-видимому, лишь с небольшими перерывами в течение всего эоценового времени, дала мощную толщу вулканогенных пород, представленную аггломератовыми и кристаллическими туфами, туфовыми конгломератами, туфобрекчиями, андезитами и туфогенами и прослаиваемую песчаниками, мергелями и известняками.

Общая мощность этой толщи, по данным К. Н. Паффенгольца, достигает 2 км и является достаточно мощным и плотным покровом, лежащим на меловых и нижних горизонтах нижнемеловых известняков.

Несмотря на то, что описанные выше меловые отложения обнажаются на участках, разобщенных друг от друга, все же эти, даже отдельные их выходы у Айоцзорского перевала, у с. Арени, в бассейне р. Гнишик, южнее сс. Горадис, Агхач и Серс, позволяют наметить общие контуры одной области, в пределах которой указанные отложения, по-видимому, получают сплошное распространение по площади. Лишь вулканогенно-осадочные толщи эоцена и олигоцена, занимающие весь север, северо-восток и восток района с покрывающими их покровами четвертичных лав, маскируют границы развития меловых отложений и их тектонику, в то время как последняя в северо-

западной, западной, юго-западной и частично южной части бассейна, судя по залеганию обнажающихся пород, позволяет наметить одну большую синклинали, осложненную в центральной части крупной, а на юго-западном крыле вторичной складчатостью (фиг. 2 и 3).

Направление синклинали и ее характер в юго-восточном направлении остаются неизвестными.

Значительно осложнена многочисленными интрузиями и позднейшими вулканическими очагами эта же синклинали в северо-восточном направлении, причем такой границей, позволяющей говорить о синклинали, как таковой, и о значительных нарушениях, претерпеваемых ею на северо-востоке, является полоса северо-западного направления, к которой приурочена интрузия Теке-Долдуран, вулканический конус Даликсар и интрузия Амулсара (Ксыр-дага), т. е. полоса, к которой К. Н. Паффенгольц одновременно приурочивает широкую антиклинали общекавказского простиранья. Последнее обстоятельство территориально несколько сокращает наши представления о намеченной синклинали, протянувшейся в северо-западном направлении к юго-западу от указанного антиклинального поднятия. Судя по ее общему геологическому строению, вопрос о наличии в ней артезианских вод приобретает интерес и требует проверки путем проведения необходимых разведочных работ.

Имеющиеся данные по отдельным минеральным источникам, изложенные несколько ниже, достаточно подкрепляют наши выводы. Нужно отметить, что К. Н. Паффенгольц при изучении данного района также ставил вопрос о возможности существования артезианских вод восточнее ущелья Джахачадзор, в районе сс. Кабахлу, Азатек, Агаракадзор, но приходил к отрицательному его решению.

IV. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

Геологическое строение бассейна р. Арпа, литологические особенности этого района, его тектоника и, наконец, многочисленные следы недавно угасшей стихии позднейшего вулканизма обеспечивают этой области особое место среди остальных районов республики.

Значительное количество минеральных источников, своеобразных по своему химическому составу, по обилию выделяемой ими углекислоты, по своей термальности, позволяют считать их мощной базой для развития курортов и сырьем для ряда отраслей пищевой промышленности.

В ущелье самой р. Арпа, в ее верховье, расположена наиболее интересная Джермукская группа гипертермальных вод, на базе которых бурно растет молодой курорт, далее идут источники у сс. Кечут, Мамарза, Сойлан, Дайлахлу, Малишка и Арени. На левых притоках р. Арпа, небольших речках, расположены источники у г. Сарцали (Сарьерсырчали) и Агаракадзор (Аяр). Правые притоки более обильны водой и значительны по своей протяженности. В ущелье р. Ерер, протягивающемся в меридиональном направлении, параллельно верхнему течению р. Арпа, источники расположены у сс. Булахляр и Гер-Гер.

Следующим значительным правым притоком р. Арпа является р. Элегис (Гетап) с питающими ее верховья речками Селим, Артабун (Ехегис) и Элегис (Алаяз), в ущельях которых находятся источники, расположенные у сс. Салли, Кишляг, Горбатех, Артабун, Гедыкванк, Элегис и Шатин.

Остановимся на более подробном описании указанных источников и химической характеристике их вод.

а) БАССЕЙН р. СЕЛИМ

Источники Салли (№№ 1 и 2). Группа минеральных источников Салли расположена на левом берегу р. Селим, на склоне, в 0,5 км ниже одноименного селения. В районе получают развитие туфопесчаники серого цвета, слоистые, в некоторых случаях наблюдается значительная примесь глинистого материала.

Источники расположены на значительной высоте над тальнегом. Склон расчленен неглубокими ущельями, открывающимися в сторону реки; в нижней части они крутые, кверху вылаживаются и скрываются под покровом слоистых (0,5—1,0 м) кавернозных травертинов, протягивающихся в виде гряды.

На западном склоне травертины ложатся в виде тонких натечных покровов. Кое-где сочится вода. Дебит незначительный. Однако имеющиеся покровы травертина позволяют констатировать былую мощь этих источников.

Выходы воды приурочены к крупному тектоническому нарушению, прослеживаемому наиболее четко на правом берегу р. Горс, правого притока р. Селим, где по всему склону в виде полосы выступают красные заохренные породы. Резко меняются и условия залегания пород. На склоне р. Горс породы падают на юго-запад, в то время как в боковых ущельях Салли падение туфогенной толщи фиксируется на северо-восток.

Непосредственным продолжением этого участка является другой выход минеральных вод, расположенный несколько ниже по реке Селим. Условия выхода аналогичны первым.

На том же левом берегу, над дорогой, на высоте 120—140 м над рекой, в виде карниза нависает покров травертина, ниже которого на склоне слабо сочится вода. Под указанным покровом травертина обнажается древний делювий. Несколько выше, на высоте 150—170 м над рекой, склон переходит в полого поднимающуюся площадку, одетую покровом древних травертинов с арагонитом.

По условиям выхода и по данным химических анализов этих вод можно предположить, что нарушение, констатируемое в ущелье р. Горс — у с. Салли, протягивается на северо-

восток, в сторону с. Горбатех, выше которого имеются выходы минеральной воды (см. ниже), сопровождаемые мощными травертиновыми щитами. Появление этих вод на древней поверхности обязано, по-видимому, тому же нарушению северо-восточного простирания.

В химическом отношении минеральная вода у с. Салли характеризуется данными, приведенными в табл. 1 и 2.

Источник Кишлаг (№ 3) расположен в 3 км южнее с. Салли, на левом склоне ущелья р. Селим. Условия выхода минеральной воды совершенно аналогичны предыдущим. Остатки травертиновых покровов снова дают основание говорить о существовании ранее значительных выходов воды. Наличие известкового туфа отмечает и Л. А. Оганесян [34]. В настоящее время дебит источника, ничтожен. Выходы воды приурочены, по-видимому, к нарушениям северо-восточного простирания, протягивающимся в направлении источников, выходящих в ущелье р. Артабун, несколько выше с. Ехегис (Артабун).

В химическом отношении воды характеризуются данными, приведенными в табл. 3.

б) БАССЕЙН р. АРТАБУН (Ехегис)

В бассейне реки получают развитие отложения среднего и нижнего эоцена, представленные вулканогенно-осадочной толщей: мергелями, известняками и песчаниками, частично туфопесчаниками. Последние слагают антиклинальную складку, протягивающуюся в северо-запад-юго-восточном направлении. В районе широкое развитие получают нарушения дизъюнктивного порядка, к которым в основном и приурочены выходы минеральных вод.

Источник Горбатех (№ 4) расположен на расстоянии около 1 км выше с. Горбатех, на правом ее берегу. На высоте 10—15 м над рекой сохранился довольно мощный травертиновый щит, из мелких трещин которого слабо сочится минеральная вода.

Метрах в двухстах выше по реке на том же правом берегу имеется второй травертиновый щит, у него выхода минеральной воды не наблюдается.

Химический анализ воды источника Салли 1 (№ 1)

Таблица

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	не обнаружен		
„ натрий	275.5	11.44	16.3
„ калий	10.0	0.32	0.5
„ магний	43.7	3.64	5.2
„ кальций	388.0	19.40	27.7
„ стронций	следы		
„ железо	6.0	0.22	0.3
Сумма		35.02	50.0
Ион хлор	284.0	8.00	11.4
„ бром	не обнаружен		
„ иод			
„ сульфат	40.0	0.84	1.2
„ бикарбонат	1597.0	26.18	37.4
„ карбонат	не обнаружен		
„ гидрофосфат	следы		
Сумма		35.02	50.0

Кремнекислота
Сухой остаток при
105° С

19.0

1.856

Комбинация солевого состава

		Мг/литр
Хлористый	литий	не обнаружен
„	калий	0.0288
„	натрий	0.4493
Бромистый	натрий	не обнаружен
Иодистый	„	„
Сернокислый	„	0.0596
Двууглекислый	„	0.2453
„	кальций	0.5414
„	стронций	следы
„	магний	0.2654
„	железо	0.0176
„	марганец	следы
Кремневая кислота		1.019
Свободная углекислота		1.495
Показатель концентра- ции водородных ионов		6.5

Выражение по формуле М. Г. Курлова:

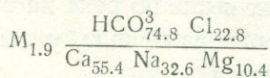


Таблица 2

Химический анализ источника Салли 2 (№ 2)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	не обнаружен		
• натрий	293.5	10.25	15.5
• калий	10.0	0.32	0.5
• магний	46.8	3.90	5.9
• кальций	270.0	18.50	27.8
• стронций	следы		
• железо	5.0	0.19	0.3
Сумма		33.16	50.0
Ион хлор	276.9	7.80	11.1
• бром	следы		
• иод			
• сульфат	45.0	0.94	1.3
• бикарбонат	1611.6	24.42	37.6
• карбонат	не обнаружен		
• гидросульфат	следы		
Сумма		33.16	50.0
Кремнекислота	20.0		
Сухой остаток при 105°C	1856.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	не обнаружен
"	калий	0.028
"	натрий	0.4376
Бромистый	"	не обнаружен
Иодистый	"	"
Сернокислый	"	0.0667
Двууглекислый	"	0.1537
"	кальций	1.4985
"	стронций	следы
"	магний	0.2847
"	железо	0.1676
"	марганец	следы
Кремневая кислота		0.0370
Свободная углекислота		1.560
Показатель концентра- ции водородных ионов		6.4

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

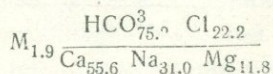


Таблица 3

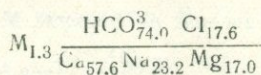
Химический анализ воды источника Кишлаг (№ 3)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль %
Ион литий	не обнаружен		
• натрий	127.9	5.56	11.6
• калий	4.5	0.12	0.8
• магний	49.3	4.11	8.5
• кальций	278.4	13.89	28.8
• стронций	3.4	0.08	0.2
• железо	0.8	0.09	0.1
Сумма		23.85	50.0
Ион хлор	149.1	4.20	8.8
• бром	не обнаружен		
• иод	"		
• сульфат	25.0	1.98	4.2
• бикарбонат	1074.2	17.67	37.0
• гидросульфат			
Сумма		23.85	50.0
Кремнекислота	37.0		
Сухой остаток при 105°C	1268.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	не обнаружен
"	калий	0.0089
"	натрий	0.2387
Бромистый	"	не обнаружен
Иодистый	"	"
Сернистый	"	0.1051
Двууглекислый	"	не обнаружен
"	кальций	1.0846
"	стронций	0.0084
"	магний	0.3000
"	железо	0.0027
"	марганец	следы

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



На левом берегу ущелья обнажающаяся вулканогенная свита собрана в складки, прекрасно видимые в обрыве. Складки разбиты нарушениями сбросового порядка. Источники расположены на продолжении нарушения, проходящего через ущелье р. Горс и выходы источников Салли. Нарушение ориентировано на северо-восток. Минеральная вода без цвета и запаха, прозрачная, имеет солоноватый вкус. В химическом отношении характеризуется данными, приведенными в таблице.

Источник Артабун (Ехегис) (№ 5) расположен на левом берегу, на расстоянии около 4,5 км выше с. Ехегис.

Источник находится на нижней речной террасе. Вода выходит из наносов. Участок выхода заболочен, в силу чего минеральная вода опресняется. Дебит источника незначительный и достигает всего 800—1000 л/сутки. Вода прозрачная, без цвета, имеет слабый кисловатый вкус. В химическом отношении характеризуется данными табл. 5.

Источник Артабун (Ехегис) (№ 6) — крепостной расположен в 350 м ниже по реке от источника № 5, на правом берегу реки, у дороги.

Источник у выхода образует невысокий травертиновый купол диаметром около 10 м. Купол сложен натечными тонкими покровами травертина.

Проф. Л. А. Оганесов дает в своей работе следующее описание этого источника.

«Источники расположены на правом берегу р. Эрдапин, между горами Баллукот, Гюнейбаг и Бертисар, из которых на последней находятся развалины старинной крепости Степанаберт. Ущелье очень живописное, летом покрывается обильной растительностью. Минеральные источники имеют два выхода, расположенные в нескольких шагах один от другого. В верхнем источнике вода бьет двумя грифонами в бассейн в 1 м в диаметре с обильным образованием углекислого газа; дебит 172 800 литров в сутки. Вода дает осадок желтого цвета. Несколько ниже предыдущего источника из-под пластов известкового туфа вытекает другой источник, имеющий температуру 13°C, сходный с предыдущим источником, но, по-видимому, несколько более минерализованный, чем первый. Вкус воды источников кислый. Верхний источник несколько опресняется

Таблица 4

Химический анализ воды источника Горбатех (№ 4)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	10.0	1.44	0.6
" натрий	2210.5	96.11	39.7
" калий	69.0	1.76	0.7
" магний	40.6	3.38	1.4
" кальций	370.8	18.46	7.6
" стронций	3.7	0.08	—
" железо	1.0	0.04	—
Сумма		121.27	50.0
Ион хлор	1870.9	52.70	21.7
" бром	следы	—	—
" иод	0.2	0.002	—
" сульфат	760.0	15.85	6.5
" бикарбонат	3215.0	52.72	21.8
" гидросульфат	0.2	—	—
Сумма		121.27	50.0
Кремнекислота	54.0		
Сухой остаток при 105 С	10343.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	0.0612
"	калий	0.1311
"	натрий	2.8958
Бромистый	"	следы
Иодистый	"	0.0002
Сернистый	"	1.1254
Двууглекислый	"	2.5838
"	кальций	1.4953
"	стронций	0.0089
"	магний	0.2467
"	железо	0.0036
"	марганец	следы

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

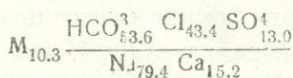


Таблица 5

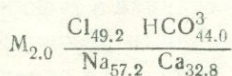
Химический анализ воды источника Артабун (Ехегис) (№ 5)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	2.6	0.36	0.5
• натрий	448.0	19.48	28.6
• калий	15.7	0.40	0.6
• магний	29.6	2.47	3.6
• кальций	225.8	11.14	16.4
✓ • стронций	6.9	0.15	0.2
• железо	2.0	0.07	0.1
Сумма		34.07	50.0
Ион хлор	596.4	16.80	24.6
• бром	не обнаружен		
• иод	"		
• сульфат	110.0	2.28	3.4
• бикарбонат	914.4	14.99	22.0
• гидросульфат			
Сумма		34.07	50.0
Кремнекислота	27.0		
Сухой остаток при 105° С	2016.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	0.0153
"	калий	0.0298
"	натрий	0.9383
Бромистый	"	не обнаружен
Иодистый	"	"
Сернокислый	"	0.1619
Двууглекислый	"	0.0858
"	кальций	0.9028
"	стронций	0.0212
"	магний	0.1073
"	железо	0.0062
"	марганец	следы

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



оросительной канавой, протекающей неподалеку над источником, что может объяснить и существующую разницу между температурой верхнего и нижнего источников. Воды обоих источников по выходе из бассейнов сливаются и текут в р. Эрдапин, оставляя по пути движения красный след окиси железа. Под обоими источниками находятся пласты известкового туфа.

Местность, где находятся минеральные воды, носит название «Шарер» (Соляный). Старожилы Эрдапина говорят, что верхний источник образовался сравнительно недавно.

На противоположном берегу р. Эрдапин, в 400 м от Эрдапинского источника, имеются отложения известкового туфа и следы бывшего минерального источника, ныне совершенно исчезнувшего. Источник этот закупорился вследствие обвала в 1920—21 гг.. По словам местных крестьян, вода эта была чрезвычайно приятного вкуса и славилась своими лечебными свойствами» [34].

В настоящее время условия выхода значительно изменились, резко упал дебит, изменились и условия окружающей обстановки.

Нужно отметить, что последняя часть приведенного Л. А. Оганесовым описания источников относится, по всей вероятности, к источнику Арбатун № 5.

Оба источника, № 5 и 6, приурочены, по-видимому, к одному нарушению северо-восточного простирания, протягивающемуся сюда от источника у с. Кишлаг (№ 3).

Дебит источника № 6 достигает 1500—2000 л/сутки. Вода без запаха и цвета, прозрачная, имеет солоновато-кислый вкус. В химическом отношении характеризуется данными, приведенными в табл. 6.

Источник Артабун (Ехегис) (№ 7) расположен в 2,5 км ниже с. Ехегис, на правом берегу, на речной террасе, на высоте 15 м над рекой (источник находится в саду). Вода выходит из наносов и отлагает в значительном количестве железистые осадки. Выше источника метров на пять на древней террасе расположен разрушенный покров травертина. Обнажающиеся из-под последнего туфопесчаники и туфобрекчии сильно дислоцированы и дают крутое, почти вертикальное падение на восток, в то время как на склоне над описанной террасой те же

Таблица 6

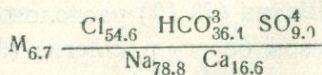
Химический анализ воды источника Артабун (Ехегис) (№ 6)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль %
Ион литий	5.3	0.76	0.3
• натрий	1993.2	86.66	39.4
• калий	23.5	0.61	0.3
• магний	36.0	3.00	1.4
• кальций	365.6	18.15	8.3
✓ стронций	5.9	0.13	0.1
• железо	12.0	0.44	0.2
Сумма		109.75	50.0
Ион хлор	213.0	60.00	27.3
• бром	следы		
• натрий	0.10	0.001	—
• сульфат	480.0	10.00	4.5
• бикарбонат	2424.8	39.75	18.2
• гидросульфат	не обнаружен		
Сумма		109.75	50.0
Кремнекислота	42.0		
Сухой остаток при 105° С	6712.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	0.0333
•	калий	0.0455
•	натрий	3.4229
Бромистый	•	следы
Иодистый	•	0.00015
Сернистый	•	0.7100
Двууглекислый	•	1.4305
•	кальций	1.4698
•	стронций	0.0136
•	магний	0.2190
•	железо	0.0392
•	марганец	не обнаружен

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



породы падают в обратную сторону (в глубь склона). Это связано, по-видимому, с тектоническим нарушением, к которому были приурочены и древние выходы воды. Современные выходы сосредоточены на более низкой отметке и незначительны по своему дебиту, достигающему 10 000—12 000 л/сутки. Вода без цвета и запаха, прозрачная, имеет кисловатый вкус. В химическом отношении характеризуется данными, приведенными в табл. 7.

в) БАССЕЙН р. ЭЛЕГИС (Р. АЛАЯЗ)

Источник Гедыкванк (№ 8) расположен в верховье р. Элегис (Алаяз), на расстоянии около 8 км к северо-востоку от с. Гюллидуз. Источник связан с вулканогенными породами олигоцена. Дебит достигает 50 000—60 000 л/сутки. Вода прозрачная, без цвета и запаха. Данные по химизму воды приведены в табл. 8.

Источники Элегис (№ 9 и 9а) расположены в 1 км выше (по реке) с. Алаяз, на левом берегу, на речной террасе высотой 5—6 м, примыкающей к высокому скалистому склону, сложенному туфогенами. Появление минеральных источников на дневной поверхности связывается, по-видимому, с нарушениями северо-восточного простирания, получающими большое развитие в данном районе.

Первый источник (№ 9) представляет собой копань, диаметром около 1,5 м и глубиной 0,5 м. Со дна, покрытого илом, поднимаются пузырьки газа. Дебит источника 5000—5500 л/сутки. Вода без цвета и запаха, прозрачная, имеет слабокисловатый вкус. В химическом отношении характеризуется данными табл. 9.

Второй источник (№ 9а) выходит в 8—10 м от первого в сторону реки. Вода выходит из наносов. Дебит его 3000—4000 л/сутки. Вода без цвета и запаха, прозрачная. На вкус кисловатая. В химическом отношении характеризуется данными, приведенными в табл. 10.

Участок заболочен, вода в обоих источниках сильно опреснена.

Источник у с. Шатин (№ 10) расположен у южной окраины с. Шатин, на левом берегу р. Элегис (Алаяз), в 150 м от впадения ее в р. Элегис (Гетап).

Таблица 7

Химический анализ воды источника Артабун (Ехегис) (№ 7)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	3.4	0.49	0.7
" натрий	270.0	11.74	16.4
" калий	10.0	0.26	0.4
" магний	29.6	2.47	3.4
" кальций	411.4	20.57	28.6
" стронций	следы		
" железо	10.0	0.37	0.5
Сумма		35.90	50.0
Ион хлор	319.5	9.0	12.5
" бром	следы		
" иод	--		
" сульфат	80.0	1.67	2.3
" бикарбонат	1533.0	25.23	35.2
" гидросульфат	0.4		
Сумма		35.90	50.0
Кремнекислота	37.0		
Сухой остаток при 105°C	1880.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	0.0210
"	калий	0.0194
"	натрий	0.4826
Бромистый	"	не опред.
Иодистый	"	"
Сернокислый	"	0.1186
Двууглекислый	"	0.9444
"	кальций	1.6662
"	стронций	следы
"	магний	0.1803
"	железо	0.0329
"	марганец	не обнаружен

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

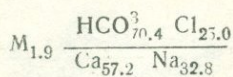


Таблица 8

Химический анализ воды источника Гедыкванк (№ 8)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион натрий	49.5	2.15	26.0
" калий	не обнаружен		
" магний	3.6	0.30	3.6
" кальций	34.0	1.70	20.4
" стронций	следы		
" барий	не обнаружен		
" железо	следы		
" марганец	"		
Сумма		4.15	50.0
Ион хлор	5.3	0.15	1.8
" бром	не обнаружен		
" иод	"		
" сульфат	следы	следы	
" бикарбонат	244.0	4.0	48.2
" карбонат	следы		
Сумма		4.15	50.0
Кремнекислота	30.0		
Сухой остаток при 105°C	225.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	не обнаружен
"	калий	"
"	натрий	0.0088
Бромистый	"	не обнаружен
Иодистый	"	"
Двууглекислый	"	0.1680
"	кальций	0.1377
"	магний	0.0219
"	железо	следы
"	марганец	"
Кремневая кислота		0.030
Свободная углекислота		0.1760

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

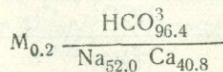


Таблица 9

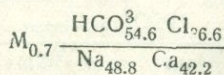
Химический анализ воды источника Ехегис (Алаяз) (№ 9)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	не обнаружен		
• натрий	73.4	3.19	24.4
• калий	3.4	0.09	0.7
• м. г. ий	5.3	0.44	3.3
• кальций	55.2	2.76	21.1
• стронций	следы		
• железо	2.0	0.07	0.5
С у м м а		6.55	50.0
Ион хлор	85.0	2.40	18.3
• бром	не обнаружен		
• вод			
• сульфат	27.0	0.57	4.4
• бикарбонат	217.8	3.57	27.3
• гидросульфат	1.0	0.01	
С у м м а		6.55	50.0
Кремнекислота	21.0		
Сухой остаток при 105°C	364.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	не обнаружен
•	калий	0.0067
•	натрий	0.1351
Бромистый	•	не обнаружен
Иодистый	•	•
Сернокислый	•	0.0405
Двууглекислый	•	0.0680
•	кальций	0.2236
•	стронций	следы
•	магний	0.0320
•	железо	0.0066
•	марганец	следы

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



Химический анализ воды источника Элегис (Аляз) (№ 9а)

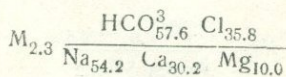
Таблица 10

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль %
Ион литий	3.1	0.44	0.5
• натрий	508.5	22.11	27.1
• калий	15.0	0.39	0.5
• магний	49.4	4.12	5.0
• кальций	247.2	12.27	15.1
• стронций	3.9	0.09	
• железо	40.0	1.46	1.8
Сумма		40.88	50.0
Ион хлор	58.3	14.60	17.9
• бром	0.06	0.0008	
• иод	0.10	0.002	
• сульфит	135.0	2.72	3.3
• бикарбонат	1437.2	23.56	28.8
• гидросульфат			
Сумма		40.88	50.0
Кремнекислота	67.0		
Сухой остаток при 105°C	2272.0		

Комбинация солевого состава

	Г/литр
Хлористый литий	0.0210
• калий	0.0291
• натрий	0.8055
Бромистый	0.00007
Иодистый	0.00002
Сернокислый	0.1931
Двууглекислый	0.721
• кальций	0.9939
• стронций	0.0094
• магний	0.308
• железо	0.1243
• марганец	следы

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



Источник выходит у подножья крутого обрывистого склона, сложенного наносами, среди аллювия, образуя железистый осадок. Метрах в двадцати выше и ниже выхода (по течению реки) на склоне сохранились небольшие остатки травертинового покрова, который в центральной части был подмыт рекой и обрушился.

