

8334

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

553.7
Д
А. П. ДЕМЕХИН

4628
ДЖЕРМУК

(ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК)

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАН 1947

ИЗДАНИЕ ПЕРВОЕ

В. П. ДЖЕВАН

ДЖЕВАН

Отв. редактор М. АСЛАМ

ИЗДАНИЕ ПЕРВОЕ

1880

ИЗДАНИЕ ПЕРВОЕ

1880

Введение

История Джермука, или Исти-су, как его знали исследователи прошлых лет, уходит далеко в седую старину.

По имени этих горячих источников (исти—горячий, су—вода) получило название небольшое азербайджанское селение, расположенное рядом с ними.

У источников не сохранилось каких-либо сооружений, за исключением небольших бассейнов со сводчатым перекрытием, обнаруженных во время земляных работ при строительстве ванного здания.

Время, события разрушили эти, несомненно, когда-то существовавшие постройки, но славу о целебной силе этих вод сохранила народная молва, она, бережно храняемая народом, дошла до наших дней.

Живым, реальным воплощением ее являются пестрые шатры кочевников и окрестного населения, появлявшиеся недавно среди зеленеющих весенних лугов у источников.

Сюда стекались тысячи людей, жаждущих получить облегчение от своих недугов.

Это повторялось из года в год, из века в век и уходило далеко в их глубь. Это было и несколько лет тому назад.

Сейчас в глубоком ущельи и на плато над ним высятся новые большие каменные здания—ванное и санаторий, созданные волей и силой советского человека.

Сто с лишним лет тому назад инж. Г. Воскобойников, занимаясь исследованиями руд этого района, посетил и Джермук.

Над Джермукскими источниками правого берега тогда он застал древние развалины каменного строения, окружавшего бассейн.

Первые литературные сведения относятся к этому же времени и принадлежат тому же исследователю.

Г. Воскобойников впервые дает сведения о дебите, температуре и о химической природе этих вод, причем эти сведения касаются лишь одного источника, расположенного на берегу горного ручья Карабулах (?). Повидимому, в данном случае речь идет об источнике, выходящем в небольшом ущельи, прорезающем правобережное плато у с. Исти-су, где в настоящее время сохранились остатки бассейна, в котором пульсирует минеральная вода.

Значительный интерес представляет само описание Г. Воскобойникова, помещенное в Горном журнале за 1830 г. в его статье „о Даралагезских свинцовых рудниках и о кислом минеральном источнике, близ оных находящегося“.

Описание это приводится ниже полностью.

„Минеральная вода находится на правом берегу р. Арпа-чая, в $1\frac{1}{2}$ верстах от разоренных деревень Куши и Беляка и в 15 верстах от свинцового рудника. На самом берегу небольшого горного ручья Карабулаха (?) выложен из обтесанного базальтового камня бассейн, имеющий длину 8 ф. $10\frac{1}{2}$ д., ширины 6 и глубины 7 ф., над коим возвышаются полуразвалившиеся стены—остатки существовавшего тут небольшого каменного строения. Со дна сего бассейна выходит минеральная вода тремя ключами, производя бесчисленное множество пузырей, и при свободном истечении через отверстие, сделанное в самом низу бассейна, постоянно стоит в оном на высоте $10\frac{1}{2}$ д. ясно означенной чертой известковых осадков. Но по закрытии отверстия он в каждый час дает притоку 51 куб. ф. 18 куб. д. и следовательно бассейн может наполняться в 3 часа.

Вода сего минерального источника в большой массе имеет голубоватый цвет, но будучи налита в стеклянный сосуд, представляется совершенно прозрачной и чистой, на вкус она кисловата, температура ее равняется 32° Р. Она содержит в растворе значительное количество угле-

кислоты и часть углекислой извести. При сем прилагается бутылка с означенною минеральною водой. Долгом постав-
ляю уведомить, что во время продолжительного моего
путешествия большая часть углекислоты из минеральной
сей воды отделилась; но испытание постоянных веществ,
закрывающихся в оной, может подать некоторое понятие
о целебных свойствах ее".

Позднее об этих источниках упоминают Г. Цулукидзе,
Архипов и Халатов в своей работе „Геологическое опи-
сание северной части Нахичеванского уезда Эрив. губ.“
(Материалы по геологии Кавказа), относящейся к 1869 г.
Наконец, В. Меллер и Д. М. Денисов помещают их в сбор-
ник „Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказ-
ского края“ (Материалы для геологии Кавказа, сер. II.
кн. 3), вышедший 1889 г.

После установления Советской власти в Армении
Джермук посещают неоднократно ряд исследователей—
горн. инженеры, геологи, химики и врачи,—каждый из них
невольно обращает внимание на эти воды, каждый из них
считает своей обязанностью отдать им должное.