Дебит источника достигает 250 000 л/сутки. Температура воды 14°,5С. Вода прозрачная, без цвета, обильно выделяется СО₂. В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 11.

г) БАССЕЙН р. ЕРЕР

В бассейне реки получают широкое развитие породы нижнего и среднего эоцена, представленные вулканогенно-осадочной толщей.

В своем верховье река вступает в область распространения вулканогенных пород олигоцена (андезиты, их туфы, туфобрекчии и др.).

В границах среднего течения реки значительное развитие получают туффиты темных оттенков, прослаиваемые в районе сс. Ариндж, Булахляр и Гер-Гер мергелями, песчанистыми мергелями и иногда туфопесчаниками желтого, зеленовато-серого и зеленого цвета.

На указанные туффиты ложится свита туфоконгломератов. Последняя в северо-западном направлении протягивается (находясь в ядре синклинали) через сс. Моз, Малишка и с. Микоян к с. Агавнадзор. В восточном направлении эта свита уходит в сторону сс. Мамарза, Гндеваз, Ариндж, где она переслаивается с кристаллическими туфами и известково-мергельной свитой. В нижнем течении рр. Ерер и Терп, а также и северо-восточнее самого с. Гер-Гер значительное распространение получают авгитово-гиперстеновые андезиты.

Вся вулканогенная свита эоцена и олигоцена собрана в ряд складок, протягивающихся в общекавказском направлении. Породы несут большое количество разрывных нарушений.

Источник Каладарасу (№ 11) расположен в 3,5 км от с. Гер-Гер на левом берегу устьевой части небольшого ущелья, открывающегося в Каладарасу, в верховье последней. Вода

Таблица 11

Химический анализ воды источника Шатин (№ 10)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	5.0	0.71	0.8
• натрий	498.4	21.67	24.5
• калий	10.6	0.27	0.3
• магний	68.2	5.68	6.4
• кальций	302.0	15.48	17.3
• стронций	5.6	0.12	0.1
• железо	15.0	0.54	0.6
Сумма		44.47	50.0
Ион хлор	337.3	9.5	10.8
• бром	не обнаружен		
• иод	0.05	0.0003	
• сульфат	420.0	8.75	9.8
• бикарбонат	1537.0	26.18	29.4
• гидросульфат			
Сумма			50.0
Кремнекислота	40.0		
Сухой остаток при 105°C	2420.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	0.0302
"	калий	0.0201
"	натрий	0.4984
Бромистый	"	не обнаружен
Иодистый	"	0.00005
Сернистый	"	0.6213
Двууглекислый	"	0.3780
"	кальций	1.2539
"	стронций	0.01260
"	магний	0.4117
"	железо	0.00481
"	марганец	не обнаружен

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

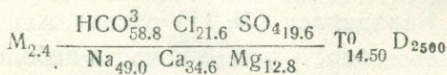


Таблица 12

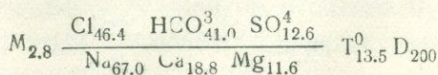
Химический анализ воды источника Каладарасу (№ 11)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	4.6	0.66	0.5
„ натрий	977.5	41.03	33.5
„ калий	26.6	0.68	0.6
„ магний	84.2	7.12	5.8
„ кальций	234.0	11.50	9.4
„ стронций	5.0	0.10	0.1
„ железо	3.0	0.11	0.1
Сумма		61.20	50.0
Ион хлор	1004.7	28.30	23.2
„ бром	не обнаружен		
„ иод	„		
„ сульфат	370.0	7.70	6.3
„ бикарбонат	1537.2	25.20	20.5
„ гидросульфат	0.25		
Сумма		61.20	50.0
Кремнекислота	15.0		
Сухой остаток при 105°C	2836.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	0.0281
„	калий	0.0507
„	натрий	1.5889
Бромистый	„	не обнаружен
Иодистый	„	„
Сернокислый	„	0.5461
Двууглекислый	„	0.5183
„	кальций	0.9215
„	стронций	0.0110
„	магний	0.5054
„	железо	0.0038
„	марганец	не обнаружен

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



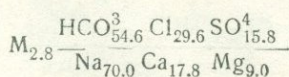
Химический анализ воды источника Булахляр (№ 12)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	5.7	0.82	0.8
" натрий		35.56	35.0
" калий	27.0	0.69	0.7
" магний	54.2	4.52	4.5
" кальций	180.0	9.00	8.9
" стронций	следы		
" железо	3.0	0.11	0.1
Сумма		50.70	50.0
Ион хлор	532.5	15.00	14.8
" бром	не обнаружен		
" иод			
" сульфат	290.0	8.10	7.9
" бикарбонат	1683.6	27.60	27.3
" гидросульфат	0.5		
Сумма		50.70	50.0
Кремнекислота	15.0		
Сухой остаток при 105°C	2760.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	0.0349
"	калий	0.0514
"	натрий	0.7892
Бромистый	"	не обнаружен
Иодистый	"	"
Сернокислый	"	0.5151
Двууглекислый	"	1.1174
"	кальций	0.729
"	стронций	следы
"	магний	0.2534
"	железо	0.0098
"	марганец	не обнаружен

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



выходит в копани, отрытой в наносах. Участок выхода заболочен. Поступление воды чрезвычайно слабое. Дебит незначительный, до 15 000—20 000 л/сутки. Температура 13°,5С.

В нескольких метрах ниже первого выхода расположен второй. Последний приурочен к канаве. Вода выходит в виде мелких сочащихся струек. Температура 16°,2С.

Выше источников на склоне обнажаются сильно нарушенные брекчиевидные породы. Аналогичные породы выходят на противоположном правом склоне ущелья.

Намечающееся нарушение имеет направление, близкое к широтному. Вода слегка опалесцирует. В химическом отношении характеризуется данными табл. 12

Источник у с. Булахляр (№ 12) расположен на расстоянии около 1 км южнее с. Булахляр, на правом берегу реки, в 1,5 м от уреза воды. Вода выходит из аллювия и сильно газурует.

В трех метрах ниже имеется второй выход той же воды.

Имеются небольшие выходы минеральной воды и на левом берегу реки.

Дебит первого источника составляет 60 000 л/сутки, температура 19°,1С.

Дебит второго источника 30 000 л/сутки, температура 18°,9С.

Вода прозрачна, без цвета и запаха, имеет кисловатый приятный вкус. У выхода вода отлагает значительное количество гидратов окиси железа. В химическом отношении вода характеризуется данными табл. 13.

Источник № 13 расположен в устьевой части р. Ерер, на правом берегу глубокого скалистого труднодоступного ущелья. Вода выходит из трещиноватых андезитов. У своего выхода образует отложения гидрата окиси железа. Дебит достигает 25 000—30 000 л/сутки. Вода прозрачная, без цвета и запаха, на вкус солоновато-кислая, чрезвычайно напоминающая воду источника Булахляр.

Близость ущелья к группе Джермукских вод, химический состав его минеральных источников, особенно Булахляра, позволяет рассматривать эту долину в перспективе как базу при расширении Джермукского курорта.

Нужно отметить, что долина р. Ерер отличается живописностью и обилием солнечных теплых дней, о чем упоминает в своей работе Л. А. Оганесов.

д) БАССЕЙН СОБСТВЕННО р. АРПА

Река Арпа на всем своем протяжении, от верховья и почти до с. Арени (Арпа), пересекает область развития третичных образований, относимых к нижнему и среднему эоцену и олигоцену, причем отложения последнего приобретают развитие выше с. Гидеваз, и, как было отмечено, представлены в основном серией вулканогенных пород — порфиритов, андезитов и их туфов и туфобрекчий.

В пределах среднего течения реки, в частях, примыкающих к последней, получают развитие также вулканогенные породы — порфириты, пироксеновые и амфиболовые, которые далее на правом берегу сменяются вулканогенно-осадочной толщей пород, а на левом — свитой мергелей, известняков, песчаников, туфопесчаников.

Возраст пород, развитых в границах среднего течения, относится к нижнему и среднему эоцену.

Подходя к с. Арени, река вступает в область развития меловых и палеозойских пород.

В тектоническом отношении эта область, пересекаемая р. Арпа, представляет собой ряд антиклинальных структур, вытянутых в северо-западном направлении и осложненных мелкими и крупными нарушениями дизъюнктивного характера, играющими существеннейшую роль в деле появления минеральных вод на дневную поверхность. Не менее важную роль в этом вопросе играли многочисленные интрузии, прорывающие поля эоценовой и олигоценовой толщи, а также позднейшие проявления вулканизма.

Остановимся на описании источников.

Источник Сарцали (Сарьерсырчали) (№ 14) находится на расстоянии около 10 км к северо-востоку от курорта Джермук, в неглубоком ущелье, расположенном у подошвы г. Сарцали. Три выхода воды сконцентрированы на правом склоне ущелья, в нижней его части. По логу, поднимающемуся в более высо-

кой вершинной части, протекает небольшой ручей пресной воды, который по выходе на площадку с источниками отклоняется к левому борту и ниже образует ущелье с обрывистыми склонами.

Наиболее древними породами участка являются порфиристы, слагающие правый борт ущелья, которое несколько ниже заполнено андезито-базальтовым покровом, образующим площадку.

Выходы воды приурочены, по-видимому, к порфиритам, покрытым, однако, на площадке наносами и травяным покровом.

Наиболее удаленным является источник № 1.

Вода выходит из наносов, широко растекается, окрашивая значительную площадь (10 м × 30 м) в красновато-бурый цвет. Вблизи выхода образуются налеты серы желтовато-белого цвета и чувствуется запах H_2S .

Вода прозрачная, чистая, без цвета. Дебит 25 000—30 000 л/сутки. Вода стекает в балочку и заболачивает значительную площадь.

В 60 м восточнее имеется небольшой выход аналогичной воды — источник № 2.

Вода выходит на высоте около 15 м над тальвегом лога из наносов. На расстоянии 7—8 м от выхода происходит осаждение серы, далее вода источника, растекаясь, образует бурый железистый осадок.

Дебит небольшой, температура воды $8^{\circ}C$. Вода прозрачная, без цвета, с запахом H_2S .

Далее к востоку, в 30 м от источника № 2, расположен еще один выход аналогичной воды.

Дебит достигает 10 000—15 000 л/сутки. Температура $8^{\circ}C$. Химическая характеристика вод представлена в табл. 14.

Надо полагать, что минеральные воды г. Сарцали особенностями своего химического состава обязаны позднейшей вулканической деятельности, свидетельством которой являются молодой вулканический конус г. Сарцали и лавовые покровы, получающие в районе широкое развитие.

Водоносной является подстилающая вулканогенная толща олигоценна.

Таблица 14

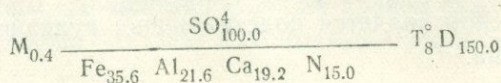
Химический анализ воды источника Сарцали (Сарьерсырчали) (№ 14)

Ионная форма	-Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион натрий	—	0.78	7.5
„ калий	не обнаружен		
„ магний	3.6	0.30	2.9
„ кальций	20.0	1.00	9.6
„ стронций	не обнаружен		
„ железо	50.0	1.85	17.8
„ марганец	4.0	0.15	1.4
„ алюминий	10.0	1.12	10.8
Сумма		5.20	50.0
Ион хлор	не обнаружен		
„ бром	„		
„ иод	„		
„ сульфат	250.0	5.20	50.0
„ бикарбонат	не обнаружен		
„ карбонат	„		
Сумма		5.20	50.0
Кремнекислота Сухой остаток при 105°	— 380.0		

Комбинация солевого состава

	Г/литр
Сернокислый натрий	0.0655
„ кальций	0.0810
„ магний	0.0213
„ железо	0.1628
„ марганец	0.0132
„ алюминий	0.0784
Кремневая кислота	0.025
Свободная углекислота	0.0050
Показатель концентра- ции водородных ионов	3.1

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



е) ДЖЕРМУКСКАЯ ГРУППА ИСТОЧНИКОВ

Под именем этой группы объединяется большое количество минеральных источников, сконцентрированных в пределах верхнего течения р. Арпа, на протяжении около 5 км. Источники расположены в 3 км к северу от с. Кечут. Сегодня вся эта группа вод стала объектом ряда исследовательских работ, крупного курортного строительства и, наконец, курортом, претендующим на всесоюзное значение.

В задачу настоящей работы не входит описание Джермука как курорта, с его исключительно ценными минеральными водами. Здесь уместно остановиться и кратко охарактеризовать эти воды в химическом отношении на общем фоне гидроминеральных богатств бассейна р. Арпа.

Остановимся в общих чертах на геологическом строении участка.

В районе исключительно широкое развитие получают вулканогенные породы, в основном: андезиты, порфириды, туфы и туффиты, относимые по возрасту к олигоценовому времени.

По внешнему виду эти породы имеют весьма разнообразную окраску, приобретая оттенки зеленовато-серого, коричневатого и красноватого цвета.

Породы дислоцированы и намечают собой, по данным К. Н. Паффенгольца, широкую пологую антиклиналь, почти широтного простирания, с осью, проходящей через зону выхода минеральных вод.

Вторым, более молодым литологическим элементом, получающим в районе чрезвычайно большое развитие, являются андезито-базальты и базальты, которые образуют ряд разновременных покровов.

Древнейшие из них занимают высокое холмистое плато, расположенное на курортном участке, к западу и востоку от последнего, на абсолютных отметках 2352—3225 м.

Более молодые лавы занимают участки среднего течения р. Арпа, начиная у центра своего излияния — вулканического конуса, расположенного в северной части курортного участка. Лавы опускаются вниз по реке до с. Кечут. Они в пределах курорта образуют высокую террасу, прислоненную к западному высокому склону.

Сама терраса, поверхность покрова — спокойное, ровное плато, являющееся в настоящее время территорией строящегося курорта.

Излияние последних лав, по мнению К. Н. Паффенгольца, происходило в ресс-вюрмскую межледниковую эпоху.

Особо стоят породы, внедрившиеся в описанную вулканогенную толщу. Сюда относятся производные гранодиоритовой магмы — гранодиориты, кварцевые диориты, авгитовые диориты и т. д. Эти интрузивные массивы представлены штокообразными телами, обнажающимися к северо-западу от с. Кетут, а также в ущелье р. Арпа в пределах курортного участка.

В связи с внедрением гипабиссальных пород и последующей интенсивной термальной деятельности намечаются обширные участки каолинизированных, окварцованных и пиритизированных пород.

С этим же обстоятельством связывается, по-видимому, и появление на дневной поверхности термальных минеральных вод.

Геологическим строением определяются и гидрогеологические особенности района в целом и курортного участка в частности. Как было уже отмечено, в рассматриваемом районе исключительное развитие получают и вулканогенные породы: туфы, туффиты, лабрадоровые, авгитовые и другие андезиты; последние, в силу характера своего сложения, обеспечивают широкое развитие вод делювиального типа, приуроченных обычно к контакту коренных пород с наносами.

Питание вод идет за счет выпадающих осадков и конденсации паров воздуха на высоких абсолютных отметках.

Дебит их в большинстве случаев ничтожен и подвержен резким колебаниям в течение года. Воды эти обычно хорошего качества, но в силу ограниченного дебита могут быть использованы лишь в отдельных случаях.

Исключительно большое значение приобретают воды другого характера — трещинные воды, связанные с покровами андезито-базальтовых лав. Занимая огромное пространство, эти лавы, в силу характера своей отдельности, легко пропускают вглубь воды, выпадающие в виде гидрометеоров, аккумулируя их в своих нижних частях на контакте с подстилающими

лавы древними наносами. Воды получают выход в ущельях, являющихся естественным дренажем.

К этому типу вод принадлежат источники, выходящие на склоне, обращенном к востоку, над курортным плато. Склон сложен тремя покровами андезито-базальтовых лав. Существование этих покровов, а также и древних водоупоров, прослаивающих их, подтверждается наличием трех водоносных горизонтов, хорошо фиксирующихся на склоне.

Дебит этих источников значителен и достигает нескольких сотен литров в секунду. Воды исключительно высоких питьевых качеств.

Большинство минеральных источников сосредоточено в ущелье реки, располагаясь то у ее правого, то у левого берега.

Очень многие из них представляют ничтожные струйки минеральной воды, сочащиеся из трещин и образующие у выхода железисто-охристые налеты или иногда небольшие отложения травертина в виде слоистых корок незначительной мощности.

Иногда у трещин имеются мелкие углубления, образующие небольшие бассейны, где накапливается вода, давая небольшой излив через край. Выделение газа, сопровождающее обычно выход воды, невелико.

В некоторых случаях, как это наблюдалось на центральном участке, на левом берегу (на месте построенного ныне ванного здания) выходы воды были приурочены к речному аллювию и, растекаясь в последнем, окрашивали гальку и отдельные валуны красновато-бурым железистым налетом. Сами выходы, ввиду незначительного дебита, представляли небольшие лужицы застаивающейся или слабо движущейся минеральной воды. Выделение газа наблюдалось по всей этой площадке.

Разведочные работы, проведенные в 1939—1941 гг., как это будет отмечено ниже, увеличили запасы минеральной воды и расширили перспективы развития курорта.

Все выходы минеральных вод подразделены нами по территориальному положению на три группы — северную, центральную и южную.

Северная группа охватывает собой источники с № 15 (1)¹ по № 21 (7), расположенные на участке, ограниченном вулканическим конусом, находящимся в 1,5 км к северу от центральной части курорта, и первым поперечным ущельем, пересекающим плато от высокого северо-западного склона и р. Арпа.

Остановимся кратко на описании источников.

Источник № 15(1) расположен на правом берегу реки, у восточного склона вулканического конуса. Современные выходы минеральной воды ничтожны, но в прошлом они, по-видимому, были достаточно мощными и образовали вытянутую вдоль берега на протяжении около 20 м террасу, сложенную галечным материалом и покрытую плотным травертиновым покровом. Вода сильно опреснена. Дебит ничтожен.

Источник № 16 (2) находится в обрывистой части левого берега, где река из меридионального направления поворачивает на юго-запад. Выход источника приурочен к нескольким трещинам северо-восточного и северо-западного простирания в каолинизированных и заохренных породах. Из трещин в небольшом количестве сочится вода, образуя железисто-охристый налет. Дебит совершенно ничтожный.

Источник № 17(3) находится на правом берегу реки южного склона вулканического конуса, представлен ничтожными выходами слабо минерализованной воды, отлагающей травертин и образующей небольшие заболоченные участки. Отложения травертина цементируют галечник, слагающий невысокую речную террасу. Дебит источника ничтожен.

Необходимо отметить, что грунтовые воды в значительной степени принимают участие в формировании минеральных вод при появлении последних на дневную поверхность, являясь во многих случаях мощным фактором, опресняющим и понижающим их термальность.

Источник № 18(4) выходит на левом берегу реки из наносов, представляющих собой древнюю аллювиальную разрушенную террасу, прикрытую делювием. Вода сочится из на-

¹ Для источников Джермукской группы в тексте в скобках сохранена их старая нумерация, в таблицах, наоборот.

носков, давая на последних осадок гидроокиси железа. Вода выходит на протяжении около 10 м. Над ее выходом, на высоте до 5—6 м обнажаются травертиновые отложения.

Дебит источника незначительный и достигает всего 3—4 тыс. л/сутки. Температура воды 16°C. Вода сильно опреснена. Химический состав воды представлен в табл. 15.

Источник № 19(5) расположен на правом берегу. Вода выходит из трещин отдельности в андезито-базальтах (хотя выход, несомненно, связан с гранодиоритами, лежащими под лавовым покровом).

Дебит источника достигает 70—90 тыс. л/сутки, температура 13°C. Вода сильно опреснена.

В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 16.

Источник № 20(6) расположен на левом берегу реки и представляет собой ничтожный выход минеральной воды, сочащийся из трещин с падением на юго-запад 125°, под углом 71°. Вода содержит значительное количество CO₂.

Источник № 21 (7) выходит на левом берегу реки, среди камышевой заросли, в небольшой ямке, стенки которой покрыты гидроокисью железа. Со дна выделяется углекислота. Вода выходит у скалистого обрыва, сложенного гранодиоритами. Последние несут хорошо развитую параллелепипедальную отдельность. У выхода наблюдается трещиноватость. Простираание трещин северо-восточное, падение на юго-восток 105—106°, под углом 68—70°.

Дебит источника незначительный, до 300 л/сутки, температура 11°C. В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 17.

Центральная группа охватывает собой источники с №№ 22(8) по 50(36) и буровые скважины №№ 1, 4, 7 и 9, расположенные на участке, ограниченном первым поперечным ущельем на севере и ущельем с водопадом на юге.

Источники №№ 22(8), 23(9) и 24(10) расположены на правом берегу реки и представляют собой ничтожные выходы воды, сопровождающиеся слабым выделением CO₂.

Источник № 25(11) находится на левом берегу реки, в нижней части склона. Дебит воды достигает 300 л/сутки, заметно выделение CO₂. Температура воды 6°,8С при темпера-

Таблица 15

Химический анализ воды источника Джермук № 4 (№ 18)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион аммоний	не обнаружен		
" литий	1.3	0.18	0.2
" натрий	552.9	24.04	27.3
" калий	33.6	0.86	1.0
" магний	80.4	6.70	7.7
" кальций	224.0	11.06	12.7
" стронций	следы		
" барий	не обнаружен		
" железо	28.0	1.00	1.1
" марганец	следы		
Сумма		43.84	50.0
Ион хлор	81.7	2.30	2.7
" бром	не обнаружен		
" иод	"		
" сульфат	720.0	15.00	17.2
" нитрат	не обнаружен		
" бикарбонат	1618.9	26.54	30.1
" карбонат	не обнаружен		
" гидрофосфат	следы		
Сумма		43.84	50.0
Кремнекислота	61.3		
Сухой остаток при 105°C	2400.0		

Комбинация солевого состава

	Г/литр
Хлористый литий	0.0077
" калий	0.0641
" натрий	0.0737
Бромистый натрий	не обнаружен
Иодистый натрий	"
Сернистый натрий	1.8650
Двууглекислый натрий	0.6535
" кальций	0.8959
" стронций	следы
" магний	0.4891
" железо	0.0390
" марганец	следы
Фосфорнокислый кальций	"
Кремневая кислота	0.0613
Свободная угольная кислота	1.3200
Показатель концентрации водородных ионов	7.5

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

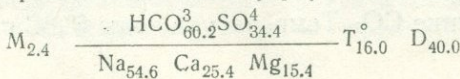


Таблица 16

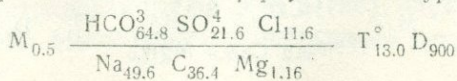
Химический анализ воды источника Джермук № 5 (№ 19)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион аммоний	не обнаружен		
„ литий	1.0	0.14	0.8
„ натрий	96.4	4.19	24.8
„ калий	6.0	0.15	0.9
„ магний	12.0	1.00	5.8
„ кальций	63.2	3.16	18.2
„ стронций	не обнаружен		
„ барий	„		
„ железо	„		
„ марганец	следы		
Сумма		8.64	50.0
Ион хлор	35.5	1.00	5.8
„ бром	не обнаружен		
„ иод	„		
„ сульфат	90.0	1.87	10.8
„ нитрат	не обнаружен		
„ бикарбонат	976.0	5.60	32.4
„ карбонат	не обнаружен		
„ гидрофосфат	8.0	0.17	1.0
Сумма		8.64	50.0
Кремнекислота	39.2		
Сухой остаток при 105°C	532.0		

Комбинация солевого состава

	Г/литр
Хлористый литий	0.0060
„ калий	0.0111
„ натрий	0.0415
Бромистый натрий	не обнаружен
Иодистый натрий	„
Сернокислый натрий	0.1328
Двууглекислый натрий	0.1352
„ кальций	0.2349
„ стронций	не обнаружен
„ магний	0.073
„ железо	не обнаружен
„ марганец	„
Фосфорнокислый кальций	0.0115
Кремневая кислота	0.0392
Свободная угольная кислота	1.500
Показатель концентр. водородных ионов	5.9

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



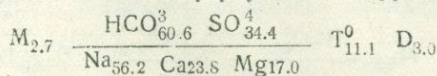
Химический анализ воды источника Джермук № 7 (№ 21)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион аммоний	не обнаружен		
" литий	"		
" натрий	663.8	28.86	28.1
" калий	36.7	0.94	0.9
" магний	105.6	8.80	8.9
" кальций	246.4	12.32	11.9
" стронций	не обнаружен		
" барий	"		
" железо	16.0	0.58	0.6
" марганец	следы		
" алюминий			
Сумма		51.50	50.0
Ион хлор	22.8	2.60	2.5
" бром	не обнаружен		
" иод	"		
" сульфат	850.0	17.70	17.2
" нитрат	не обнаружен		
" бикарбонат	1902.0	31.18	30.3
" карбонат			
" гидрофосфат	1.0	0.02	
Сумма		51.50	50.0
Кремнекислота	58.5		
Сухой остаток при 105°C	2684.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	не обнаружен
"	калий	0.0700
"	натрий	0.0971
Бромистый	"	не обнаружен
Иодистый	"	"
Сернистый	"	1.2567
Двууглекислый	"	0.7980
"	кальций	0.9963
"	стронций	не обнаружен
"	магний	0.6424
"	железо	0.0516
"	марганец	следы
Фосфорнокислый	кальций	0.0014
Кремневая кислота		0.0585
Свободная угольная кислота		1.5900
Показатель концентрации водородных ионов		6.8

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



туре воздуха 19°,4С. У выхода источника небольшие отложения травертина.

Источники №№ 26(12) и 27(13). Первый из них расположен на правом берегу, второй — на левом. Дебит источников ничтожен, значительно выделение CO_2 , у выхода вода дает железисто-охристый осадок. Оба выхода связаны с обнажениями гранодиоритов.

Источник № 28(14) расположен на правом берегу реки среди наносов и представляет собой ничтожный выход воды, сопровождаемый слабым выделением CO_2 . Напротив источника, на левом берегу, имеется два небольших травертиновых щитка.

Источники №№ 29(15), 30(16), 31(17), 32(18) и 33(19) расположены на левом берегу реки, в ее излучине, выше моста, на протяжении около 200 м. Выходы их связаны с сильно окварцованными породами, разбитыми трещинами. Простирающие последние северо-восточное, от 10 до 30°, падение трещин юго-восточное и северо-западное, под углом 70—80°. По трещинам слабо сочится минеральная вода, оставляя железистые осадки. На склоне, несколько выше уреза воды, фиксируются небольшие скопления травертина. Наибольшей величины достигают отложения травертина у источника № 33 (19), поднимаясь в виде языка кверху, на высоту 15—20 м. Температура источников колеблется от 17,4 до 30°,6С (источник № 33 (19)). Дебит их ничтожен.

Химический анализ воды источника № 29(15) произведен в 1939 г. химиком-аналитиком Б. Л. Африкяном (табл. 18).

Источник № 33(19) расположен на левом берегу реки, на высоте 1—1,5 м над урезом воды в реке. Выход воды связан с сильно окварцованными породами, разбитыми трещинами. Простирающие последние северо-восточное, от 10 до 30°, падение юго-восточное и северо-западное, под углом 70—80°.

Дебит источника достигает около 400 л/сутки, температура 30°,6С.

В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 19.

Аналогичную группу источников представляют собой выходы, зарегистрированные за №№ 34(20), 35(21), 36(22), расположенные на левом берегу у моста через реку. Все они при-

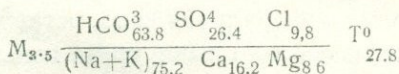
Таблица 18

Химический анализ воды минерального источника № 29 (№ 15)
(выше моста, на левом берегу реки, углекисло-железистый источник)

И о н ы	Граммы	Мг/экв.	Мг/экв. ‰
Ca ^{''}	0.2045	0.0102	16.2
Mg ^{''}	0.0655	0.0054	8.6
Na' + K'	—	0.0472	75.2
		0.0628	100
SO ₄ ^{''}	0.7940	0.0165	26.3
HCO ₃ '	2.4460	0.0401	63.8
Cl'	0.2200	0.0062	9.9
	3.4600	0.0628	100

Сухой остаток (высушенный при 120° С) 3.4700 г.

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



урочены к тем же породам и представляют собой мелкие струйки воды, сочащиеся из трещин. Последние имеют преобладающее простирание северо-восточное, от 20 до 60°, с падением на юго-восток под углом 50—75°. У выхода воды заметно слабое выделение CO₂.

Источник № 37(23) расположен на левом берегу реки, в 35—40 м от последней, на склоне над мостом.

Выход воды приурочен к наносам, лежащим на андезитах.

Дебит источника незначительный, температура 16°,8С.

В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 20.

Следующими наиболее интересными источниками является группа источников №№ 38(24), 39(25), 40(26), 41(27), 42(28) и 43(29).

Эти источники составляют центральную группу, о которой упоминается почти всеми исследователями, посетившими Джермук.

Таблица 19

Химический анализ воды источника Джермук № 19 (№ 33)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль %
Ион аммоний	не обнаружен		
" литий	2.3	0.33	0.3
" натрий	1058.2	46.01	35.7
" калий	20.0	0.51	0.4
" магний	84.2	7.02	5.4
" кальций	208.4	10.42	8.1
" стронций	следы		
" барий	не обнаружен		
" железо	8.0	0.16	0.1
" марганец	следы		
Сумма		64.45	50.0
Ион хлор	269.8	7.60	5.9
" бром	не обнаружен		
" иод			
" сульфат	1000.0	20.80	16.2
" нитрат	не обнаружен		
" гидрокарбонат	2196.0	36.00	27.9
" карбонат	не обнаружен		
" гидрофосфат	2.5	0.05	
Сумма		64.65	50.0
Кремнекислота	48.1		
Сухой остаток при 105°C	3516.0		

Комбинация солевого состава

Хлористый	литий	Г/литр
"	калий	0.0140
"	натрий	0.0380
Бромистый	"	0.3955
Иодистый	"	не обнаружен
Сернокислый	"	1.4768
Двууглекислый	"	1.5498
"	кальций	0.8400
"	стронций	следы
"	магний	0.5125
"	железо	0.0142
"	марганец	следы
Фосфорнокислый	кальций	0.0034
Кремневая кислота		0.0481
Свободная угольная кислота		0.8800
Показатель концентрации водородных ионов		6.7

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

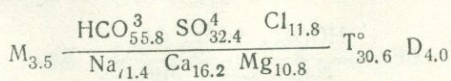


Таблица 20

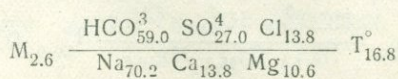
Химический анализ воды источника Джермук № 23 (№ 37)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион аммоний	не обнаружен		
„ литий	3.4	0.49	0.5
„ натрий	749.3	32.58	35.1
„ калий	65.0	1.67	1.8
„ магний	58.0	4.85	5.3
„ кальций	127.0	6.35	6.9
„ стронций	не обнаружен		
„ барий			
„ железо	10.0	0.36	0.4
„ марганец	не обнаружен		
С у м м а		46.30	50.0
Ион хлор	227.2	6.40	6.9
„ бром	0.04	0.005	
„ иод	0.10	0.01	
„ сульфат	600.0	12.50	13.5
„ нитрат	не обнаружен		
„ бикарбонат	1665.3	27.30	29.5
„ карбонат	не обнаружен		
„ гидрофосфат	5.0	0.10	0.1
С у м м а		46.30	50.0
Кремнекислота	86.0		
Сухой остаток при 105°C	2572.0		

Комбинация солевого состава

Хлористый литий	Г/литр	0.0208
„ калий		0.1244
„ натрий		0.2480
Бромистый „		0.00050
Иодистый „		0.00013
Сернокислый „		0.8875
Двууглекислый натрий		1.3306
„ кальций		0.5063
„ стронций		не обнаружен
„ магний		0.3541
„ железо		0.0320
„ марганец		не обнаружен
Фосфорнокислый кальций		0.0068
Кремневая кислота		0.086
Свободная угольная кислота		0.790
Показатель концентрации водородных ионов		0.5

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



Л. А. Оганесов после посещения Джермука в 1925 г. с комиссией в составе: инженера-геолога С. Г. Айвазяна, химика-фармаколога Г. А. Медникяна дает следующее описание этих источников (номерация дана комиссией).

«Источники левого берега расположены к северу от с. Исти-су и в 3 км от с. Куши-Бияг и дают целый ряд выходов как холодных, так и горячих источников, вытекающих в 20—25 м от русла р. Арпа-чай. Восемь из них втекают в более крупные искусственно устроенные бассейны, служащие для купаний; кроме указанных, в целом ряде мест имеется много, в большинстве случаев незначительных, выходов как теплых, так и холодных источников, выходящих на дневную поверхность из трещин, по словам Карапетяна, в сильно окварцованных кислых породах, богатых вкрапленниками серного колчедана; все эти воды стекают в Арпа-чай. Мелкие выходы опресняются при движении в поверхностных слоях почвы. Из вод, проведенных в бассейны, источники №№ 2 и 3 (номерация в порядке вниз по течению Арпы) представляются более термальными и значительными по дебиту.

Источник № 1 совершенно заброшен и загрязнен, имеет ничтожный дебит.

Источник № 2. Минеральная вода втекает в искусственно устроенный бассейн диаметром в 2 м, приспособленный для купания. Температура воды 45°C при температуре воздуха в 17°C. Дебит 22 800 литров в сутки. Вода совершенно чистая, прозрачная, обильно выделяется углекислый газ; вкус довольно приятный. Химический анализ произведен Карстенсом.

Источник № 3 проведен в такой же бассейн, что и № 2, температура источника 40°C, дебит 15 600 л в сутки, прочие свойства те же, что и у источника № 2. Химический анализ источника произведен Медникяном (1926) и Карстенсом (1929) (табл. 21).

Источники №№ 4, 5 и 6 выделяют воду температурой в 36°C, втекающую в грязные, запущенные бассейны. Минеральная вода по своим физическим свойствам напоминает воду источника № 2.

Источники №№ 7 и 8 втекают в сильно загрязненные

бассейны; вокруг этих бассейнов имеются слои известкового туфа, чего не наблюдается в районе предыдущих источников. Возможно, что по химическому составу эти два источника не идентичны с предыдущими. Вода здесь холодная» [34].

В 1926 г. эта же группа источников была посещена геологом В. Н. Котляром, назвавшим эту группу «Дальней».

Последняя, как указывает В. Н. Котляр, «состоит из нескольких отдельных источников, расположенных в 20—25 м от р. В. Арпачай на левом берегу. Она пользуется наибольшей известностью и посещаемостью среди населения Даралагезского и Зангезурского уездов. Эти источники используются главным образом для купания, для чего в местах их выхода на поверхность вырыты неглубокие ямы. Никаких построек не имеется, так как источники посещаются главным образом кочевниками, имеющими свое походное снаряжение. Общий дебит этой группы источников равен 0.2072 литра в секунду, или 17900 литров в сутки» [20].

В 1928 г. эти же источники были посещены инженером-геологом О. Т. Карапетяном, который описывает их следующим образом.

«Часть источников выходит из-под наносных отложений, покрывающих собой эти породы. В этих вырытых неглубоких выемках накапливается вода Джермук. Таких выемок, расположенных на близком расстоянии друг от друга, при моем посещении 8 сентября 1928 года было пять. Кроме того, немного ниже этой группы, на берегу реки, в травертиновых отложениях источника было еще пять других углублений. Температура воды в выемках I группы по измерению в одном месте, где вода была в спокойном состоянии, оказалась 32°C, а в другом месте, где вода струилась из-под наносов 49°C, в ямах же близ реки температура воды была 38°C.

Дебит источников, ввиду разбросанности всех выходов, не было возможности определить» [16].

В 1929 г. эти же источники были посещены химиком-аналитиком Э. Э. Карстенсом, который произвел анализы этих вод. Химические анализы Г. А. Медникяна приводятся в табл. 21 (старая номерация источников сохранена).

В 1932 г. этот же район посетил старший геолог ЦНИГРИ

Анализ воды источника № 3 Джермук (Исти-су)
анализ Г. Мелникана, 1926 г.

Сухой остаток в 1 л при температуре 120°C 3.184 г/литр

В 1 литре мин. воды содержится	Граммы	Милливали	Миллим. экв
Катионы			
Ион натрия	0.7771	33.7883	33.7883
„ кальция	0.1795	4.4872	8.9744
„ магния	0.0723	3.0109	6.0218
„ железа	0.0141	0.2517	0.5034
			49.2879
Анионы			
Ион хлора	0.241	6.7983	6.7983
„ сульфатного	0.6805	7.0448	14.0896
„ гидрокарбонатного	1.7324	28.4	28.4
			49.2879
Кремневой кислоты	0.1062	1.3565	
Свободной улекислоты	3.1402		2.713

Комбинация солевого раствора

Хлористого натрия	0.3976		6.7983
Сернокислого „	1.0 04		14.0896
Двууглекислого „	1.0843		12 9004
„ магния	0.4406		6.0218
„ кальция	0.7282		8.9741
„ железа	0.0448		0.5034
Кремневой кислоты	0.1064		2.713
Сумма тверд. сост. частей	3.8011		
Своб. углекислоты	3.1402		
Сумма всех сост. частей	6.9423		

К. Н. Паффенгольц, который также дал описание источников и их химическую характеристику [46].

К началу изысканий в 1938 г. эта группа источников не представляла чего-либо нового. Это были те же неглубокие ямы — копани, вырытые в песчано-глинистых наносах, в 20—25 м от берега реки или просто в аллювии — речном галечнике; воды в некоторых ямах слабо сочились, направляясь к реке, в других они просто заполняли их без видимого движения. Число этих ям доходило до шести, глубина их от 0,5 до 1,3 м, диаметр от 1 до 2 м. Они использовались большими, посещающими источники, в качестве бассейнов для купания. Произведенные замеры подтверждают небольшой дебит этой основной группы источников.

Источник № 38(24) обладает довольно высокой температурой, от 40,4 до 47°,4С, дебит источника колеблется от 22 700 до 48 000 л/сутки.

Источник № 39(25) обладает более высокой температурой, от 46,6 до 50°С, дебит источника колеблется в значительных пределах от 900 до 8200 л/сутки.

Источник № 40(26). Дебит небольшой и колеблется от 300 до 1000 л/сутки, температура воды от 30,6 до 38°С.

Источник № 41(27). Дебит источника колеблется от 4000 до 13 500 л/сутки, температура воды от 31,6 до 38°С.

Источник № 42(28). Дебит колеблется от 3500 до 9300 л/сутки. Температура воды от 23 до 31°,2С.

Источник № 43(29). Дебит ничтожен, температура колеблется от 20,5 до 30°С.

В химическом отношении воды источников были достаточно охарактеризованы предыдущими исследователями. Во всяком случае эти небольшие струйки воды представляют собой дериваты основной коренной струи. Позднее эти воды частично были перехвачены буровыми скважинами.

Источник № 44(30) выходит на правом берегу среди аллювия. Дебит ничтожен.

Источники №№ 45(31) и 46(32) выходят на левом берегу. Выходы связаны с трещиноватостью базальтов, дебит ничтожен, вода едва сочится из трещин, образуя по краям последних охристо-железистый налет.

Источники №№ 47(33), 48(34) расположены на правом берегу реки, концентрируясь в нижней части обрывистого скалистого берега, сложенного андезитом-базальтами. Выходы воды приурочены к трещиноватости, связанной с их отдельностью. У выхода вода образует небольшой охристо-железистый осадок и в некоторых случаях небольшие отложения травертина. Более значительные отложения травертина наблюдаются выше источника (по реке), они сосредоточены в трех местах в виде небольших щитков натечной формы. Дебит источников незначителен, у одного из них № 47(33) достигает 350—400 л/сутки.

Источники №№ 49(35) и 50(36) составляют, по В. Н. Котляру, так называемую «Ближнюю» группу.

К одному из них, а именно, к № 50(36) относится, по-ви-

димому, описание, составленное инженером Г. Воскобойниковым [9], который указывает, что источник расположен на правом берегу р. Арпа, у небольшого горного ручья Кара-булаг.

Л. А. Оганесов дает следующее описание источников этой группы:

«На правом берегу Арпа-чая имеется всего два выхода горячего источника; один из них, главный, расположен в 3/4 км от с. Исти-су, неподалеку от ущелья р. Арпа-чай, у подножья обрывисто висячего базальтового покрова, в горной равнине, которая в районе минеральной воды переходит в невысокие горы. Вода стекает из-под наносных образований в бассейн в два метра диаметром и 0,5 м глубиной, выбивая сильными грифонами со дна бассейна. Последний имеет искусственную каменную кладку. Вокруг бассейна было устроено с очень давних пор, предположительно со времен сюнийских правителей, каменное крытое помещение, от которого теперь остались лишь развалины. Температура воды 39°C при температуре воздуха 15°C, дебит 3700 литров в сутки. Вода эта чиста и приятна на вкус, сильно газирована. По анализу Медника, приводимому ниже, вода щелочно-глауберово-углекислая, умеренно минерализована. У населения источники эти пользуются очень большой славой и сюда стекаются со всех окрестностей и даже из соседних уездов для лечения своих недугов.

Другой источник находится метрах в 300 к югу от главного, на левом берегу речки, образующей водопад «Даирмансуи-джервез». Дебит этого источника не определен, но он довольно большой, температура 36°C. Источник проведен в хороший бассейн в 2,85 м длиной и 1,5 м шириной. Бассейн этот был устроен кем-то из лиц старой царской администрации для личного пользования» (34).

В. Н. Котляр, упоминая об этой основной группе источников, пишет:

«Другая, Ближняя группа источников, находящаяся уже на правом берегу р. В. Арпа-чай, на расстоянии около 150 м к юго-востоку от нее, состоит лишь из одного значительного источника.

Наблюдения над дебитом его, относящиеся к 3 сентября

1928 г., дали 0,3703 л/сек, или 32 000 литров в сутки, при температуре 39°C» [20].

О. Т. Карапетян дает следующее описание этих источников:

«Более мощный источник того же типа имеется близ с. Исти-су, на правом берегу реки, у подножья обрывистого, висящего базальтового покрова. Ниже обрывистой части базальтовой лавы, на откосе из-под наносных образований, в неглубоком искусственном, почти круглом бассейне сильными грифонами выбивается горячая минеральная вода. Здесь коренные породы залегают довольно глубоко. Диаметр бассейна около 1,5 м, глубина 0,5 м. Температура воды в день замера была 40°C. Вода здесь более чистая и прозрачная. В холодном виде на вкус она приятна. Дебит воды мной не определен» [16].

Эти же источники были обследованы в 1938 г. и занесены под №№ 49(35) и 50(36), причем первый из них, находящийся на юго-восточном склоне над плато, ниже обрывающихся лавовых покровов, выходит в небольшом бассейне, вытянутом с юго-запада на северо-восток длиной в 3 м, шириной около 2 м и глубиной около 2,5 м. Верхняя часть стенок бассейна на глубину до 1,2—1,4 м сложена делювием, нижняя часть представляет породу, напоминающую брекчию желтовато-коричневого цвета, довольно плотно сцементированную известковистым цементом охристого цвета. На дне бассейна прослеживается трещина простирающаяся северо-восточного 45—50°, из которой выходят минеральная вода и газ. Дебит источника ничтожен.

Источник № 50(36) расположен у левого склона ущелья, по которому течет небольшая горная речка, впадающая в р. Арпа в виде красивого водопада, названного в работе Л. А. Оганесова «Даирман-суи-джрвез». Источник представляет собой небольшой выход минеральной воды у русла реки, выбивающейся из наносов с выделением CO_2 . У источника устроен небольшой бассейн, который в настоящее время почти разрушен. Температура воды, по замерам Л. А. Оганесова 36°,0С. Дебит источника им не замерен, но, по мнению того же исследователя, он довольно большой.

По замерам, произведенным в 1938 г., температура воды 31°,5С, дебит около 20 000 л/сутки.

В химическом отношении вода этого источника характеризуется данными, приведенными в табл. 22.

Этим перечнем исчерпывается описание естественных выходов минеральных источников, расположенных в границах Центрального участка.

В 1938—1939 гг. Армянским Геологическим управлением, по заданию НКЗдрава АрмССР, здесь были проведены геолого-разведочные и гидрогеологические работы.

Результаты этих работ в корне изменили перспективы курорта. Они позволили говорить о Джермуке, как о будущем курорте, располагающем мощной гидроминеральной базой, обеспечивающей ему, в силу исключительных качеств воды, блестящие перспективы.

В 1938 г. в районе источников №№ 38(24), 39(25), 40(26), 41(27), 42(28), 43(29), являющихся основными выходами воды, используемыми местным и пришлым населением, были заложены скважины, из которых две, №№ 1 и 4, вывели минеральную воду.

Геологический разрез скважины № 1 (абс. отм. 2015,5 м) представляется в следующем виде:

Скважина № 1.

Наносы-делювий: 1. Суглинок и глина желтовато-серого и бурого цвета с включением кусков базальта и андезита от 0,0 до 5,0 м.

2. Сунесь плотная, бурого цвета с жилками арагонита от 5,0 до 6,0 м.

3. Глина зеленовато-серого цвета с известковистыми примазками и жилками арагонита от 6,0 до 7,1 м.

4. Суглинок зеленовато-серого цвета, плотный, крепкий, разбитый трещинками, выполненными арагонитом от 7,1 до 8 м.

5. Куски андезито-базальта, сцементированные арагонитом, от 8,70 до 14,05 м.

6. Суглинок, аналогичный слою «г» от 14,05 до 17 м.

На глубине 4,65 м появилась минеральная вода с температурой 42°C, уровень воды установился на глубине 2,15 м. С глубины 10,45 м вода начала при подъеме инструмента изливаться через край трубы; после подъема снаряда скважина начала сильно фонтанировать, дебит достиг 247 000 л/сутки.

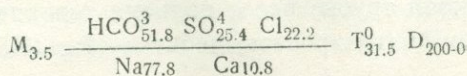
Химический анализ воды источника Джермук № 36 (№ 50)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль- ‰
Ион аммоний	не обнаружен		
" литий	3.5	0.50	0.4
" натрий	1099.4	47.80	38.9
" калий	94.6	2.42	1.9
" магний	48.0	4.00	3.3
" кальций	71.2	6.56	5.4
" стронций	не обнаружен		
" барий	"		
" железо	2.0	0.07	0.1
" марганец	следы		
Сумма		61.35	50.0
Ион хлор	482.8	13.60	11.1
" бром	следы		
" иод	0.1		
" сульфат	750.0	15.60	12.7
" нитрат	не обнаружен		
" бикарбонат	1942.2	31.84	25.9
" карбонат	не обнаружен		
" гидрофосфат	15.0	0.31	0.3
Сумма		61.35	50.0
Кремнекислота	97.5		
Сухой остаток при 105°C	3512.0		

Комбинация солевого состава

Хлористый литий	Г/литр
" калий	0.0213
" натрий	0.1803
Бромистый "	0.6248
Иодистый "	следы
Сернистый "	0.00013
Двууглекислый "	1.1076
" кальций	1.8077
" стронций	0.5063
" магний	не обнаружен
" железо	0.2992
" марганец	0.0062
Фосфорнокислый кальций	не обнаружен
Кремневая кислота	0.0211
Свободная угольная кислота	0.0972
Показатель концентрации водородных ионов	0.760
	7.5

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



При фонтанировании выделялась в большом количестве углекислота. Температура воды 55°C. При углублении скважины с 10,45 до 14,05 м дебит увеличился до 530 000 л/сутки. Скважина бурно фонтанировала, выбрасывая воду на высоту 6 м. Скважина закреплена обсадными трубами диаметром 97 мм, на глубину 8 м. Дальнейшая проходка была приостановлена.

Поскольку минеральная вода была вскрыта скв. № 1 в наносах, были заложены новые скважины №№ 2, 3, 5 и 6, расположенные на одной линии широтного направления в 25 м южнее скв. № 1, на отметках 2010—2020 м, и скв. № 4, расположенная несколько западнее скв. № 1, на расстоянии 15 м от последней, на абс. отм. 2018,7 м. Геологический разрез этой скважины следующий:

Скважина № 4.

1. Наносы-делювий. Глина красновато-бурого цвета с обломками андезито-базальта от 0,0 до 1,6 м.

2. Четвертичные лавы. Андезито-базальты серого цвета, сильно трещиноватые (в нижней части с глубины 12,20 м становятся слабыми), от 1,60 до 15,50 м.

3. Древние наносы: а) глина сильно известковистая, буровато-серого цвета, от 13,50 до 17,40 м.;

б) глина серовато-зеленого цвета с охристыми примазками и включением мелких кусочков темных андезитовых и диоритовых пород (с глубины 24,50 м порода напоминает брекчию, сцементированную плотным глинистым материалом) от 17,40 до 26,50 м.

4. Кварцевый диорит серого цвета, в верхней части сильно разрушенный (с глубины 33,70 до 40,0 м кварцевый диорит сильно трещиноватый, поверхность трещин покрыта охристым налетом), от 26,50 до 47,0 м.

Минеральная вода появилась на глубине 4,70 м. На глубине от 8 до 9 м из скважины стал обильно выделяться CO₂. Температура на глубине 12 м равна 39°C, на глубине 18,40 м—41°C. На глубине 33,26 м скважина начала сильно газировать и периодически выбрасывать минеральную воду на высоту до 1,5 м, температура 45°,2С. С глубины 40,6 м количество воды стало увеличиваться и температура достигла 52°C. При глубине 44,8 м дебит скважины равнялся 33 750 л/сутки, температура 52°C, при глубине 46,2 м дебит возрос до 277 000 л/сутки,

температура повысилась до 54°C. Работы были приостановлены.

На следующий день дебит скважины поднялся до 350 000 л/сутки. Конечный диаметр скважины 65 мм.

Необходимо отметить, что в процессе работы на скв. № 4 обнаружилась непосредственная связь ее с буровой скв. № 1. Химический анализ воды скважины № 4 приводится в табл. 23.

Дальнейшее направление разведочных работ шло по линии поисков минеральной воды в пределах этого же участка, в полосе обнажающихся гранодиоритов. На исследуемом участке были заложены еще две скважины — №№ 5 и 6, обе они вскрыли на всей глубине (20 м) кварцевые диориты, не обнаружив в них минеральной воды.

В 1940 г. разведочные работы были перенесены на плато, к с. Исти-су и развернулись на участке выхода источников так называемой «Ближней» группы. На небольшом участке обнажающихся кварцевых диоритов были заложены 4 скважины №№ 7, 7а, 8 и 9. Они в силу своего расположения, несомненно, вскрыли одну и ту же минеральную воду.

Бурное фонтанирование скв. № 9 вначале, перешедшее затем в более спокойный излив воды, позволило остановиться на последней. Химический анализ воды, приведенный в табл. 24, дает возможность убедиться в том, что в данном случае имеется вода того же типа и химического состава, что и вода в скв. № 1, но она обладает более высокой температурой, достигающей до 64°C.

В 1950 году были взяты пробы воды из скв. №№ 1 и 4, расположенных в ущелье.

Химический анализ этих вод и их солевые комбинации представлены в табл. 23 и 24.

Одновременно были взяты пробы воды и из скв. №№ 7 и 9, находящихся на плато.

Химический анализ этих вод представлен в табл. 25 и 26.

В 1950 и 1951 гг. Геологическим управлением АрмССР были заложены новые скважины.

Южная группа охватывает собой источники с № 51 (37) по № 61 (47), расположенные на участке, ограниченном на севере ущельем с водопадом, а на юге ущельем р. Да-

Химический анализ воды скважины № 1 Джермук

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион аммоний	не обнаружен		
" литий	2.6	0.37	0.3
" натрий	950.6	41.33	34.5
" калий	86.0	2.20	1.8
" магний	74.9	6.24	5.3
" кальций	182.0	9.60	8.0
" стронций	следы		
" барий	не обнаружен		
" железо	3.0	0.11	0.1
" марганец	следы		
Сумма		59.85	50.0
Ион хлор	301.8	8.50	7.1
" бром	0.05	0.01	
" иод	0.1	0.01	
" сульфат	830.0	17.30	14.4
" нитрат	не обнаружен		
" бикарбонат	2060.3	33.78	28.3
" карбонат			
" гидрофосфат	12.0	0.25	0.2
Сумма		59.85	50.0
Кремнекислота	39.1		
Сухой остаток при 105°C	3444.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	0.0157
"	калий	0.1639
"	натрий	0.3469
Бромистый	"	0.00011
Иодистый	"	0.00013
Сернокислый	"	1.2233
Двууглекислый	"	1.5792
"	кальций	0.7574
"	стронций	следы
"	магний	0.4555
"	железо	0.0098
"	марганец	следы
Фосфорнокислый	кальций	0.0170
Кремневая кислота		0.0391
Свободная угольная кислота		0.360
Показатель концентрации водородных ионов		6.8

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

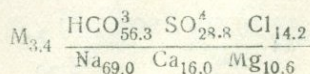


Таблица 24

Химический анализ воды скважины № 4 Джермук

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль %
Ион аммоний			
" литий	3.5	0.50	0.4
" натрий	1012.5	44.02	35.2
" калий	90.0	2.31	1.8
" магний	74.9	6.24	5.0
" кальций	188.8	9.44	7.5
" стронций	2.1	0.04	—
" барий	не обнаружен		
" железо	4.0	0.14	0.1
" марганец	следы		
Сумма		62.69	50.0
Ион хлор	301.8	8.50	6.7
" бром	0.08	0.01	—
" иод	0.10	0.01	—
" сульфат	900.0	18.70	14.9
" нитрат	не обнаружен		
" бикарбонат	2148.4	35.22	28.2
" карбонат			
" гидрофосфат	12.0	0.25	0.2
Сумма		62.69	50.0
Кремнекислота	52.0		
Сухой остаток при 105°C	3368.0		

Комбинация солевого состава

Хлористый литий	Г/литр
" калий	0.0072
" натрий	0.0305
Бромистый "	0.1767
Иодистый "	0.00011
Сернокислый "	0.00013
Двууглекислый "	0.3862
" кальций	0.6014
" стронций	0.3200
" магний	не обнаружен
" железо	0.0730
" марганец	0.0030
Фосфорнокислый кальций	не обнаружен
Кремнекислота	0.0118
Свободная угольная кислота	0.053
Показатель концентрации водородных ионов	0.344
	7.1

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

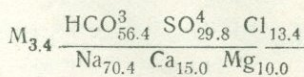


Таблица 25

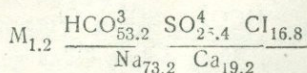
Химический анализ воды скважины № 7 Джермук

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион аммоний	не обнаружен		
„ литий	1.2	0.17	0.4
„ натрий	359.3	15.62	36.6
„ калий	16.0	0.41	1.0
„ магний	12.0	1.0	2.3
„ кальций	82.4	4.12	9.6
„ стронций	1.5	0.03	0.1
„ барий	не обнаружен		
„ железо	следы		
„ марганец	„		
Сумма		21.35	50.0
Ион хлор	127.8	3.60	8.4
„ бром	0.06	0.01	
„ иод	0.05	0.01	
„ сульфат	260.0	5.44	12.7
„ нитрат	не обнаружен		
„ бикарбонат	740.5	12.14	28.5
„ карбонат	не обнаружен		
„ гидрофосфат	8.0	0.17	0.4
Сумма		21.35	50.0
Кремнекислота	78.5		
Сухой остаток при 105°C	1164.0		

Комбинация солевого состава

		г/литр
Хлористый	литий	0.0072
„	калий	0.0306
„	натрий	0.1767
Бромистый	„	0.00011
Иодистый	„	0.00013
Сернокислый	„	0.3862
Двууглекислый	„	0.6014
„	кальций	0.3200
„	стронций	не обнаружен
„	магний	0.0730
„	железо	0.0030
„	марганец	не обнаружен
Фосфорнокислый	кальций	0.01180
Кремневая кислота		0.0780
Свободная угольная кислота		0.9060
Показатель концентрации водородных ионов		5.9

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



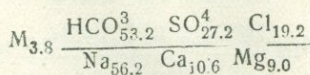
Химический анализ воды скважины № 9 Джермук

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион аммоний	не обнаружен		
" литий	3.7	0.53	0.4
" натрий	1211.0	52.67	38.6
" калий	89.0	2.28	1.6
" магний	74.4	6.20	4.5
" кальций	148.0	7.40	5.3
" стронций	3.8	0.09	0.1
" барий	не обнаружен		
" железо	0.8	0.03	
" марганец	не обнаружен		
Сумма		69.20	50.0
Ион хлор	475.7	13.40	9.6
" бром	0.05	0.01	—
" иод	0.1	0.01	—
" сульфат	900.0	18.70	13.6
" нитрат	не обнаружен		
" бикарбонат	2243.0	36.77	26.6
" карбонат	не обнаружен		
" гидрофосфат	15.0	0.31	0.2
Сумма		69.20	50.0
Кремнекислота	140.0		
Сухой остаток при 105°C	3792.0		

Комбинация солевого состава

Хлористый литий	Г/литр
" калий	0.0225
" натрий	0.1699
Бромистый "	0.61995
Иодистый "	0.00011
Сернистый "	0.00013
Сернокислый "	1.3277
Двууглекислый "	1.9622
" кальций	0.5743
" стронций	0.0094
" магний	0.4526
" железо	0.0030
" марганец	не обнаружен
Фосфорнокислый калий	0.0211
Кремневая кислота	0.140
Свободная угольная кислота	0.200
Показатель концентрации водородных ионов	7.6

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



ли, впадающей в р. Арпа справа и ущельем р. Писян, впадающей слева.

Минеральные источники южной части курортного участка сосредоточены, в основном, в ущелье р. Арпа. Последнее представляет собой глубокий каньон, сложенный почти отвесно обрывающимися склонами, поросшими диким лиственным лесом.

Ущелье имеет чрезвычайно суровый и живописный вид.

Ниже впадения в р. Арпа ее правого притока Дали, ущелье несколько расширяется и на левом берегу его расположено с. Кечут.

Геологическое строение южной части аналогично северной и центральной, с той лишь разницей, что каньон реки проходит исключительно по контакту двух лавовых покровов, различных по времени своего образования.

Правый склон высокий, довольно крутой, сложен древними лавовыми покровами, поднимающимися до абс. отметки 2180 м.

Левый борт, сложенный молодыми андезито-базальтами, совершенно отвесный в верхней части и прикрытый в нижней осыпями, образует на отметке 2060 м спокойное равное плато, являющееся продолжением плато центрального участка. На востоке оно примыкает к высокому гребню, представленному в южной своей части гранодиоритами.

Эти же гранодиориты, как установили работы 1950 года, обнажаются на значительном протяжении на обследованном южном участке ущелья р. Арпа в нижней его части, подстилая покровы право- и левобережных андезито-базальтов.

Имеющиеся выходы минеральной воды фиксируются как на правом, так и на левом берегу, концентрируясь в большинстве у последнего. Приурочены они к сильно трещиноватым гранодиоритам, разбитым большим количеством трещин северо-восточного простирания ($25-27^\circ$), с падением на юго-восток и северо-запад под углом $80-85^\circ$.

Гранодиориты появляются в русле каньона в 120—150 м ниже старого деревянного разрушенного моста, переброшенного через реку у с. Исти-су.

Источник № 51(37). В 10 метрах выше этого моста, на левом берегу, в 2—3 м от уреза воды среди аллювия выходит

с выделением CO_2 минеральная вода, окрашивающая гальку железистым налетом. Дебит источника 7—8 тыс. л/сутки, температура 23° . В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 27.

Источник № 52(38). На правом берегу, в самом начале обнажения гранодиоритов, на высоте около 10 м над рекой расположен небольшой травертиновый щит, а у самого уреза воды слабо сочится среди аллювия минеральная вода.

Источник № 53(39) расположен на левом берегу, где среди гранодиоритов на высоте около 1 м над рекой из трещин выходит минеральная вода, выделяющая углекислоту и окрашивающая породу гидратами окислов железа.

Несколько ниже русло реки сложено полностью гранодиоритами. Последние образуют хорошо развитую параллелепипедальную отдельность и разбиты трещинами северо-восточного простирания с падением на юго-восток $135\text{—}141^\circ$ под углом $75\text{—}80^\circ$.

Общая протяженность выхода гранодиоритов достигает 70—80 м. Следующий аналогичный выход фиксируется метрах в 100 ниже по реке.

Источник № 54(40) выходит на этом же участке, на левом склоне у самой реки, где расположен травертиновый двойной шапкообразный купол, высотой до 8 м и протяжением около 10 м.

В верхней части купола из трещин в травертине слабо сочится минеральная вода, дебит небольшой, температура 19° .

В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 28.

Источник № 55(41) расположен на расстоянии 1 км от деревянного разрушенного моста у с. Исти-су, в месте резкого поворота реки, где у левого берега располагается значительный по величине травертиновый двухъярусный щит. Последний примыкает к крутому склону, расположенному у базальтового обрыва, высотой около 30 м. Нижняя часть щита имеет радиус около 20 м и образует выступающую к реке полукруглость. Высота щита 5—6 м, к реке он обрывается круто, почти отвесно.

Второй травертиновый купол располагается над первым, примыкая непосредственно к склону. Высота его около 10 м,

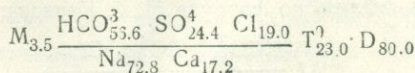
Химический анализ воды источника № 37 (51) у старого
моста с. Исти-су

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион аммоний	не обнаружен		
„ литий	3.5	0.50	0.4
„ натрий	999.4	43.45	36.4
„ калий	57.6	1.47	1.2
„ магний	42.2	3.60	3.0
„ кальций	206.4	10.32	8.6
„ стронций	не обнаружен		
„ барий			
„ железо	12.0	0.42	0.4
„ марганец	1.0	0.04	
Сумма		59.80	50.0
Ион хлор	404.7	11.40	9.5
„ бром	не обнаружен		
„ иод			
„ сульфат	700.0	14.6	12.2
„ нитрат	не обнаружен		
„ бикарбонат	2061.0	33.80	28.3
„ карбонат	не обнаружен		
Сумма		59.80	50.0
Кремнекислота	33.8		
Сухой остаток при 105°С	3564.0		

Комбинация солевого состава

Хлористый	литий	Г/литр
„	калий	0.0213
„	натрий	0.1095
Бромистый	„	0.5517
Иодистый	„	не обнаружен
Сернистый	„	„
Сернистый	„	1.0366
Двууглекислый	„	1.6313
„	кальций	0.8359
„	стронций	не обнаружен
„	магний	0.2628
„	железо	0.0374
„	марганец	0.0017
Фосфорнокислый	кальций	не обнаружен
Кремневая кислота		0.0338
Углекислота свободная		0.8800
Показатель концентрации во- дородных ионов		7.5

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



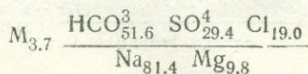
Химический анализ воды источника № 40 (54) у 1-го
г-авертинового купола

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль %
Ион аммоний	не обнаружен	0.53	
" литий	3.7	51.83	0.4
" натрий	1192.1	1.62	40.7
" калий	63.6	6.16	1.3
" магний	73.9	3.44	4.9
" кальций	68.8		2.7
" стронций	следы		
" барий	не обнаружен		
" железо	"		
" марганец	"		
Сумма		63.58	50.0
Ион хлор	426.0	12.00	9.5
" бром	не обнаружен		
" иод	0.08	0.01	—
" сульфат	900.0	18.70	14.7
" нитрат	не обнаружен		
" бикарбонат	2003.2	32.84	25.8
" карбонат	не обнаружен		
" гидрофосфат	2.0	0.04	
Сумма		63.58	50.0
Кремнекислота	45.6		
Сухой остаток при 105°C	3700.0		

Комбинация солевого состава

Хлористый литий	Г/литр
" калий	0.0225
" натрий	0.1207
Бромистый "	0.5762
Иодистый "	не обнаружен
Сернокислый "	0.00015
Двууглекислый "	1.3277
" кальций	1.9555
" стронций	1.4957
" магний	следы
" железо	0.2511
" марганец	следы
Фосфорнокислый кальций	не обнаружен
Кремневая кислота	0.0027
Свободная угольная кислота	45.6
Показатель концентрации водородных ионов	1.760
	7.8

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



диаметр около 5—6 м. Травертин, образующий верхний купол, имеет натечную форму и крутое падение. В вершинной части купол имеет воронкообразное углубление, в котором, не имея естественного стока, сильно бурлит минеральная вода. Температура воды 24°C.

Нижний травертиновый щит и верхний купол поросли лесом.

В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 29.

Источник № 56(42). В 50 метрах ниже (по реке) описанного травертинового щита, на левом берегу реки выходит минеральный источник с выделением CO_2 и незначительным дебитом.

Источник № 57(43). Далее, в 250 м вниз по реке, на том же левом берегу расположен небольшой травертиновый купол, высотой около 3 м; из верхней части купола слабой струйкой вытекает сильно опресненная минеральная вода. Дебит около 20 000 л/сутки, температура 19°C,5С.

Химический состав воды характеризуется данными, приведенными в табл. 30.

Источник № 58(4) представляет аналогичный небольшой выход минеральной воды, фиксирующийся снова на левом берегу, в 10 м ниже описанного травертинового купола среди речных наносов. Дебит 15 000 л/сутки, температура 19°C.

Источник № 59(45) является последним выходом минеральной воды, как бы замыкающим этот участок. Источник расположен в устье р. Дали, впадающей в р. Арпа справа, на расстоянии 15 м от нового шоссе в сторону реки. Выход источника приурочен, по-видимому, к древней речной террасе, расположенной на высоте около 10 м над уровнем р. Арпа.

Минеральная вода выходит из наносов, в небольшой компании, со дна которой выделяется CO_2 . Дебит достигает 4—5 тыс. л/сутки, температура 15°C.

В химическом отношении эта вода характеризуется данными, приведенными в табл. 31.

Источник № 60(46). К описанной группе источников можно отнести также выход минеральной воды в с. Кечут. Последний расположен на правом склоне неглубокого ущелья, по которому протекает речка, впадающая слева в р. Арпа.

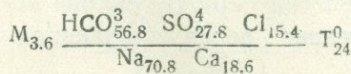
Химический анализ воды источника 41 (55)

Ионная форма	Мг в литре	Милливалл	Милливалл ‰
Ион аммоний	следы		
" литий	3.5	0.50	0.4
" натрий	1035.0	45.00	35.4
" калий	75.6	1.94	1.5
" магний	43.2	3.60	2.8
" кальций	236.4	11.84	9.3
" стронций	следы		
" барий	не обнаружен		
" железо	20.0	0.72	0.6
" марганец	не обнаружен		
Сумма		63.60	50.0
Ион хлор	347.9	9.80	7.7
" бром	0.04	0.04	—
" иод	0.05	0.004	—
" сульфат	850.0	17.70	13.9
" нитрат	не обнаружен		
" бикарбонат	22.00	36.06	28.4
" карбонат	не обнаружен		
" гидрофосфат	2.0	0.04	
Сумма		63.60	50.0
Кремнекислота	25.2		
Сухой остаток при 105°С	3608.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	0.0225
"	калий	0.1207
"	натрий	0.5762
Бромистый	"	0.00028
Иодистый	"	0.00004
Серноокислый	"	1.3277
Двууглекислый	"	1.9555
"	кальций	0.4957
"	стронций	следы
"	магний	0.2511
"	железо	следы
"	марганец	не обнаружен
Фосфорнокислый	кальций	0.0027
Кремневая кислота		0.0250
Углекислота свободная		1.260
Показатель концентрации водородных ионов		7.10

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



Химический анализ воды источника № 43 (52)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион аммоний	не обнаружен		
• литий	1.8	0.26	0.5
• натрий	409.9	17.82	31.4
• калий	21.6	0.65	1.0
• магний	61.9	5.16	9.1
• кальций	82.4	4.12	7.3
• стронций	не обнаружен		
• барий	"		
• железо	10.0	0.36	0.7
• марганец	1.0	0.02	
Сумма		28.30	50.0
Ион хлор	156.2	4.40	7.8
• бром	не обнаружен		
• иод	"		
• сульфат	350.0	7.30	12.9
• нитрат	не обнаружен		
• бикарбонат	1008.9	16.54	29.2
• карбонат	не обнаружен		
• гидрофосфат	3.0	0.06	0.1
Сумма		28.30	50.0
Кремнекислота	39.2		
Сухой остаток при 105°C	1536.0		

Комбинация солевого состава

Хлористый	литий	Г/литр
"	калий	0.0111
"	натрий	0.0417
Бромистый	"	0.2094
Иодистый	"	не обнаружен
Сернокислый	"	"
Двууглекислый	"	0.5183
"	кальций	0.5823
"	стронций	0.4131
"	магний	не обнаружен
"	железо	0.3008
"	марганец	0.0320
Фосфорнокислый кальций		0.0017
Кремневая кислота		0.0041
Углекислота свободная		0.0392
Показатель концентрации водородных ионов		1.560
		5.9

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

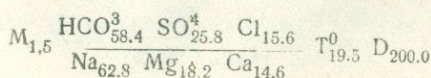


Таблица 31

Химический анализ воды источника № 45 (59) у устья р. Дали

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион аммоний	не обнаружен		
" литий	1.5	0.21	0.4
" натрий	378.1	16.44	30.3
" калий	16.6	0.43	0.9
" магний	49.2	4.10	7.4
" кальций	113.2	5.66	10.3
" стронций	2.0	0.05	0.1
" барий	не обнаружен		
" железо	5.0	0.27	0.5
" марганец	2.0	0.07	0.1
Сумма		27.23	50.0
Ион хлор	177.5	5.00	9.2
" бром	не обнаружен		
" иод			
" сульфат	175.0	3.65	6.7
" нитрат	не обнаружен		
" бикарбонат	1118.1	18.33	35.6
" карбонат	не обнаружен		
" гидрофосфат	12.0	0.25	0.5
Сумма		27.23	50.0
Кремнекислота	30.0		
Сухой остаток при 105°C	1504.0		

Комбинация солевого состава

Хлористый	литий	Г/литр
"	калий	0.0089
"	натрий	0.0320
Бромистый	"	0.2551
Иодистый	"	не обнаружен
Сернокислый	"	0.2592
Двууглекислый	"	0.7081
"	кальций	0.4382
"	стронций	0.0052
"	магний	0.2993
"	железо	0.0240
"	марганец	0.0062
Фосфорнокислый кальций		0.0170
Кремневая кислота		0.030
Свободная угольная кислота		1.760
Показатель концентрации водородных ионов		5.9

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

$$M_{1.5} \frac{HCO_3^3}{Na_{60.6} Ca_{20.6} Mg_{15.0}} \frac{Cl_{18.4} SO_4^4}{13.4} T_{15}^0 D_{50.0}$$

Источник находится в 100 м выше моста, на высоте 3,5 м над уровнем воды в реке. Минеральная вода выходит из трещиноватых андезито-базальтов, слагающих это ущелье. Несомненно, однако, что основными породами, несущими воду, являются гранодиориты, обнажающиеся несколько севернее и перекрытые в районе селения покровом андезито-базальтовых лав.

Дебит источника достигает всего 2—2,5 тыс. л/сутки, температура 12°,1С.

Химический состав воды характеризуется данными, приведенными в табл. 32.

Источник № 61(47), Кечутский (верхний) расположен в ущелье р. Писян, на левом берегу реки, выше с. Кечут. Источник выходит среди наносов и отлагает известковый туф. Вода чистая, прозрачная, без цвета и запаха, кислая на вкус, слегка железистая, выделяется углекислота. Дебит 4300 л/сутки, температура 12°С.

Изложенным перечнем минеральных вод исчерпывается группа Джермукских источников.

Южнее Джермукских групп, в ущелье р. Арпа, зарегистрированы следующие источники.

Источник Мамарза (№ 62). Источник расположен в 3,5 км выше слияния рр. Терп и Арпа, на правом берегу последней, у края шоссеиной дороги.

На участке получают развитие измененные андезиты. Вода выходит из наносов в виде небольших струек с общим дебитом около 3500 л/сутки. У выхода замечается выделение CO_2 . Вода прозрачная, без цвета и запаха, на вкус кисловатая, приятная. Температура 15°С.

По шоссе в 100 м от источника в сторону с. Мамарза в андезитах наблюдаются сбросовые трещины с падением на юго-восток 135°, под углом 75°, по ним сочится минеральная вода.

Судя по значительным отложениям известкового туфа, деятельность минеральных источников была некогда более интенсивной.

Л. А. Оганесов дает следующее описание источника:

«У скалы под горой источник пробивается на дно бассейна в 1 м в диаметре. Температура источника 16°С при темпе-

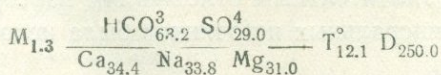
Химический анализ воды источника Кечут (Куши) № 46 (€0)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль- %о
Ион литий	не обнаружен		
" натрий	178.8	7.77	16.9
" калий	6.9	0.18	0.4
" магний	85.3	7.11	15.5
" кальций	158.6	7.93	17.2
" стронций	следы		
" железо	"		
Сумма		22.99	50.0
Ион хлор	69.9	1.80	3.9
" бром	не обнаружен		
" иод	"		
" сульфат	320.0	6.67	14.5
" бикарбонат	885.7	14.52	31.6
" гидросульфат			
Сумма		22.99	50.0
Кремнекислота	40.0		
Сухой остаток при 105°C	1328.0		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	не обнаружен
"	калий	0.0134
"	натрий	0.0948
Бромистый	"	не обнаружен
Иодистый	"	"
Сернистый	"	0.4367
Двууглекислый	"	не обнаружен
"	кальций	0.6002
"	стронций	следы
"	магний	0.5190
"	железо	следы
"	марганец	не обнаружен

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



ратуре воздуха в 23°C. Источник бьет струей с обильным отделением углекислоты. Вода приятна на вкус, щелочно-углекислая, с привкусом железа. Из этого источника вода стекает в большой бассейн 20 × 5 м, где она застаивается, загрязняется и вероятно опресняется, чем и объясняется наличие здесь в изобилии болотной фауны. Дебит 2160 литров в сутки. Следы выходов минеральной воды имеются также на дне близлежащего большого бассейна с пресной водой. Минеральной водой окрестные крестьяне пользуются для лечебных целей» [34].

Источник (№ 63). В 0,5 км ниже (по реке) описанных источников по пойме р. Арпа, на правом берегу, среди галечника выходит минеральная вода. Вода сильно опреснена за счет речной, дает железистый осадок. Дебит, по-видимому, небольшой.

В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 33.

Источник Сойлан (№ 64) расположен на расстоянии около 700 м к западу от с. Сойлан, несколько севернее шоссе (в сторону нагорья). В районе получают развитие пироксеновые и амфиболовые порфириды эоцена. Выход воды ранее был приурочен к травертиновому куполу (длина 25 м, ширина 15 м и высота 2—2,5 м) и находился в его вершинной части. Этот выход в настоящее время закупорился и вода нашла себе выходы на юго-восточном склоне. Первый выход имеет дебит до 1000 л/сутки, температура 17°C, второй расположен на расстоянии одного метра севернее. Видимого истечения воды не заметно и она спокойно накапливается в небольшой ямке, вытекая и теряясь в пустотах травертина.

Вода прозрачная, без цвета и запаха, на вкус солоноватая.

В химическом отношении вода характеризуется данными табл. 34.

Источник Сойлан (№ 65) выходит на берегу р. Арпа. Источник расположен на расстоянии 1 км к юго-западу от источника № 64, на правом берегу р. Арпа.

В месте выхода источника река делает резкую излучину, обусловленную, по-видимому, наличием дайки юго-западного простирания.

Химический анализ воды источника Мамарза (№ 62)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	5.7	0.81	0.6
" натрий	800.2	34.79	25.5
" калий	26.6	0.69	0.5
" магний	98.6	7.80	5.8
" кальций	484.0	24.08	17.4
✓ " стронций	5.9	0.12	0.1
" железо	3.0	0.11	0.1
Сумма		68.40	50.0
Ион хлор	588.6	16.58	12.2
" бром	не обнаружен		
" иод			
" сульфат	140.0	2.98	2.2
" бикарбонат	2977.4	48.84	35.6
" гидросульфат	0.25		
Сумма		68.40	50.0
Кремнекислота	30.0		
Сухой остаток при 105°C	3664.0		

Комбинация солевого состава

	Г/литр
Хлористый литий	0.0344
" калий	0.0514
" натрий	0.8822
Бромистый	не обнаружен
Иодистый	
Серноокислый	0.2116
Двууглекислый	1.4057
" кальций	1.9501
" стронций	0.0126
" магний	0.5694
" железо	0.0098
" марганец	не обнаружен

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

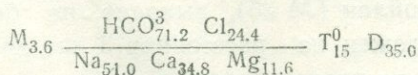


Таблица 34

Химический анализ воды источника Сойлан (№ 64) (выше дороги)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль /
Ион натрий	818.6	35.05	24.3
" калий	—	0.35	0.2
" магний	116.9	9.74	6.8
" кальций	528.4	26.42	18.6
" стронций	следы		
" железо	5.0	0.19	0.1
" марганец	следы		
Сумма		71.75	50.0
Ион хлор	252.1	7.10	5.0
" бром	не обнаружен		
" иод	"		
" сульфат	290.0	6.04	4.2
" бикарбонат	3575.2	58.61	40.8
" карбонат	не обнаружен		
" гидрофосфат	следы		
Сумма		71.75	50.0
Кремнекислота	10.0		
Сухой остаток при 105°C	3928.0		

Комбинация солевого состава

Хлористый литий	Г/литр
" калий	не обнаружен
" кальций	0.0261
" натрий	0.3949
Бромистый "	не обнаружен
Иодистый "	"
Сернокислый "	0.4288
Двууглекислый "	8.698
" калий	2.140
" стронций	следы
" магний	0.711
" железо	0.0107
" марганец	следы
Кремневая кислота	0.030
Свободная кислота	1586.0
Показатель концентрации водородных ионов	7.5

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

$$M_{3.9} \frac{HCO_{81.6}^3 Cl_{10.0} SO_{8.4}^4}{N_{48.6} Ca_{37.2} Mg_{13.6}} T_{17}^0 D_{10.0}$$

Вода выходит мелкими струйками среди речных наносов, покрывая гальку охристо-железистым налетом. Вместе с водой заметно значительное выделение углекислоты.

Вода прозрачная, кисловатая на вкус. Дебит незначительный, температура 14°C.

В химическом отношении вода характеризуется данными табл. 35.

Источник Дайлахлу, «Маной-кала» (№ 66) расположен в ущелье реки Арпа, на правом склоне по дороге в с. Дайлахлу, около 1 км выше шоссе на Микоян.

На участке получают развитие порфириты. Последние на значительной площади покрыты коркой известковистого туфа.

Минеральная вода слабо сочится в четырех местах. Дебит около 1500 л/сутки.

Вода прозрачная, без цвета и запаха, кисловато-соленая на вкус, слегка железистая, присутствует углекислота. Температура 12°C.

В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 36.

Источник у с. Малишка (у шоссе) (№ 67) расположен в 2,5 км юго-восточнее с. Малишка, у обочины шоссе (слева по направлению в Ереван). Выход воды приурочен к наносам. Дебит источника достигает 5000 л/сутки, температура 17,2°C. По другую сторону дороги (к нагорной стороне), в 20 м от последней расположен древний травертиновый купол. Диаметр купола 15—20 м, высота около 3,5 м. Травертин грубо-слоистый. Современный выход источника приурочен к восточному склону купола. Вода прозрачная, без цвета и запаха, имеет солоновато-кислый вкус, газирована.

В химическом отношении характеризуется данными, приведенными в табл. 37.

Источник (№ 68) тяготеет территориально к с. Малишка, расположен в 1 км к северу от последнего, в ущелье небольшой безымянной речки. Главный выход воды находится на левом берегу, на высоте 8—10 м над рекой и приурочен к травертиновому куполу. Последний имеет размер 15×10 м. Вода выходит из углубления и стекает в небольшой бассейн. Дебит источника порядка 10 000 л/сутки. Вода прозрачная, без

Химический анализ воды источника Сойлан (№ 65)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль %
Ион литий	не обнаружен		
• натрий		19.76	22.0
• калий		0.25	0.3
• магний		5.12	5.7
• кальций		19.32	21.7
• стронций	следы		
• железо	7.0	0.26	0.3
• марганец	следы		
Сумма		44.71	50.0
Ион хлор	не обнаружен	7.32	8.2
• бром	"		
• иод	"		
• сульфат	180.0	3.75	4.2
• бикарбонат		33.64	37.6
• карбонат	не обнаружен		
Сумма		44.71	50.0
Кремнекислота			
Сухой остаток при 105°C	2164.0		

Комбинация солевого состава

	Г/литр
Хлористый литий	—
" калий	0.0186
" натрий	0.4186
Бромистый "	не обнаружен
Иодистый "	"
Сернокислый "	0.2663
Двууглекислый "	0.751
" кальций	1.5649
" стронций	следы
" магний	0.3738
" железо	0.0229
" марганец	следы
Кремневая кислота	0.030
Свободная углекислота	1560.0
Показатель концентрации водородных ионов	6.7

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

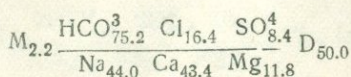


Таблица 36

Химический анализ воды источника Дайлахлу (№ 66)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль %
Ион литий	3.4	0.49	0.7
„ натрий	294.4	12.80	18.7
„ калий	7.9	2.02	3.0
„ магний	71.4	5.95	8.8
„ кальций	258.6	12.84	18.7
„ стронций	3.8	0.09	0.1
„ железо	0.2	0.01	
Сумма		34.20	50.0
Ион хлор	110.0	3.10	4.5
„ бром	не обнаружен		
„ иод	„		
„ сульфат	350.0	7.30	10.7
„ бикарбонат	1451.8	23.80	34.8
„ гидросульфат			
Сумма		34.20	50.0
Кремнекислота	30.5		
Сухой остаток при 105°C	1820.0		

Комбинация солевого состава

Хлористый литий	Г/литр
„ калий	0.0210
„ натрий	0.1505
Бромистый „	0.7488
Иодистый „	не обнаружен
Сеј окислый „	0.5133
Двууглекислый „	0.4124
„ кальций	1.0400
„ стронций	0.0094
„ магний	0.4344
„ железо	0.0009
„ марганец	не обнаружен

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:

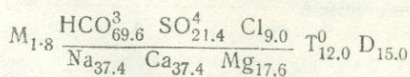


Таблица 37

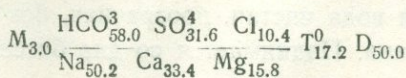
Химический анализ воды источника Малишка (№ 67)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	не обнаружен		
„ натрий	659.6	28.37	25.1
„ калий	5.0	0.13	0.1
„ магний	106.9	8.84	7.9
„ кальций	376.8	18.84	16.7
„ стронций	следы		
„ железо	5.0	0.19	0.2
Сумма		56.36	50.0
Ион хлор	209.5	5.90	5.2
„ бром	не обнаружен		
„ иод			
„ сульфат	860.0	17.72	15.8
„ бикарбонат	1997.1	32.74	29.0
„ гидросульфат	следы		
Сумма		56.36	50.0
Кремнекислота	10.0		
Сухой остаток при 105°C	3052.0		

Комбинация солевого состава

	Г/литр
Хлористый литий	не обнаружен
„ калий	0.0037
„ натрий	0.3376
Бромистый	не обнаружен
Иодистый	„
Сернокислый	1.2581
Двууглекислый	0.4099
„ кальций	1.5269
„ стронций	следы
„ магний	0.6785
„ железо	0.0167
„ марганец	следы
Кремневая кислота	0.045
Свободная углекислота	0.896
Показатель концентрации водородных ионов	7.0

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



цвета и запаха, солоновато-кислая, приятная на вкус. Чрезвычайно насыщена углекислотой.

В химическом отношении характеризуется данными табл. 38.

Метрах в 20 к северу от описанного выхода расположен второй травертиновый щит, несколько меньших размеров. Выходящая минеральная вода растекается по куполу. Дебит источника 5—8 тыс. л/сутки.

Метров 250 выше по реке, у правого берега речки, под обрывистой скалой туфопесчаника также выходит минеральная вода с дебитом 2000—3000 л/сутки.

Геологическое строение этого участка представляется в следующем виде.

Ущелье реки в месте выхода источников несколько расширено, переходя к северу в каньон и запираясь на юге лавовым покровом, спускающимся сюда с северо-востока со стороны Тапаси-далик. Правый борт ущелья сложен на всю высоту (до 150 м) туфопесчаниками (эоцен) желтого, бурого и зеленовато-серого цвета. На этом же склоне против источника прекрасно видно нарушение разрывного порядка, причем, по-видимому, правая часть нарушенного участка взброшена.

Левая сторона ущелья также сложена туфопесчаниками и несет нарушение, имеющее северо-восточное простирание и фиксирующееся брекчией трения, выступающей в виде гребня. Брекчия окварцована и несет следы зеркал трения со шрамами, имеющими юго-западное направление.

Ширина перемятой и окварцованной зоны достигает 1,5 м. Нарушение, отмеченное на правом склоне, по-видимому, является сопутствующим или более крупному, выраженному брекчией трения, или же более молодым.

Источник Агаракадзор (Аяр) (№ 69) расположен в 4 км выше с. Агаракадзор (Аяр), по правому берегу ущелья Гравидзор, у самой проселочной дороги из Агаракадзора в Гандзак.

На участке получают развитие туфы и туфопесчаники. Последние сильно рассланцованы.

Выходящая вода чистая, прозрачная, без цвета и запаха, сильно газирована. Поднимается со дна бассейна в виде грифона. На вкус она кислая, приятная.

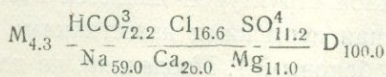
Химический анализ воды источника Малишка (№ 68)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	4.9	0.71	0.5
„ натрий	1067.7	46.42	29.5
„ кал. й	79.6	2.04	1.3
„ магний	104.0	8.67	5.5
„ кальций	414.6	20.51	13.0
✓ „ стронций	10.0	0.22	0.1
„ железо	4.0	0.14	0.1
Сумма		78.71	50.0
Ион хлор	461.5	13.00	8.3
„ бром	не обнаружен		
„ иод	0.05	0.0004	
„ сульфат	20.0	8.75	5.6
„ бикарбонат	3458.1	56.96	36.1
„ гидросульфат			
Сумма		78.71	50.0
Кремнекислота	125.0		
Сухой остаток при 105°C	4272.0		

Комбинация солевого состава

Хлористый	литий	Г/литр
«	калий	0.0302
„	натрий	0.1520
Бромистый	„	0.5996
Иодистый	„	не обнаружен
Сернокислый	„	0.0005
Двууглекислый	„	0.6213
„	кальций	2.3033
„	стронций	1.6618
„	магний	0.0230
„	железо	0.6329
„	марганец	0.0128
		не обнаружен

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



Дебит источника 120 000—150 000 л/сутки. Температура воды 15°C.

На месте выхода устроен из камня круглый бассейн диаметром в 4 м.

В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 39.

По данным Л. А. Оганесова [34], «район минеральных вод носит название Хозлудара. По дороге из Аяра очень часто попадаются обильные скопления известкового туфа по следам ныне исчезнувших минеральных вод. Минеральный источник бьет на правом берегу ущелья ключом из нескольких выходов со дна широкого бассейна в 6 м в диаметре, окруженного сухой каменной кладкой. В воде происходит обильное отделение углекислого газа; на вкус она довольно приятная, щелочно-углекислая. Дебит 86 400 л/сутки. Температура источника 19°C при температуре воздуха 26°C.

Дно бассейна покрыто густым слоем ила. По словам крестьян, лет 20 тому назад источник бил фонтаном на высоту в 2 м, и бассейн был так глубок, что пользоваться им было опасно; ввиду означенного крестьяне засыпали камнями дно бассейна, что повело за собой значительное падение высоты струи и дебита минеральной воды. Грунт в районе выхода минеральной воды состоит из известкового туфа, покрывающего мощным пластом берег горной речки, к которому спускаются сталактиты, образуемые осадками минерального источника. По берегу речки с обеих сторон стекают маленькими струйками минеральные воды, приблизительно тех же свойств, что и вода главного источника».

Источники у с. Арени (№ 70—72). В пределах рассматриваемого района получают развитие в основном карбонатные породы палеозоя, мела и третичные. Указанные отложения несут ряд крупных нарушений сбросового типа общекавказского простиранья.

Крайней южной структурой является Мегридагская антиклиналь, сложенная пермскими известняками (по К. Н. Паффенгольцу — карбоновыми). Последняя, по данным Р. А. Аракеляна [4], поднята и частично надвинута на юго-западное крыло следующей за ней синклинали, сложенной верхнемело-

Таблица 39

Химический анализ воды источника Агаракадзор (Гандзак) (№ 69)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль %
Ион литий			
• натрий		5.46	9.1
• калий		0.09	0.1
• магний	68.3	5.69	9.1
• кальций	396.2	19.81	31.5
• стронций	не опр.		
• железо	3.0	0.11	0.2
Сумма		31.16	50.0
Ион хлор	28.4	0.80	1.3
• бром	не опр.		
• иод			
• сульфат	10.5	2.19	3.5
• бикарбонат	1718.0	28.17	45.2
• гидросульфат	не опр.		
Сумма		31.16	50.0
Кремнекислота			
Сухой остаток при 105°C	1537.3		

Комбинация солевого состава

		Г/литр
Хлористый	литий	—
•	калий	0.0067
•	натрий	0.0416
Бромистый	•	не опред.
Иодистый	•	
Сернокислый	•	0.1555
Двууглекислый	•	0.2150
•	кальций	1.6046
•	стронций	не опред.
•	магний	0.4154
•	железо	0.0097
•	марганец	не опред.
Кремневая кислота		0.0456
Свободная углекислота		1.790
Показатель концентрации водородных ионов		6.5

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова;

$$M_{1.5} \frac{HCO_{90.4}^3}{Ca_{63} Mg_{18.2} Na_{18.2}} T_{15}^0 D_{1500.0}$$

выми мергелистыми известняками и третичными брекчированными известняками.

Следующей за синклиналью структурой является снова антиклиналь, сложенная верхнемеловыми отложениями, причем ее юго-западное крыло сброшено.

К зоне указанных нарушений приурочены травертиновые щиты, сопутствующие выходам зарегистрированных минеральных вод. Последние, по данным Р. А. Аракеляна, могут быть подразделены на три группы.

I группа. Источник «Досаджур» № 70.

Расположен на правом берегу р. Арпа, в 2,5 км от с. Арени (вниз по реке) и в 200 м от уреза воды.

Выход источника представляет собой маленькое озерко (10×5 м) глубиной до 0,8 м. Дно озерка покрыто мелкой, полукатанной галькой палеозойских и меловых пород. Вода с пузырьками газа поднимается со дна озерка и, вытекая из последнего, вливается в р. Арпа. Вода прозрачная, без цвета и запаха. Вблизи озерка обнажаются отдельные глыбы галечника, сцементированного травертином.

В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 40.

II группа. Источники Арени № 71.

Расположены в 3 км от с. Арени, вниз по реке и в 300 м от шоссеной дороги Арени — Норашен.

У реки обнажается мощный травертиновый щит, который в настоящее время ею пропилен. Из-под покрова травертина как на правом, так и на левом берегу, вблизи от уреза воды (0,5—5 м) фиксируется ряд выходов минеральных вод.

На правом берегу насчитывается 3 выхода и на левом 5. Все они расположены на расстоянии 5—30 м друг от друга.

Вода чистая, прозрачная, без цвета и запаха. В химическом отношении вода характеризуется данными, приведенными в табл. 41.

III группа. Источники Арени № 72.

Указанная группа источников выходит в небольших балочках, расположенных в 2 км от с. Арени (вниз по реке), на правом берегу.

Всего выходов воды четыре; на берегу реки они образуют

Таблица 40

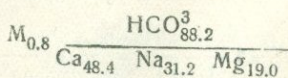
Химический анализ воды источника Косаджур (Арени) (№ 70)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий	не опр.		
• натрий	0.126	5.27	16.6
• калий	не опр.		
• магний	0.039	3.20	8.5
• кальций	0.164	8.18	24.2
• стронций			0.2
• железо	0.002	0.07	0.5
Сумма		16.87	50.0
Ион хлор	0.016	0.45	1.3
• бром	не опр.		
• иод	0.0007	0.004	
• сульфат	0.074	1.54	4.6
• бикарбонат	0.914	14.88	44.1
• гидросульфат			
Сумма		16.87	50.0
Кремнекислота			
Сухой остаток при 105°C	0.880		

Комбинация солевого состава

Хлористый	литий	Г/литр
"	калий	не опр.
"	натрий	0.0263
Бромистый	"	не опр.
Иодистый	"	
Сернокислый	"	0.1098
Двууглекислый	"	0.2755
"	кальций	0.6676
"	стронций	не опр.
"	магний	0.2336
"	железо	0.0067
"	марганец	не опр.
Кремневая кислота		"
Свободная углекислота		"

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



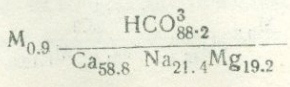
Химический анализ воды источника Арени (№ 71)

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливалы %
Ион литий	0.034	3.41	10.7
" натрий			
" калий	0.037	3.04	9.4
" магний	0.186	9.28	29.4
" кальций			
" стронций			
" железо	0.003	0.10	0.3
			0.2
Сумма		15.78	50.0
Ион хлор	0.016	0.45	1.4
" бром	не опр.		
" иод	0.0007	0.004	—
" сульфат	0.068	1.41	4.5
" бикарбонат	0.854	13.92	44.1
" гидросульфат			
Сумма		15.78	50.0
Кремнекислота			
Сухой остаток при 105°С	0.870		

Комбинация солевого состава

Хлористый	литий	Г/литр
"	калий	не опр.
"	натрий	0.0263
Бромистый	"	не опр.
Иодистый	"	
Сернокислый	"	0.1001
Двууглекислый	"	0.1802
"	кальций	0.7517
"	стронций	не опр.
"	магний	0.2219
"	железо	0.0088
"	марганец	не опр.
Кремневая кислота	"	"
Свободная углекислота	"	"

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



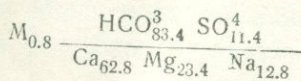
Химический анализ воды источника Арени (№ 72) Таблица 42

Ионная форма	Мг в литре	Милливали	Милливаль ‰
Ион литий			
натрий	0.0089	1.75	6.4
калий	не опр.		
магний	0.039	3.20	11.7
кальций	0.174	8.68	31.4
стронций			
железо F ^{III}	0.002	0.07	0.3
F ^{II}			0.2
Сумма		13.80	50.0
Ион хлор			
бром	0.025	0.70	2.5
иод	не опр.		
сульфат	0.0007	0.004	0.1
бикарбонат	0.075	1.56	5.7
гидросульфат	0.708	11.54	41.7
Сумма		13.80	50.0
Кремнекислота			
Сухой остаток при 105°C	0.843		

Комбинация солевого состава

	Г/литр
Хлористый литий	не опр.
калий	
натрий	0.041
Бромистый	не опр.
Иодистый	
Сернистый	0.0746
Двууглекислый	не опр.
кальций	0.6612
стронций	не опр.
магний	0.2336
железо	0.0062
марганец	0.0089
Кремневая кислота	не опр.
Свободная углекислота	
Показатель концентрации водородных ионов	

Выражение анализа по формуле М. Г. Курлова:



болото, поросшее камышом. Дебит источников определить затруднительно.

Л. А. Оганесов, характеризуя описанные источники, сообщает следующее:

«Источники при половодье остаются под водой и ясно обозначаются лишь тогда, когда воды в русле р. Арпа немного. Лишь один из источников, расположенный посередине, имеет более высокий уровень. Дебит воды определить трудно ввиду расположения источников в русле речки, но на глаз он очень большой. Температура 22°C, одинаковая во всех трех источниках. По вкусу вода слабо минерализованная, известково-щелочная, выделения газа не заметно. На берегу р. Арпа имеются большие отложения известкового туфа, свидетельствующие о былой мощи этих источников. У населения источники эти называются «Косаджур», т. е. чесоточная вода. Окрестные крестьяне приезжают сюда для лечения чесотки, пьют и купаются в этой воде» [34]. Химический состав воды источника представлен в табл. 42.

Этим исчерпывается описание минеральных источников бассейна р. Арпа. Возможно, что найдутся и еще выходы минеральной воды, которые не учтены в настоящем очерке, но несомненно, что в нем охвачены главные источники, наиболее характерные, типичные как по своему химизму, так и по условиям появления на дневную поверхность.

И, несмотря на их кажущееся глубокое разнообразие, при разборе их химического состава и увязке его с литологией пород и условиями выхода, можно набросать достаточно стройную схему их зарождения.

V. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Пресные воды. Сюда, как отмечалось выше, нами отнесены воды лавовых покровов и воды, связанные с делювиальными наносами. Указанные воды, по Н. К. Игнатовичу, принадлежат к зоне свободного водообмена с земной поверхностью и условия их залегания полностью соответствуют положениям, выдвигаемым В. А. Сулиным, т. е. «а) водоносные пласты целиком или выходят на земную поверхность, или перекрыты хорошо проницаемыми породами; они лишены водупорной кровли и несут в себе безнапорные воды, б) водоносные пласты залегают выше базиса местной эрозии» [50].

Этим условиям полностью удовлетворяют воды трещиноватых покровов лав и воды делювиальных наносов. Первые занимают огромные площади в северо-восточной и частично северной части района, располагаясь на высоких абсолютных отметках. Вторые расположены на пологих склонах вершин, на плато и у подножья склонов ущелий и долин.

В химическом отношении эти воды обладают, обычно, ничтожной минерализацией, достигающей максимально 80—100 мг/литр. В основном она идет за счет ионов HCO_3 и Ca^{++} что является характерным показателем для всех вод, связанных с лавовыми покровами.

Воды бесцветны, без запаха, прозрачны, приятны на вкус и обладают, таким образом, всеми лучшими качествами питьевых вод. Жесткость их незначительна. Температура низкая и колеблется от 5 до 12°C , что связывается с абсолютными отметками выхода источника.

С понижением выхода воды на дневную поверхность несколько меняется и общая минерализация воды в сторону ее увеличения, однако тип воды сохраняется.

Минеральные воды. С целью четкой и ясной классификации минеральных вод бассейна р. Арпа, а также выяснения некоторых их генетических закономерностей, все источники подразделены нами на четыре группы как по химическому составу, так и по связи их с той или иной литологической группой пород и геологической обстановкой вообще.

Как было отмечено выше, указанные воды отнесены нами к зоне затрудненного водообмена, т. е. приурочены к горизонтам, расположенным на значительной глубине и перекрытым мощным покровом вышележащих пород. Выходы воды расположены друг от друга на значительном расстоянии, и появление их на дневной поверхности приурочено в основном к тектоническим нарушениям и разрывам при неплохой фильтрующей способности пород.

Характерной особенностью вод зоны затрудненного водообмена с поверхностью, как отмечает В. А. Сулин [50], является их повышенная минерализация. Большинство рассматриваемых источников, надо полагать, связано с карбонатной толщей верхнего мела, получающей, по-видимому, широкое развитие в пределах исследуемого района, и с карбонатной фацией палеоцен - нижнего эоцена, представленной известняками и песчаниками при явном преобладании последних.

К первой группе нами отнесены источники Салли № 1 и 2, Кишлаг № 3, Артабун № 6, Агаракадзор № 69 и группа источников у сс. Арени — Косаджур № 70, Арени № 71 и Арени № 72.

Все эти источники расположены на северо-западной, западной и юго-западной окраинной части рассматриваемого района в высоких водораздельных частях (за исключением источников у с. Арени) горных хребтов, оконтуривающих бассейны р. Арпа.

Источники у с. Салли № 1 и 2, у с. Кишлаг № 3 и Артабун № 7 находятся на южном склоне Варденисского (Южно-Севанского) хребта и приурочены к покровам эоценовых туффитов, перекрывающих верхнемеловые известняки, обнажающиеся несколько севернее и северо-западнее, в наиболее высокой части водораздела.

В аналогичных условиях выходит источник Агаракадзор № 69, находящийся на северном склоне Вайоцзорского (Да-

ралагезского) хребта. Он связан с той же эоценовой свитой, перекрывающей верхнемеловые породы, образующие вершинную часть водораздельного гребня.

Наконец, источники у с. Арени, как было отмечено выше, приурочены к крупным тектоническим нарушениям, приводящим к контакту породы палеозоя и мела. Воды выходят непосредственно из меловых отложений.

Обращаясь к химической характеристике этих вод, представленной в виде формул М. Г. Курлова (см. табл. 43), легко видеть, что все они, несмотря на свою территориальную разобщенность, принадлежат к единому типу воды, гидрокарбонато-хлоридному, кальциево-натриево-магниевому, а ориентируясь на главнейшие компоненты, гидрокарбонатно-кальциевому.

Наиболее типичными и характерными для вод, связанных с карбонатными породами, являются воды источников у с. Арени, выходящие непосредственно из меловых отложений. Их сухой остаток достигает 843—880 мг/л.

Анионы в подавляющем количестве представлены бикарбонатами, составляющими более 88% (708—914 мг/л). Максимальное количество сульфатов составляет 11,4% (75 мг). Хлор содержится в ничтожном количестве (до 25 мг/л). Среди катионов первое место занимает ион кальция, содержание которого доходит почти до 62,8% (200 мг/л). Ион магния в количественном отношении максимально составляет 23,4% (39 мг). Ион натрия колеблется в значительных пределах—от 12,8 до 31,2% (34—126 мг/л).

Отмечаемые количественные перемещения в катионном составе этих вод находят себе объяснение в обменных реакциях, протекающих, по-видимому, при циркуляции вод источников №№ 70, 71 и 72.

В основном своим химическим составом эти воды обязаны, надо полагать, карбонатным породам верхнего мела, обнажающимся или непосредственно на земной поверхности, или перекрытыми вулканогенно-осадочной толщей эоцена.

Таковую же по своему химическому составу воду дает источник в ущелье Агаракадзор (№ 69).

Несмотря на то, что выход источника приурочен к свите эоценовых пород, его вода имеет типичный гидрокарбонатно-

Химический состав

минеральных вод I группы по формуле М. Г. Курлова

Салли № 1	$M_{1.9} \frac{HCO_3^{74.8} Cl_{22.8}}{Ca_{55.4} Na_{32.6} Mg_{10.4}} T_{19}^0$
Салли № 2	$M_{1.9} \frac{HCO_3^{75.2} Cl_{22.2}}{Ca_{55.6} Na_{31.0} Mg_{11.8}} T_{19}^0$
Кишлаг № 3	$M_{1.3} \frac{HCO_3^{74.0} Cl_{17.6}}{Ca_{57.2} Na_{23.2} Mg_{17.0}} T_{18.5}^0$
Артабун № 7	$M_{1.8} \frac{HCO_3^{70.4} Cl_{25.0}}{Ca_{57.2} Na_{32.8}}$
Агаракадзор № 69	$M_{1.5} \frac{HCO_3^{90.4}}{Ca_{63.0} Na_{18.2} Mg_{18.2}} T_{20}^0$
Арени-Косаджур № 70	$M_{0.9} \frac{HCO_3^{88.2}}{Ca_{48.4} Na_{31.2} Mg_{30.0}} T_{21}^0$
Арени (левый берег) № 71	$M_{0.9} \frac{HCO_3^{88.2}}{Ca_{58.8} Na_{21.4} Mg_{19.2}} T_{20}^0$
Арени (правый берег) № 72	$M_{0.8} \frac{HCO_3^{83.4} SO_4^{11.4}}{Ca_{62.8} Mg_{23.4} Na_{12.8}} T_{22}^0$

кальциевый облик, характерный для той же известняковой толщи верхнего мела, подстилающей эоценовые отложения. Количество гидрокарбонатов в его воде достигает 90,4%, сульфатов 7%, хлора 2,6%.

Из катионов доминирующее положение занимает Ca^{++} , составляющий 63%, Na^+ и Mg^{++} содержатся в количестве 18,2%.

Значительно возрастает общая минерализация вод в сравнении с источниками у с. Арени, достигая 1537 мг/л, что теснейшим образом связывается с обилием выделяющейся углекислоты, обеспечивающей интенсивное выщелачивание карбонатов кальция.

К этой же группе минеральных вод нами отнесены и минеральные источники, выходящие у северной границы бассейна, в районе сс. Салли (№ 1 и 2) и Кишлаг (№ 3). Судя по приведенным выше химическим анализам, эти воды также относятся к типу гидрокарбонатно-хлоридно-кальциево-натриево-магниевому. Количество гидрокарбонатов в водах доходит

почти до 75%, содержание Cl^- колеблется от 17,6 до 22,8%. Среди катионов первое место занимает Ca^{++} — 57,2% (Кишлаг) (почти это же количество сохраняется в водах Салли — 55,6%). Второе место занимает Na^+ его количество лежит в пределах от 23,2 до 32,6% и, наконец, Mg^{++} — колеблется от 10 до 17%.

Как видно, приведенные колебания в количественном содержании ионов в этих водах невелики и воды, несомненно, принадлежат к одному типу.

Сравнивая их с водами Арени, Агаракадзор, легко видеть, что они довольно близки друг к другу, повторяя и порядок расположения анионов и катионов и их количественные соотношения. Лишь один из анионов — Cl^- в воде источников Салли дает повышенное значение, доходя до 22,8%. Оставляя сейчас этот момент несколько в стороне, сделаем один естественно напрашивающийся вывод — об общности этих вод с водами Арени и Агаракадзора.

Наконец, к описанной группе относится еще один источник Артабун № 7, расположенный несколько юго-западнее, в ущелье одноименной реки.

Сохраняя тот же гидрокарбонатно-кальциевый тип, источник увеличивает в своем составе количество ионов хлора и натрия.

Наличие хлористого натрия в туфопесчаниках (эоцено-олигоцен ?) в Горисском районе, близ с. Маганджук, констатирует И. Г. Магакьян [28]. Не исключается возможность, что аналогичные скопления хлоридов присутствуют и в области развития вулканогенно-осадочной эоценовой толщи в границах Азизбековского района, за счет которых описанные воды черпают свою минерализацию.

Вторая наиболее многочисленная группа источников включает в себя источники: Элегис № 9, Элегис № 9а, Шатин № 10, Булакляр № 12, Мамарза № 62, Сойлан (у дороги) № 64, Сойлан (у реки) № 65, Дайлахлу № 66, Малишка (у дороги) № 67 и Малишка (за селением) № 68.

Все эти источники находятся в основном на южных и западных отрогах массива Теке-Долдуран (слагающего центральную часть бассейна), на правом берегу р. Арпа.

Все они, судя по своему химическому составу (см. табл. 44), относятся к одному типу вод, который может быть характеризован, как гидрокарбонатно-хлоридно-натриево-кальциево-магниевый.

Данная группа вод, как нам кажется, будучи теснейшим образом связанной с водами вышеописанной (первой) группы, является по своему химическому составу результатом дальнейшей метаморфизации этих вод.

Остановимся на химическом составе этих вод.

Максимального количества среди анионов достигают гидрокарбонаты, доходя в воде источника Сойлан № 64 до 81,6% и падая в источниках Элегис № 9 и Булахляр № 12 до 54,6%.

Значительное количество составляет Cl^- , достигая в воде источника Элегис № 9 36,6% и снижаясь в источниках Сойлан № 64 и Малишка № 67 до 10%.

Группа SO_4^{2-} в данных водах занимает второстепенное место, не превышая в большинстве случаев и 10%, за исключением источников Шатин № 10, где количество SO_4^{2-} составляет 19,6%, Булахляр № 12—15,8% и Малишка № 67 (у дороги) — 31,6%.

Из катионов первое место занимает Na^+ , содержание которого в воде источника Булахляр № 12 доходит до 70%, минимальное количество приходится на источник Дайлахлу № 66, где оно падает до 37,4%. Следующее место принадлежит Ca^{2+} при наиболее высоком его содержании, в 43,4%, в источнике Сойлан № 65, и наименьшем, в 17,8%, в источнике Булахляр № 12. Содержание Mg^{2+} колеблется от 17,6 в источнике Дайлахлу № 66 до 9% в источнике Булахляр № 12.

Сравнивая приведенные цифры с результатами химических анализов вод предыдущей группы, легко убедиться, что все имеющиеся изменения идут по анионам в основном за счет уменьшения гидрокарбонатов и дальнейшего увеличения хлора, а по катионному составу за счет резкого увеличения натрия и снижения кальция. Количество магния колеблется в одних и тех же пределах.

Наконец, третью группу минеральных источников составляют источники Горбатех № 4, Артабун № 5 и 6 и источник Каладарасу № 11.

Судя по химическому составу этих вод (см. табл. 45), можно прийти к заключению, что они являются представителями последующего этапа тех химических процессов, которые протекают в обстановке второй группы.

Намечается дальнейшее обеднение гидрокарбонатами, содержание которых падает до 43,6% (Горбатех), и кальцием, количество которого уменьшается до 15,2% (Горбатех), но одновременно идет нарастание Cl и Na .

По-видимому, процессы выпадения карбонатов кальция происходят в данной обстановке еще в больших масштабах и, наоборот, идет накопление хлоридов натрия и сернокислого натрия.

Надо полагать, что затруднения, возникающие при водообмене на данных участках в силу их тектонического строения, проявляются наиболее сильно, что и влечет в отдельных случаях увеличение общей минерализации до 10 г/л (Горбатех), а также изменение химического облика самой воды.

Обособленную **четвертую группу вод** составляют источники Джермука.

Как было отмечено ранее, эта большая группа источников расположена в верховье р. Арпа. Геологические условия: наличие вулканогенного олигоцена и прорывающих его интрузивных массивов гранодиорита, наличие признаков оруденения и, наконец, следов позднейшей вулканической деятельности, кладут свой специфический отпечаток на условия формирования джермукских терм, обособляя их в самостоятельную, чрезвычайно интересную группу вод или месторождений, по терминологии А. М. Овчинникова.

Остановимся на их химической характеристике.

Первое, что наглядно видно из приложенных таблиц анализов, это общность всей рассматриваемой группы вод. Все они относятся, согласно классификации, принятой IV Гидрогеологическим курортным совещанием при НКЗДраве РСФСР в 1930 г., к V классу, водам сложного состава — гидрокарбонатным, сульфатно-натриевым (за исключением источника у с. Кечут, который может быть отнесен к гидрокарбонатным, сульфатно-натриево-кальциевым).

Общая минерализация вод сравнительно невысока и достигает максимума 3,8 г сухого остатка на литр в воде скв. № 9.

Минимальная минерализация падает на источник у с. Кечут и воду скв. № 7, достигая всего 1,2—1,3 г/л. Все остальные воды в отношении минерализации занимают промежуточное положение, в чем, несомненно, сказывается опресняющее влияние подмешивающихся грунтовых вод.

Среди группы анионов доминирующее положение занимает HCO_3^- , достигая в воде источника Дали 67,2%. Значительной величины достигает эта же группа в водах источников у с. Кечут №№ 18(4), 19(5), 21(7), колеблясь от 64,8 до 60,2%, в то время как в остальных источниках этот анион составляет от 51,8 до 50,9%.

Второе место среди анионов занимает группа SO_4^{2-} , содержание которой колеблется от 21,6 [источник № 19(5)] до 34,4% [источник № 18(4)]. Исключение составляет источник Дали, у которого второе место среди анионов занимает хлор, достигая 18,4%, а группа сульфатов составляет всего 13,4%.

Третье место занимает хлор при максимальном значении в 22,2% [источник № 50(36)] и минимальном 5% [источник № 71(7)].

Последнее место принадлежит группе гидрофосфатов. Последняя обнаружена не у всех источников, максимальное ее значение достигает 1% в воде источника Дали, в остальных количество HPO_4^- составляет десятые доли процента.

Переходя к группе катионов, необходимо отметить следующее. Доминирующее положение занимает ион натрия, содержание которого достигает 81,4% (источник у 1-го травертинового купола), минимальное содержание его равно 43,6% [в воде источника № 19(5)]. Среднее содержание иона натрия по основным скважинам №№ 1, 4, 9, 7 и источнику № 50(36) составляет 73,3%.

Следующее место за натрием занимает кальций, составляя в численном отношении от 9,8 (источник у 1-го травертинового купола) до 36,4% [источник № 19(5)], а по основным источникам и скважинам №№ 1, 4, 9, 7 и источнику № 50(36) до 14,3%.

Ион магния занимает место непосредственно за кальцием, составляя от 4,65 (скважина № 7) до 15,4% [источник № 18(4)]. По основным скважинам №№ 1, 4, 9 и источнику № 50(36) содержание магния доходит в среднем почти до 10%.

Химический состав

минеральных вод II группы по формуле М. Г. Курлова

Элегис № 9	$M_{0,4} \frac{HCO_3^{3.6} Cl_{36.6}}{Na_{48.8} Ca_{42.2}}$
Элегис № 9а	$M_{2,3} \frac{HCO_3^{57.6} Cl_{35.8}}{Na_{54.2} Ca_{30.2} Mg_{10.0}}$
Шатин № 10	$M_{2,4} \frac{HCO_3^{58.8} Cl_{21.6} SO_4^{19.6}}{Na_{49.0} Ca_{34.6} Mg_{12.8}}$
Булахляр № 12	$M_{2,8} \frac{HCO_3^{54.6} Cl_{29.6} SO_4^{15.8}}{Na_{70.0} Ca_{17.8} Mg_{9.0}}$
Мамарза № 62	$M_{3,7} \frac{HCO_3^{71.2} Cl_{24.4}}{Na_{51.0} Ca_{34.8} Mg_{11.6}}$
Сойлан (у дороги) № 64	$M_{3,9} \frac{HCO_3^{81.6} Cl_{10.0} SO_4^{8.4}}{Na_{48.6} Ca_{37.2} Mg_{13.6}}$
Сойлан (у реки) № 65	$M_{2,2} \frac{HCO_3^{75.2} Ca_{16.4} SO_4^{8.4}}{Na_{44.0} Ca_{43.4} Mg_{11.8}}$
Дайлахлу № 66	$M_{1,8} \frac{HCO_3^{69.6} CO_3^{21.4} Cl_{9.0}}{Na_{37.4} Ca_{37.4} Mg_{17.6}}$
Малишка (у дороги) № 67	$M_{3,2} \frac{HCO_3^{58.0} SO_4^{31.6} Cl_{10.4}}{Na_{50.1} Ca_{33.4} Mg_{15.8}}$
Малишка (за селением) № 68	$M_{4,3} \frac{HCO_3^{72.2} Cl_{16.6} SO_4^{11.2}}{Na_{59.0} Ca_{26.0} Mg_{11.0}}$

Химический состав

минеральных вод третьей группы

Горбатех № 4	$M_{10,4} \frac{HCO_3^{43.6} Cl_{43.4} SO_4^{13.0}}{Na_{79.4} Ca_{15.2}}$
Артабун № 5	$M_{2,0} \frac{Cl_{49.2} HCO_3^{44.0}}{Na_{57.2} Ca_{32.8}}$
Артабун № 6	$M_{6,7} \frac{Cl_{54.6} HCO_3^{36.2} SO_4^{9.0}}{Na_{78.8} Ca_{16.6}}$
Каладарасу № 11	$M_{2,8} \frac{Cl_{46.2} HCO_3^{41.0} SO_4^{12.6}}{Na_{67.0} Ca_{18.8} Mg_{11.6}}$

Исключение составляет источник Кечут, в воде которого содержание магния достигает 31%.

Большое значение имеет наличие в воде иона калия, содержание которого фиксируется во всех водах и колеблется от 0,8 [источник № 33 (19)] до 3,8% в воде источника № 50 (36).

В воде основных скважин №№ 1, 4, 9 содержание калия составляет 3,6%.

В десятых долях процента в воде источников констатируется наличие ионов Li, Sr, Mn и Fe.

Значительный интерес представляет содержание микроэлементов в минеральной воде Джермук. Сюда нами отнесены F, B и J.

Первые два элемента характерны обычно для вод, приуроченных к областям с недавно угасшим вулканизмом, и с этой точки зрения их присутствие проливает свет и на происхождение джермукских терм.

Необходимо отметить, как это видно из табл. 46, что количество фтора в воде Джермук достигает значительно большего значения, чем это имеет место в водах источников Железноводской группы, и уступает Боржому.

Аналогичное положение наблюдается и в отношении бора, причем среди упомянутых источников вода Джермукской скв. № 9 занимает первое место.

Среднее содержание иода достигает в воде скв. № 9 0,003 мг/л.

Фтор и бор, как отмечает Н. В. Тагеева [51], можно соединить в одну группу, характерную для углекисло-щелочных вод, связанных с вулканизмом. Эта группа может служить одним из руководящих признаков при классификации природных вод.

В заключение коснемся состава спонтанных газов в минеральной воде Джермук, определенных Н. В. Тагеевой по скв. №№ 1 и 9.

Как это наглядно видно из прилагаемой табл. 47, в газовом составе подавляющее количество составляет CO_2 , содержание которого достигает 99,8%. Азот в сумме с редкими газами составляет всего 0,2%, из которых на долю аргона падает 0,006—0,007% и гелия 0,001%.

Таблица 46

Содержание фтора и бора в минеральных водах Джермук

Название источника	С осаджением		С перегонкой	Среднее
	1	2		
Джермук				
Скважина № 1	2.15×10^{-3}	2.06×10^{-3}	2.01×10^{-3}	2.07×10^{-3}
„ № 9	2.38×10^{-3}	2.19×10^{-3}	2.13×10^{-3}	2.23×10^{-3}
Название источника	С содержанием			Среднее
	1	2		
Джермук				
Скважина № 1	8.27×10^{-3}	8.09×10^{-3}		8.18×10^{-3}
„ № 9	9.35×10^{-3}	10.07×10^{-3}		9.71×10^{-3}

Таблица 47

Состав спонганных газов минеральных вод Джермук

№ скважины	Объемные %			
	CO ₂	N + редк.	Ar	He
1	99.8	0.2	0.007	0.001
9	99.8	0.2	0.006	0.001
Выход газа у скв. № 9	98.8	1.2	0.023	0.001

Несколько повышенное содержание азота и аргона наблюдается у газа, выходящего из земли у скв. № 9, что, по-видимому, связывается с некоторым обогащением поверхностной части земли за счет газовой составляющей атмосферы.

Таким образом, приведенные данные позволяют воды Джермука отнести по газовому составу к типу углекислых.

Все изложенное, а также прилагаемый аналитический материал и гипотетические солевые комбинации убедительно говорят о том, что воды Джермукской группы представляют собой ясно выраженный постоянный один тип воды, интересный и редкий по своему солевому составу.

Совершенно отдельно от всех источников фиксируется выход воды у подножья г. Сарцали (Сарьерсырчали) в 10 км к северо-западу от Джермукской группы источников. Для этих вод можно полностью привести определение, данное В. А. Сулиным [50].

«Эта группа кислых вод содержит в своем составе сульфаты алюминия, железа, тяжелых металлов, а иногда и свободные сернистую и серную кислоты. Воды подобного состава образуются при дренаже пиритоносных фаций осадочных пород или рудных скоплений сульфидов тяжелых металлов, в условиях окислительной обстановки верхней оболочки земной поверхности и небольших глубин залегания соответствующих фаций пород. Эти воды носят также наименование квасцевых вод и обладают резко выраженным сульфатным характером» [50].

Конкретно в нашем случае, судя по ряду данных, мы имеем дело с дренажем сульфидного оруденения.

Необходимо отметить еще один процесс, протекающий в поверхностной части источника — это восстановление сульфатов.

Последний протекает под влиянием органической среды у выхода.

Этот источник несомненно представляет большой интерес как в отношении состава воды, так и в связи с возможным оруденением на глубине.

В заключение необходимо упомянуть еще об одном, несколько обособленном источнике, расположенном в верховье р. Элегис—Гедыкванк 2. Его воды, как это видно из табл. 8, принадлежат к типу гидрокарбонатных, кальциево-натриевых, причем среди анионов гидрокарбонаты получают исключительное развитие, сульфаты присутствуют в виде следов, на долю хлора приходится лишь 3,6%.

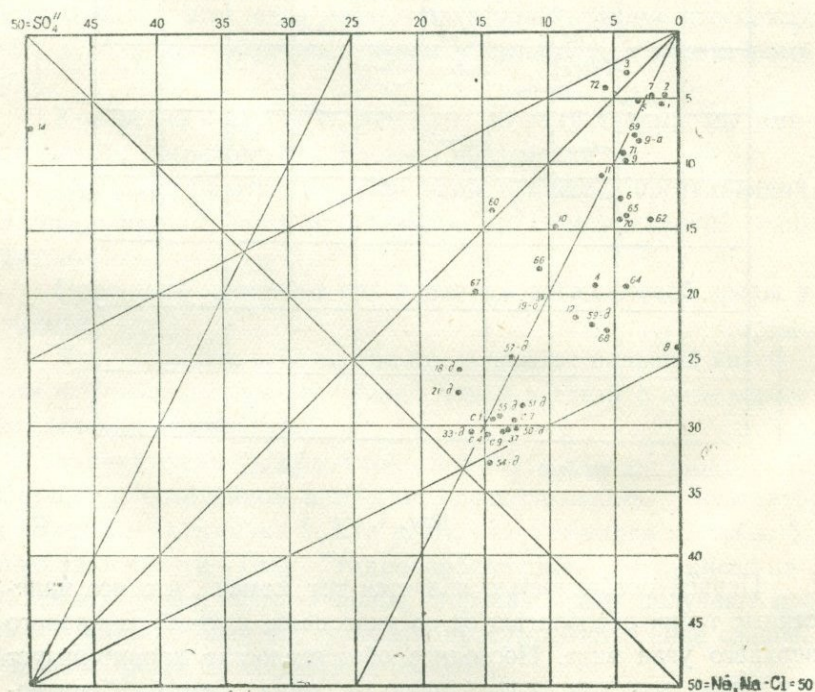
Среди катионов натрия и кальций представлены почти одинаковыми количествами, при некотором преобладании натрия (до 52% против 40,8%). Содержание магния достигает 7,2%.

Все приведенные материалы по минеральным водам позволяют сделать некоторые обобщающие выводы, представленные в виде графиков.

Самостоятельную, хорошо выраженную компактную группу источников составляет Джермукская, охарактеризованная как гидрокарбонатно-натриевая, лежащая посредине графика, у его левого края.

Ниже со значительным, но постоянным разносом точек располагается группа наиболее минерализованных хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевых источников.

Наконец, большую группу составляют источники, располагающиеся между первыми гидрокарбонатно-кальциевыми и последними — хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевыми.



Фиг. 5.

Таким образом, предлагаемый график Толстихина весьма наглядно обрисовывает характер и тип минеральных вод рассматриваемого района.

Очень много раскрывает в вопросе формирования вод генетический график Л. А. Сулина (фиг. 5).

Как видно из последнего, воды бассейна р. Арпа представляют единое гидрогеохимическое поле, по В. В. Штильмарку, или, может быть, вернее единую «гидрогеохимическую зону», по А. М. Овчинникову [33].

Данные химических анализов располагаются в нижнем поле, соответствующем континентальной обстановке гидрокарбонатно-натриевого типа.

На графике четко вырисовывается нарастание сульфатов у группы источников, в частности, наибольшим содержанием сульфатов отличаются воды Джермука (источники №№ 188, 21д, 33д, 60д, 57д, 55д, скв. №№ 1, 4, 7 и 9).

Источник № 14, располагающийся на линии АВ, в своем составе содержит, по-видимому, только соли серной кислоты.

По мере движения вниз от верхней оси повышается значение $\text{Na}-\text{Cl}$, в составе вод появляется избыточное количество ионов натрия, остающееся от числа эквивалентного хлоридам и связывающееся с сульфатами и гидрокарбонатами, причем в основном, как это видно из графика, получают развитие гидрокарбонаты натрия, максимальное количество которых падает на Джермукскую группу.

Почти все источники на графике, за исключением №№ 3, 72 и 60д, лежат ниже линии ВО, соответствующей отношению $\frac{\text{Na}-\text{Cl}}{\text{SO}_4}$ и отвечающей границе существования вод сульфатно-натриевого и гидрокарбонатно-натриевого типов.

Таким образом, как отмечает В. А. Сулин, «принятые для построения генетического графика параметры позволяют последовательно проследить изменение содержания в водах сульфатов вообще и, в частности, сульфатов натрия, а также карбоната и бикарбоната натрия, от нулевых значений этих компонентов вплоть до предельных значений их накопления в водах» [50].

V. ГЕНЕЗИС ВОД

Чтобы сделать выводы по вопросу происхождения минеральных вод бассейна р. Арпа, необходимо сопоставить основные моменты, определяющие условия формирования этих вод.

К числу указанных моментов А. М. Овчинников относит в частности:

- 1) геологические структуры, в пределах которых формируется подземная вода;
- 2) геологические условия, определяющие глубину циркуляции воды;
- 3) гидрохимию подземных вод;
- 4) газоносность вод;
- 5) динамику и режим подземных вод, которые являются лучшими показателями условий их формирования [33].

Древнейшими породами, принимающими участие в строении бассейна р. Арпа, как было отмечено выше, являются отложения верхнего мела (сеноман, турон и сенон). Последние обнажаются в гребневых частях водораздельных хребтов на севере — Варденисского и на юге — Вайоцзорского, оконтуривающих бассейн. Условия залегания указанных пород, фиксирующееся падение северных выходов мела к югу и юго-западу, а южных к северо-востоку, позволяют с уверенностью прийти к выводу, что на всей площади бассейна под более молодой верхнеэоценовой толщей получают распространение те же отложения верхнего мела.

В литологическом отношении породы сеномана представлены песчаниками и известняками. В более высоких горизонтах наблюдаются светлые известняки турона, переходящие в мергели и известняки сенона. На юге эти отложения становятся песчанистыми. Видимая мощность меловых пород достигает 300 м. Перекрывающие их отложения эоцена представляют

собой пеструю вулканогенную толщу, выраженную аггломератовыми и кристаллическими туфами, туфоконгломератами, туфобрекчиями, андезитами, туфогенами, песчаниками, мергелями и известняками.

Общая мощность их, по данным К. Н. Паффенгольца, достигает 2 км.

В пределах среднего и верхнего течения р. Арпа получает развитие вулканогенная толща олигоцен, сложенная разнообразным комплексом пород, начиная от базальтов до липаритов и обсидианов, включая все промежуточные разности. Общая мощность этой свиты достигает 2000 м, причем последняя, по данным К. Н. Паффенгольца, ложится трансгрессивно и несогласно на все более древние отложения. Вся толща описанных пород во многих местах прорывается рядом интрузивных массивов, представленных дифференциатами гранодиоритовой магмы.

В северо-восточной части бассейна р. Арпа, на высоких абсолютных отметках располагаются четвертичные лавовые покровы.

Как было отмечено выше, основной тектонической структурой бассейна р. Арпа является, по К. Н. Паффенгольцу, крупная антиклинальная зона, протягивающаяся почти через центр рассматриваемого района в северо-западном направлении.

Указанная антиклинальная зона представляет ряд складок и брахиантиклиналей, осложненных на крыльях мелкой второстепенной складчатостью.

Оси антиклинальных поднятий погружаются в юго-восточном направлении и, поднимаясь к северо-западу, выводят на дневную поверхность палеозойские и верхнемеловые известняки на отм. 2500—2700 м.

К северу от указанной основной структуры констатирована вторая антиклиналь, почти широтного направления, проходящая через район джермукских терм.

К юго-западу от той же центральной антиклинальной зоны также располагается ряд антиклинальных складок. Одна из них слагает левый берег р. Арпа, имеет то же северо-западное простирание с падением оси в юго-восточном направлении.

Наконец, в пределах рассматриваемого района К. Н. Паффенгольцем фиксируется еще крупная структурная единица

север-северо-восточного простирания, сложенная палеозоем и мелом, пересекаемая р. Арпа между сс. Арени и Юхари Данзик. Она оконтуривает бассейн р. Арпа (в пределах Армени) с запада.

Таким образом, в границах бассейна р. Арпа намечается ряд антиклинальных структур северо-западного простирания с поднимающимися шарнирами в том же направлении и погружением к юго-востоку.

Все они делят территорию бассейна на ряд синклинальных понижений, в некоторых случаях с трудом сообщаящихся между собой.

Синклинальные понижения, по-видимому, закрыты с запада и в силу погружения к юго-востоку открыты в этом же направлении.

Наличие трещиноватых карбонатных пород мела и низов эоцена, образующих достаточно мощную толщу, и условия их залегания создают все предпосылки для образования подземных напорных вод.

Проявлением последних являются многочисленные выходы минерализованных и минеральных источников. Питание их обеспечивается высокими участками Варденисского и Вайоцзорского хребтов, где в условиях значительных абсолютных отметок (200—2700 м) происходит инфильтрация гидротермов и конденсационных вод, которые, проникая на значительную глубину в силу характера залегания вмещающих пород, приобретают напорность.

Данная обстановка и литологический характер пород обуславливают основной химический тип подземных вод района — гидрокарбонатный.

Наличие вулканических очагов, связанных с позднейшей деятельностью, наличие глубоких тектонических нарушений обуславливают поступление и насыщение вод углекислотой, что, с одной стороны, увеличивает напорность вод, с другой, углекислота, являясь газовой составляющей гидрокарбонатных вод, увеличивает и активизирует их растворяющую способность. Это, в свою очередь, повышает минерализацию вод.

Другим фактором, сопутствующим последнему обстоятельству, является температура вод. Нужно отметить, что выходящие минеральные воды (исключая Джермукские термы,

приуроченные к карбонатной толще верхнемеловых и нижнетретичных отложений) имеют температуру у выхода от 19 до 24°. Можно считать, что воды этого горизонта обладают температурой порядка 25—30°, что, по-видимому, связано с глубиной их залегания.

Как отмечает Н. И. Толстихин [54] в своем докладе на конференции по химической географии вод в Молотове в 1949 г.:

«В природе артезианских вод наблюдается заметное ослабление значения воздействия внешних факторов. Оно особо ослабевает с возрастанием глубины. По-видимому, в глубоких частях артезианских бассейнов решающее значение приобретают внутренние и глубинные факторы воздействия. Проявления последнего наиболее отчетливо устанавливаются в некоторых южных артезианских бассейнах, где встречаются углекислые артезианские воды».

К числу таких важнейших глубинных факторов относится температура, обуславливающая растворимость солей, газов и, возможно, биохимические процессы.

Основными, типичными водами бассейна р. Арпа можно считать гидрокарбонатно-кальциевые. Это вполне убедительно подтверждается всем изложенным гидрохимическим материалом.

Нужно сказать, что С. А. Шукарев, предлагая свой метод систематизации химических анализов минеральных вод в виде специальной сетки, разделенной на 49 классов по главным шести компонентам (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), полагает, что воды хлоридно-натриевые (33-й класс), воды гидрокарбонатно-кальциевые (17-й класс) и сульфатно-кальциевые (45-й класс) представляют собой первичные воды — продукт простого выщелачивания.

В нашем случае, на графике № 6 это положение находит себе соответствующее подтверждение.

Из всех трех классов первичных вод — 17,33 и 45—химические анализы вод рассматриваемого района укладываются лишь в 17-й класс.

Нужно отметить, что воды, отнесенные к 18-му классу, по сути настолько близки к основной XVII группе, что попали в данную рубрику лишь по формальным условиям. Воды клас-

Mg	1	8	15	22	29	36	43
Ca	2	9	16	23	30	37	44
Mg							
Ca	3	10	17 69 Агаряка- дзар	24	31	38	45
Na	4 10 Шатин	11 18 Джермук 19 " " 21 " "	3 Кишлаг 8 Гябул-ванк 39 Дали 64 Солян	1 и 2 Сялли 5 Артабун 7 " " 9 Элегис 9-а " " 10 Шатин 62 Мамарза	32	39	46
Ca		66 Дайлахлу 67 Малишка	68 Малишка 71 Арени				
Na	5 50 Джермук	с 1 Джермук с 4 " " с 7 " " с 9 " " 33,37 " " 54,54 " " 55,57 " "	19 ↓ ↑	26 4 Горбатех 6 Артабун 11 Каладарасу 12 Булахляр	33	40	47
Na	6	13 60 Кечут	20 10 Касиджур 72 Арени	27	34	41	48
Ca							
Mg							
Na	7	14	21	28	35	42	49
Mg							
	HCO ₃ , Cl, SO ₄	HCO ₃ , SO ₄	HCO ₃	HCO ₃ , Cl	Cl	Cl, SO ₄	SO ₄

Фиг. 6.

сов 25 и 26-го являются продуктом последующей метаморфизации.

Воды Джермукской группы, относимые к 11 и 12-му классам, занимают особое место.

Остановимся на путях метаморфизации выявленных первичных гидрокарбонатно-кальциевых вод.

По своей минерализации они были отнесены нами к минеральным водам I группы и достаточно охарактеризованы в главе «Физико-химическая характеристика подземных вод».

Эти воды находят себе выход на дневную поверхность в частях, наиболее близких к зонам питания, используя в качестве путей появления глубокие тектонические нарушения.

Однако, несомненно, что на дневную поверхность в виде источников №№ 1, 2, 3, 7, 69, 70, 71 и 72 изливается лишь какая-то доля вод, поступающих из бассейна питания, большая часть их уходит на более значительные глубины, заполняя синклинальные впадины и образуя своеобразные бассейны, вытянутые в северо-запад — юго-восточном направлении, несколько разобщенные между собой в силу структурных особенностей, изложенных выше.

По-видимому, к одному такому бассейну принадлежат минеральные воды, отнесенные нами ко II группе. Характер их минерализации изложен выше.

Сравнивая данные химических анализов этой группы с химическими анализами предыдущих источников, легко убедиться, что все изменения идут в основном за счет уменьшения гидрокарбонатов кальция и нарастания натрия и хлора.

Указанные отклонения от вод первой группы могут найти лишь одно объяснение.

Бассейн р. Арпа в этой части, помимо наличия систем складчатых структур, несет следы многочисленных дислокаций разрывного характера и крайне нарушен внедрившимися интрузиями, что, несомненно, создает сложные условия для циркуляции минерализованных вод.

При сложившихся обстоятельствах обстановка для передвижения гидрокарбонатно-кальциевых вод существенно меняется.

В процессе формирования вод идет, по-видимому, выщелачивание сульфатов кальция, причем, возможно, что в данном случае имеется дренаж загипсованных пород водами, уже в значительной степени насыщенными хлоридами натрия.

Наличие гипса в указанных породах может быть связано или с присутствием гипсоносных залежей первичного образования, или же, что является более вероятным, появление сульфатных ионов в воде может быть обусловлено дренажем вод, циркулирующих в области развития пиритоносных осадочных пород или рудных скоплений сульфидных металлов в условиях их окисления.

Наличие оруденений такого типа в пределах рассматриваемого района имеет широкое распространение.

Помимо возможного непосредственного обогащения минеральных вод хлоридами натрия, при наличии скоплений последних, в воде протекают в значительных масштабах обменные реакции, ведущие к замещению ионов Са и Mg ионами Na путем заимствования последнего из поглощенного комплекса и отдачи ионов Са⁺⁺ а также выпадения его карбонатных солей.

Минеральные воды рассматриваемой группы несут на себе следы всех упомянутых реакций. Это наглядно сказывается в увеличении ионов натрия и уменьшении ионов кальция и гидрокарбонатов с попутным обогащением сульфатами, причем, как нам кажется, группа SO₄^{''} возрастает именно за счет воздействия вод на сульфидные руды в условиях окислительной обстановки. Это, в первую очередь, касается источников Дайлахлу № 66 и Малишка № 67.

Наконец, переходя к источникам третьей группы и анализируя данные химического состава, нетрудно прийти к одному выводу. Воды последней группы попадают в более сложные геологические условия, еще в большей степени теряют условия мобильности, что приводит к концентрации их солевого состава. Протекающие явления обменной адсорбции, в условиях которой происходит потеря кальция и накопление натрия, приводит к резкому увеличению хлоридов, сульфатов натрия и обеднению гидрокарбонатами кальция (в связи с выпадением последнего и потерей Са⁺⁺, в результате обменных реакций).

По иному пути идет формирование джермукских терм.

В данном случае образование гидрокарбонатно-натриевых вод идет за счет разрушения и растворения термальными углекислыми водами полевошпатовых изверженных пород гранодиоритового типа, обнажающихся на территории курорта.

Присутствие в воде сульфатов натрия позволяет наметить и другие реакции, протекающие на глубине в условиях формирования этих вод.

В. А. Сулин отмечает, что «появление и сохранение в водах гидрокарбоната натрия возможно лишь при полном исчез-

новении из вод сульфатов и хлоридов щелочных земель. В этих условиях сульфатно-натриевый тип получит возможность преобразования в тип гидрокарбонатно-натриевый» [50].

В нашем случае происходит интенсивное разрушение полевых шпатов гранодиоритов.

Микроскопические анализы последних позволяют констатировать наличие калиевого полевого шпата (ортоклаза) в количестве около 10—15% породы, в то время как преобладающим минералом является обычно свежий плагиоклаз типа андезина, составляющий более 55% породы.

Процесс их разрушения высокотермальной водой, насыщенной углекислотой, происходит, по-видимому, чрезвычайно интенсивно и приводит к образованию гидрокарбонатов натрия, присутствующих в минеральной воде в подавляющем количестве.

Вторым важным моментом в формировании вод является появление в воде сульфатов натрия (сернокислого натрия), образующегося за счет взаимодействия сульфатов кальция с гидрокарбонатами натрия, протекающего по схеме $2\text{NaHCO}_3 + \text{CaSO}_4 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$.

Появление в воде сульфатной группы происходит, надо полагать, за счет окисления сульфидов тяжелых металлов, несомненно присутствующих в породе и, главным образом, в контактовой зоне гранодиоритов с вмещающей их вулканогенной толщей олигоцена, о чем вполне убедительно свидетельствуют пиритизированные зоны в породе, наличие заохранных полос и т. д.

Одновременное присутствие в воде гидрокарбонатов кальция и сульфатной группы приводит к переходу гидрокарбоната кальция в его сульфат, а последний, по вышеприведенной схеме, переходит в Na_2SO_4 .

Источники, в воде которых преобладает NaHCO_3 над Na_2SO_4 , позволяют связать их с распространением гранодиоритовой интрузии и, наоборот, воды, несущие в своем составе в преобладающем количестве соли Na_2SO_4 , намечают в основном, по-видимому, контактовую зону, к которой и приурочены преимущественно сульфиды металлов.

С реакциями выщелачивания связано появление в воде ионов Ca^{++} , Mg^{++} , Li^{+} , Mn^{++} и Fe^{++} .

Несколько неясным является происхождение хлора. Его присутствие может быть связано с явлением концентрации вод или с остатками недавней вулканической деятельности. Говорить о явлении концентрации вод в случае джермукских терм вряд ли возможно, скорее присутствие хлора может быть отнесено за счет вулканических эксгаляций. С аналогичным явлением связывает и наличие в водах Джермука F, B и J.

Как отмечает Н. В. Тагеева [51], фтор и бор можно соединить в одну группу, характерную для углекисло-щелочных вод, связанных с вулканизмом. Эта группа может служить одним из руководящих признаков при классификации природных вод.

Переходя к составу спонтанных газов в минеральной воде Джермук, определенных Н. В. Тагеевой по скважинам №№ 1 и 9, можно отметить, что подавляющее содержание принадлежит углекислоте, составляющей 99,8%. Азот в сумме с редкими газами составляет 0,2%, из которых на долю аргона падает 0,006—0,007% и гелия 0,001%.

Приведенные данные позволяют воды Джермука отнести к типу углекислых.

Переходя к вопросу генезиса вод джермукской группы надо отметить, что формирование последних протекает в условиях, несколько отличных от образования остальных минеральных вод бассейна р. Арпа.

К числу моментов, отличающих воды Джермук, принадлежит, помимо особенностей химического состава, и температура этих вод.

Наличие на территории курорта совсем молодого вулканического очага может быть одной из причин термальности этих вод, с другой стороны, подземные воды, приуроченные к меловым отложениям, опущенным в районе Джермука на глубину до 2000 м и более, имеют достаточно полноценный источник для нагрева в силу глубины залегания этих пород. Можно допустить участие в формировании джермукских терм и более глубоких струй воды с высокой температурой. Не исключается некоторый подток магматических вод в виде пара с конденсацией последнего в зоне циркуляции метеорных вод.

На возможность такого явления указывают Allen и Day, на основе изучения горячих вод в Йеллоустонском парке США,

источников вулкана Лассен-пик в Калифорнии и вулкана Катмаи на Аляске.

Крайне интересным является вопрос о глубине проникновения метеорных вод.

По подсчетам Lindgren'a эта глубина может достигать от 2400 до 3000 м в осадочных породах и до 900—1000 м в изверженных и метаморфических.

Пути, позволяющими опускаться метеорным водам на такую глубину в районе Джермука, могут, по-видимому, служить кратерные участки потухших вулканов и трещины, их сопровождающие, расположенные к западу, северу, северо-востоку и востоку от Джермука на отметках около 3000 м.

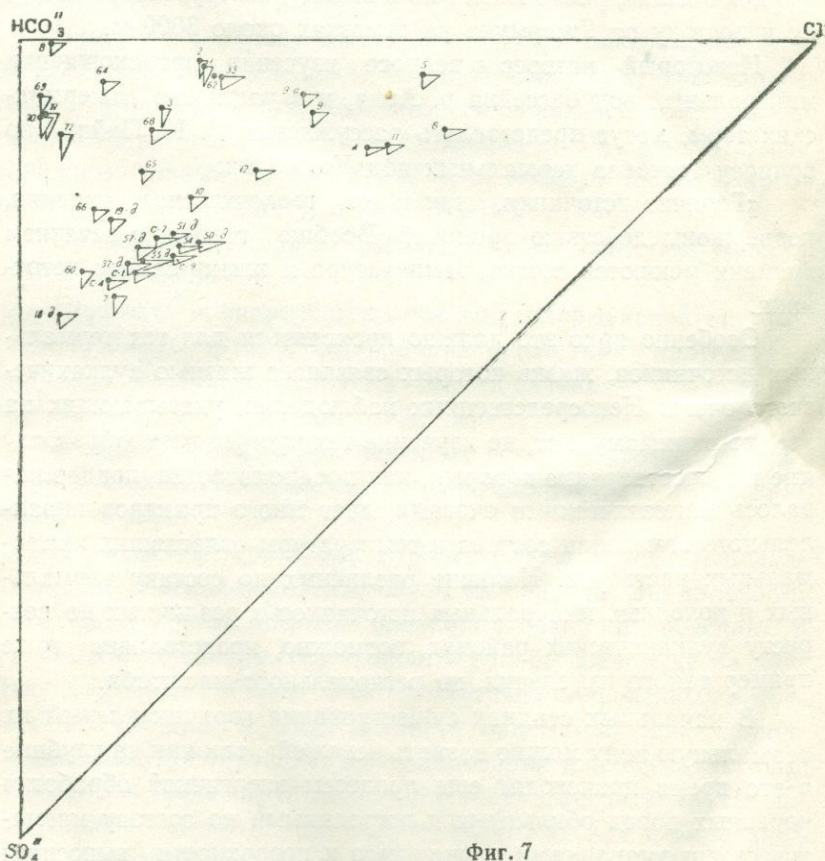
Некоторый интерес в вопросе изучения происхождения минеральных вод бассейна р. Арпа, и в частности джермукских терм, могут представлять рассуждения Б. И. Пийпа по вопросу генезиса термальных вод Камчатки:

«Горячие источники, как и все геологические явления, подвержены действию времени. Вообще говоря, с течением времени меняются состав, температура и жизнь самого источ-

Особенно ярко это должно проявляться для тех термальных источников, жизнь которых связана с жизнью вулканического очага. Непосредственных наблюдений, указывающих на это, по-видимому, нет, но изучение тех рудных жил, образование и существование которых, как предполагается, поддерживалось магматическими очагами, дает много примеров параллельного изменения состава и температуры отлагавших их термальных растворов. Наличие различных по составу термальных и холодных минеральных источников в различных по возрасту вулканических районах, возможно, представляет тоже пример такого изменения, но регионального масштаба.

В начальных стадиях существования горячих ключей их термальную воду можно назвать «свежей», так как на глубине в это время происходят еще процессы энергичной обработки коренных пород обильными и постоянными по составу магматическими эманациями, в силу чего к поверхности выносятся горячая вода, богатая щелочами, ювенильными газами и вошедшими в анионный состав производными последних (галониды, сульфаты). С течением времени состав эманаций изменяет-

ся, количество и температура их уменьшается, характер воздействия на породы становится качественно и количественно иным, и заметную роль в процессе формирования состава начинают играть, по-видимому, метеорные воды. Температура поднимающейся воды может быть большой в силу медленной отдачи тепла породами и высокого поэтому геотермического градиента. В составе газа начинает преобладать углекислота, а в воде — гидрокарбонатные ионы; щелочные ионы нередко заменяются щелочно-земельными (кальций). Горячие воды такого типа мы будем называть «метаморфизованными» [39] (стр. 239—240).



Фиг. 7

Прилагаемый график А. Н. Заварицкого (фиг. 7), построенный по способу равнодействующей весов в виде

мг/экв. % анионов, приложенных к вершинам треугольника, и последующего определения центра тяжести треугольника, получаемого в виде точки от пересечения линий, соединяющих центры равнодействующих с противоположными углами треугольника. Катионный состав представлен в виде треугольника, прямой угол которого является точкой анионного состава.

Миллиграмм-экв. % щелочей отложены по горизонтальному катету, а щелочно-земельные ионы по вертикальному катету.

Рассматривая данный график, можно прийти к одному заключению, что все воды бассейна р. Арпа, по терминологии Б. М. Пийпа, должны быть отнесены к категории «метаморфизованных». Т. е. в стадии, когда, как отмечено выше, «в составе газа начинает преобладать углекислота, а в воде гидрокарбонатные ионы: щелочные ионы нередко заменяются щелочно-земельными (кальций)» [39].

Однако положение Джермукских терм, как группы, занимающей крайнее положение, все же свидетельствует об их относительной молодости и большей связи с угасшим вулканизмом, чем воды остальных источников.

В заключение необходимо кратко остановиться на путях, выводящих воду на дневную поверхность. Таковыми являются тектонические нарушения разрывного характера, широко охватившие эту область в свое время, причем нарушения этого порядка крайне разнообразны как по своему типу, так и по характеру происхождения. Сюда относятся разрывные нарушения, связанные с внедрением интрузивных тел, появлением позднейших вулканических очагов и, наконец, обычные смещения в земной коре, образующие нарушения порядка взбросов и сбросов. Надо полагать, что эти же нарушения являются и источниками поступления углекислоты.

ВЫВОДЫ

1. Геологическое строение бассейна р. Арпа обуславливает наличие в районе подземных вод. Последние по степени гидрогеологической раскрытости участка, увязывающейся с его тектоникой, распределяются на две зоны — зону свободного водообмена и зону затрудненного водообмена.

2. К зоне свободного водообмена отнесены воды, приуроченные к лавовым покровам, получающим развитие в северо-восточной части бассейна, и к делювиальным наносам, лежащим на вулканогенной толще третичного времени.

3. Воды зоны свободного водообмена, связанные с делювиальным плащом, обладают небольшим и непостоянным дебитом, изменчивы по температуре, в химическом отношении слабо минерализованы и могут быть отнесены к типу гидрокарбонатно-кальциевых. Практического значения не имеют.

4. Воды зоны свободного водообмена, приуроченные к позднейшим (четвертичным) лавовым покровам, обладают большим постоянным дебитом, имеют температуру от 6 до 10°C, слабо минерализованы. Сухой остаток колеблется от 80 до 150 мг/литр. В химическом отношении относятся к типу гидрокарбонатно-кальциевых. Воды имеют большое практическое значение, используются для водоснабжения и в энергетических целях.

5. К зоне затрудненного водообмена отнесены подземные воды, приуроченные в основном к карбонатным породам верхнемелового и нижнетретичного времени, покрытым мощной толщей (до 2 км) более молодых третичных отложений.

С указанной зоной связаны выходы минеральных источников бассейна р. Арпа.

6. В тектоническом отношении бассейн р. Арпа представ-

ляет собой ряд антиклинальных структур, имеющих северо-западное простирание. Оси структур поднимаются в северо-западном направлении и погружаются к юго-востоку. Высокие водораздельные гребни—Варденисский на севере и Вайоцзорский на юге оконтуривают бассейн, обнажая в своих наиболее высоких частях толщу верхнемеловых пород. Последние, при наличии падений к югу и юго-западу в условиях Варденисского хребта и к северу и северо-востоку на Вайоцзорском хребте, обеспечивают питание подземных вод бассейна р. Арпа за счет атмосферных осадков, обильно выпадающих на абс. отм. 2500—2700 м.

Описанные структурные условия района определяют наличие в бассейне р. Арпа артезианских вод.

7. Артезианские воды образуют один бассейн, оконтуренный водораздельными хребтами — Вардениским и Вайоцзорским, осложненный рядом структур, расположенных в центральной его части и сохраняющих общее северо-западное простирание и погружение на юго-восток.

8. Промежуточные структуры до некоторой степени разобщают намечаемый единый бассейн, создавая затруднения для циркуляции и перемещения подземных вод.

Последнее обстоятельство обуславливает концентрацию вод и их метаморфизм.

9. Намечаемая разобщенность бассейна подтверждается химизмом минеральных вод, выходящих на территории бассейна р. Арпа.

По химическому составу последние делятся на три группы. К первой группе отнесены воды источников №№ 1, 2, 3, 7, 69, 70, 71 и 72 — в основном это гидрокарбонатно-кальциевые воды с минерализацией от 0,8 до 1,9 г/литр; ко второй группе относятся воды источников №№ 9, 9а, 10, 12, 62, 64, 65, 66, 67 и 68 с минерализацией от 1,8 до 4,3 г/литр.

Изменения в минерализации воды идут за счет уменьшения количества гидрокарбонатов кальция и нарастания натрия и хлора, что обуславливается наличием обменных реакций и выпадением карбонатных солей кальция.

К третьей группе источников относятся №№ 4, 5, 6 и 11 с минерализацией от 2,0 до 10,4 г/литр. По химическому составу эти воды относятся к хлоридно-гидрокарбонатным, на-

триево-кальциевым и являются результатом дальнейшей концентрации и метаморфизма вод в условиях бассейна с затрудненным обменом вод.

10. Джермукские термальные воды составляют несколько обособленную группу. Формирование их идет непосредственно за счет разрушения полевых шпатов гранодиоритов. Одновременно происходит окисление сульфидных соединений тяжелых металлов. В воде присутствуют некоторые элементы, связанные с потухающей вулканической деятельностью.

11. Подземные воды бассейна р. Арпа представляют собой в химическом и гидрогеологическом отношении единое геохимическое поле.

Различие в химизме вод отдельных групп источников обуславливается структурно-геологическими особенностями района.

12. Питание подземных вод связано с гидрометеорами, выпадающими в зоне питания на высоких абсолютных отметках.

13. Подземные воды бассейна р. Арпа связаны в основном с карбонатной толщей верхнего мела; и появление их на дневной поверхности приурочено к участкам внедрения интрузивных тел, периферии вулканических очагов и, наконец, обычным смещениям в земной коре. Надо полагать, что перечисленные нарушения являются путями, по которым вода и газ (CO_2) поднимаются наверх.

14. Подъем воды на дневную поверхность происходит в силу условий залегания меловых и третичных пород и в силу наличия газовой составляющей.

15. Детального изучения заслуживают следующие источники:

а) Источники №№ 18д и 21д, принадлежащие Джермукской группе, являющиеся близкими аналогами железноводских минеральных вод,

б) Источник Булахляр № 59, химический состав воды которого близок к минеральным водам типа Эссентуки.

Источник расположен в живописном ущелье р. Ерер, на расстоянии всего 10 км (по прямой линии) от Джермука.

Район отличается мягкостью климата и находится на абс. отм. 1500 м. Все это позволяет рассматривать источник Булахляр как ближайшую перспективу развития Джермука,

в) Источник у с. Малишка № 68, принимая во внимание его высокую насыщенность углекислотой, может представить собой базу для розлива воды.

г) Источник Сарцали № 14, как сероводородный источник интересен по своему химическому составу.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абиx Г.— Геология Армянского нагорья (восточная часть). Орографическое и геологическое описание. Записки КОГ общ., 1902, кн. XXIII. Перевод Б. З. Коленко.
2. Александрян А. А.— О радиоактивности минеральных источников Арзни, Давалу и Джермук (Исти-су). Труды Ереванского политехнического института им. К. Маркса.
3. Ароян В. X.— Минеральные источники Сисианского района. Фонд ИГН АН АрмССР, 1945.
4. Аракелян Р. А.— Стратиграфия палеозойских отложений юго-западной Армении и прилежащих частей Нах. АССР. Изд. АН АрмССР, 1952.
5. Аракелян Р. А.— Новая стратиграфическая схема палеозойских отложений юго-западной части Армении. Фонд ИГН АН АрмССР, 1950.
6. Асратян В. П.— Литология третичных отложений Микоянского района. Фонд Арм. ГУ, 1946.
7. Безруков Д. П.— Отчет о геолого-поисковых работах на фосфориты в АрмССР и прилегающих частях Нах. АССР. Фонд Арм. ГУ, 1942.
8. Виноградов А. П.— О хлор-бромном коэффициенте подземных вод. Доклады АН СССР, том X/IV, № 2, 1944.
9. Воскобойников Г.— О даралагезских свинцовых рудниках и о кислом минеральном источнике близ оных находящемся. Горный журнал, ч. 1, 1930.
10. Габриелян А. А.— Третичные отложения Западного Даралагеза. Фонд Арм. ГУ, IV, 1946.
11. Гордеев — Подземная вода по воззрениям Ломоносова. Труды лаборатории гидрогеологических проблем, т. 1, 1948.
12. Демехин А. П.— Джермук. Изд. АН АрмССР, 1947.
13. Демехин А. П., Бозоян О. А.— Джермук (Химизм вод). Фонд ИГН АН АрмССР, 1951.
14. Игнатович Н. К.— О закономерности распределения и формирования подземных вод. Доклады АН СССР, т. X/V, № 3, 1944.
15. Карапетян О. Т.— Главные минеральные источники Армении. Эривань, 1928.
16. Карапетян О. Т.— Материалы по геологии и гидрогеологии Армянской ССР. Изд. АН ССР, в. 3, 1938.
17. Кашкай Мир-Али — Минеральные источники курорта Исти-су в Азерб.

- байджане. Эксп. АН в 1933 г. Труды Сов. по изучению природных ресурсов. Научно-популярный очерк, 1933.
18. Кашкай Мир-Али — Геолого-петрографический очерк района Исти-су и геохимия источников. АН СССР, Азерб. фил. Баку, 1939
 19. Котляр В. Н.— Геологический очерк восточной части Даралагезского уезда ССР Армении (бассейн верхнего течения р. В. Арпачай). Мат. по общей и прикл. геологии, вып. 136, 1930.
 20. Котляр В. Н.— Горячие минеральные источники селений Исти-су и Кущи-Беляк Даралагезского уезда ССР Армении. Изв. Гл. Геол. Упр., XI, № 13, 1930.
 21. Котляр В. Н.— Интрузивы Даралагеза и Сиснана (Закавказье). Доклады на заседании Крымо-Кавказской группы ЦНИГРИ.
 22. Кочергин В.— Атмосферные осадки Закавказья. Закводхоз, Тифлис, 1928.
 23. Кржечковский А. В.— Геологический очерк западной части Даралагезского уезда ССР Армении. Мат. по общей и прикл. геологии, вып. 136, Ленинград, 1930.
 24. Кузнецов С. С.— О гидрогеологии бассейна озера Севан. Бассейн оз. Севан (Гокча), т. III, вып. I, Изд. АН СССР, Ленинград, 1930.
 25. Линдгрэн В.— Минеральные месторождения, вып. I, ОНТИ, 1934.
 26. Ляйстер А. Ф., Чусин Т. Ф.— География Закавказья. Тифлис, 1929.
 27. Магакьян И. Г.— Отчет о работах в Сиснанском и Азизбековском районах 1945 г. Фонд ИГН АН АрмССР и Арм. ГУ, 1946.
 28. Магакьян И. Г.— Докладная записка об осмотре проявлений соли в Горисском районе, 1945. Ереван.
 29. Макаренко Ф. А.— Геотермические условия района Кавказских минеральных вод. Труды лаборатории гидрогеологических проблем, т. I, 1948.
 30. Меллер В. и Денисов Д. М.— Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края. Материалы по геологии Кавказа, сер. II, кн. 3, 1889.
 31. Мефферт Б. Ф.— Эоценовая фауна из Даралагеза в Армении. Тр. Гл. Геол. Разв. Упр., вып. 99, 1931.
 32. Овчинников А. М.— Минеральные воды. Госгеолиздат, 1947.
 33. Овчинников А. М.— Современное состояние вопроса о формировании подземных вод. Труды лаборатории гидрогеологических проблем, т. I, 1947.
 34. Оганесов Л. А.— Минеральные источники Армении. Госиздат. ССРА, Эривань, 1936.
 35. Оленов В. И., Эфендиев М. Э.— Курортная местность Исти-су. Баку, 1929.
 36. Оленов В. М.— Курдистан. Исти-су. Изв. общ. обсл. и изуч. Азербайджана, № 6, 1928.
 37. Оленов В. И.— Курорты Азербайджана. НКЗдрава АССР, 1928.
 38. Освальд Ф.— К истории тектонического развития Армянского нагорья. Перевод Шишкиной. Зап. Кавказ. отд. географ. общ., кн. XXIX, вып. 2, 1915.

39. Пийп Б. И.— Термальные ключи Камчатки. Совет по изуч. произв. сил (СОПС). Изд. АН СССР, 1937.
40. Паффенгольц К. Н.— Бассейн р. Восточный Арпачай. Геологический очерк. Тр. Всес. Геол. Разв. Упр., вып. 328, 1934.
41. Паффенгольц К. Н.— Нахкрай. Геологический очерк Нахичеванской АССР. Тр. Азерб. фил. АН СССР, вып. XXVIII. Изд. АзФАН, Баку, 1940.
42. Паффенгольц К. Н.— Бассейн оз. Гокча (Севан). Геологический и гидрогеологический очерк. Труды Всес. Геол., Разв. Упр., вып. 219, 1934.
43. Паффенгольц К. Н.— Геологическая карта Кавказа. Масштаб 1 : 200 000. Лист К-38—XXXIV (Севан). Фонд Арм. ГУ 1941.
44. Паффенгольц К. Н.— Интрузивные породы бассейна оз. Севан и р. Ведичай, Даралагеза и Нахкрая. Тр. Груз. Гос. Геол. Упр., вып. II, Тифлис, 1941.
45. Паффенгольц К. Н.— Стратиграфия четвертичных лав Восточной Армении. Зап. Всес. минералог. общ., сер. 2, ч. IX, вып. II, 1931.
46. Паффенгольц К. Н.— Геологическая карта Кавказа. Масштаб 1 : 200 000. Лист V—38—IV (Даралагез). Фонд Арм. ГУ, 1946.
47. Приклонский В. А., Лаптев И. Ф.— Физические свойства и химический состав подземных вод. Госгеолиздат, 1946.
48. Славянов Н. Н.— Труды лаборатории гидрогеологических проблем, т. VIII. История железноводских минеральных источников и железноводского курорта. Изд. АН СССР, 1950.
49. Славянов Н. Н.— Эквивалентная форма выражения анализов воды и ее применение ОНТИ ККТН, 1932.
50. Сулин В. А.— Воды нефтяных месторождений в системе природных вод. Гос. Н.-Т. Издат. Москва—Ленинград, 1946.
51. Тагеева Н. В.— Труды лаборатории гидрогеологических проблем, т. I. Минеральные воды Джермук (Исти-су) в Армении, 1948.
52. Тер-Мартirosян А. А.— Гидрогеологический очерк юго-восточной части Армянской ССР. Фонд Арм. ГУ, 1946, Ереван.
53. Тиррель Г. В.— Вулканы. Перевод Е. П. Заварицкой. ОНТИ, 1934.
54. Толстихин Н. И.— Климатическая зональность температуры и состава артезианских вод СССР. Тезисы докладов конференции по химической географии вод, 1949.
55. Фигуровский Н. В.— Климатический очерк Кавказа. Классификация климатов Кавказа. Тр. II Всероссийского съезда деятелей по климатологии гидрогеологии и бальнеологии, т. I, 1905.
56. Фигуровский И. В.— Климаты Кавказа. Изд. Кавк. Отд. географ. общ., Тифлис, 1919.
57. Фигуровский И. В.— Краткий климатический очерк Кура-Араксинского бассейна. Метер. к общей схеме использования водных ресурсов Кура-Араксинского бассейна, в. I, Тифлис, 1930.
58. Цулукидзе, Архипов и Халатов — Геологическое описание северной части Нахичеванского уезда Эриванской губ. и части Зангезурского уезда Елизаветпольской губернии. Тифлис, 1870.

О Г Л А В Л Е Н И Е

<i>Введение</i>	5
I. Общие сведения о районе	7
II. Геологический очерк района	9
а) Стратиграфия	23
б) Интрузивные породы	28
в) Тектоника	34
III. Гидрогеологические условия района	45
IV. Минеральные воды	46
а) Бассейн р. Селим	47
б) Бассейн р. Артабун (Ехегис)	58
в) Бассейн р. Элегис (Алаяз)	61
г) Бассейн р. Ерер	66
д) Бассейн собственно р. Арпа	69
е) Джермукская группа источников	121
V. Физико-химическая характеристика подземных вод	136
VI. Генезис вод	148
VII. Выводы	152
<i>Использованная литература</i>	



АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ ДЕМЕХИН
МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ БАССЕЙНА РЕКИ АРПА

Ответ. редактор Н. И. Долуханова
Редактор изд-ва Р. А. Штибен
Худ. оформление Л. А. Садояна
Техн. редактор Л. А. Азизбекян
Корректор Д. А. Израелян

ВФ 09327 РИСО 457 Заказ 115 Изд. 1534 Тираж 700

Сдано в набор 10/III 1958 г. Подписано к печати 7/XII 1958 г.
Бумага 60×92¹/₁₆, п. л. 9,75, уч.-изд. 8,5 л.+3 вкл.

Цена 8 р. 25 к.

Типография Издательства Академии наук Армянской ССР,
Ереван, ул. Абовяна 124.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
52	I снизу	$\text{HCO}^{\text{a}}_{53,6}$	$\text{HCO}^{\text{a}}_{43,6}$
75	I снизу	$\text{C}_{36,4}$	$\text{Ca}_{36,4}$
89	19 снизу	13,5	15,5
116	10 сверху	„Досаджур“	„Косаджур“
124	9 сверху	$\text{Mg}_{30,0}$	$\text{Mg}_{19,0}$
132	12 снизу	Гедыкванк 2	Гедыкванк 8
136	1 сверху	V. Генезис вод	VI. Генезис вод

12044

1944-5 p. 25-11