В 1925 году Джермукские источники посещает комис-
сия в составе проф. Л. А. Оганесяна, гор. инж. С. Г. Ай-
вазяна, химика-фармаколога Г. А. Медникяна; последний
производит химический анализ минеральной воды.

В 1926 году эта же группа источников была обследо-
вана геологом В. Н. Котляром, посвятившим им небольшую
работу „Горячие минеральные источники у селений Исти-
су и Куши-Беляк Даралагезского уезда ССР Армении“
(Известия Гл. Геол. разв. Упр., 1930 г. XLIX, № 3).

В 1928 г. эти же источники были осмотрены инж.-гео-
логом О. Т. Карапетяном и кратко описаны им в двух ра-
ботах „Главные минеральные источники Армении“ (Эри-
вань, 1928 г.) и „Материалы по геологии и гидрогеологии
Армянской ССР (Ак. Наук СССР, 1938 г., вып. 3).

В 1929 г. эти источники посетил химик-аналитик
Э. Э. Карстенс, повторивший анализы этих вод.

Наконец, в 1932 г. этот район в связи с региональной
геологической съемкой посещает старший геолог ЦНИГРИ

К. Н. Паффенгольц, уделивший этим водам значительное внимание в своих работах, хранящихся в фонде Арм. Геологического Управления.

Большое внимание Джермуку было уделено и со стороны медицинских работников, в частности, со стороны проф. А. А. Мелик-Адамяна, неоднократно посещавшего, работавшего и всячески будировавшего вопрос среди нашей общественности в ряде газет о ценности джермукских терм и о значении этого курорта.

В 1939 г. Наркомздравом Армянской ССР было поручено Армянскому Геологическому управлению проведение гидрогеологических исследований на этих водах.

В результате этих работ, проведенных под руководством автора, Джермук получил мощную гидро-минеральную базу, что при исключительной бальнеологической ценности этих вод ставит его в ряд лучших здравниц Советского Союза.

Настоящая работа объединяет в себе в основном все материалы, касающиеся геологии, гидрогеологии участка Джермукских терм и результаты последних исследований.

В заключение считаю своим долгом отметить внимание, которое было уделено работам со стороны сотрудников Министерства Здравоохранения Арм. ССР, а также выразить глубокую благодарность непосредственным участникам — химику-аналитику Б. Л. Африкяну, производившему химические анализы вод, физику А. А. Александрияну, занимавшемуся изучением радиоактивности вод, и, наконец, геологу А. М. Харахашяну, положившему много труда и сил в процесс этой большой и сложной работы.

1. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ПУТИ СООБЩЕНИЯ

Под минеральными водами Джермук (Исти-су) подразумевается группа источников, расположенных в верховьях р. Арпа (фиг. 1).

В административном отношении они входят в Азизбековский район Арм. ССР, географическое положение их определяется координатами: $39^{\circ} 50' 18''$ с. ш. и $45^{\circ} 21' 10''$ в. д. от Пулково.

Источники расположены на расстоянии 225 км от гор. Ереван, с которым они соединены в настоящее время, почти на всем протяжении, хорошей шоссированной дорогой, за исключением небольшого участка, протяжением около 23 км, начинающегося почти у с. Чайкенд и ведущего к самому курорту. Этот участок представляет собой улучшенную грунтовую дорогу, вполне допускающую нормальное автомобильное движение.

2. К Л И М А Т

Вопросы метеорологии для курорта Джермук остаются до настоящего времени одними из наименее изученных звеньев в цепи тех факторов, которые играют существенную роль при определении курортологических моментов.

Для Джермука совершенно отсутствуют не только какие-либо систематические данные, но нет даже и отрывочных сведений, поэтому настоящий очерк охватывает лишь

то незначительное по климату, что имеется в настоящее время. Существующие данные сводятся к более или менее систематическому наблюдению за суточным ходом температуры, барометра, направлением и скоростью ветра, влажностью и облачностью за три с половиной месяца — половину сентября, ноябрь и декабрь 1943 г. и январь 1944 г.

Все остальные сведения, приводимые ниже, основываются на случайных устных сообщениях, полученных от разных лиц, посещавших Джермук в различное время по различным вопросам.

Район курорта Джермук, согласно данным И. В. Фигуровского, по своим климатическим особенностям входит в область Закавказского плоскогорья, в зону альпийских высот, отличающуюся довольно прохладным климатом и достаточной влажностью. Средняя годовая температура лежит около 6° . Наиболее холодным месяцем является январь, хотя довольно низкие температуры захватывают также и февраль. В эти месяцы температура опускается до -26° (38).

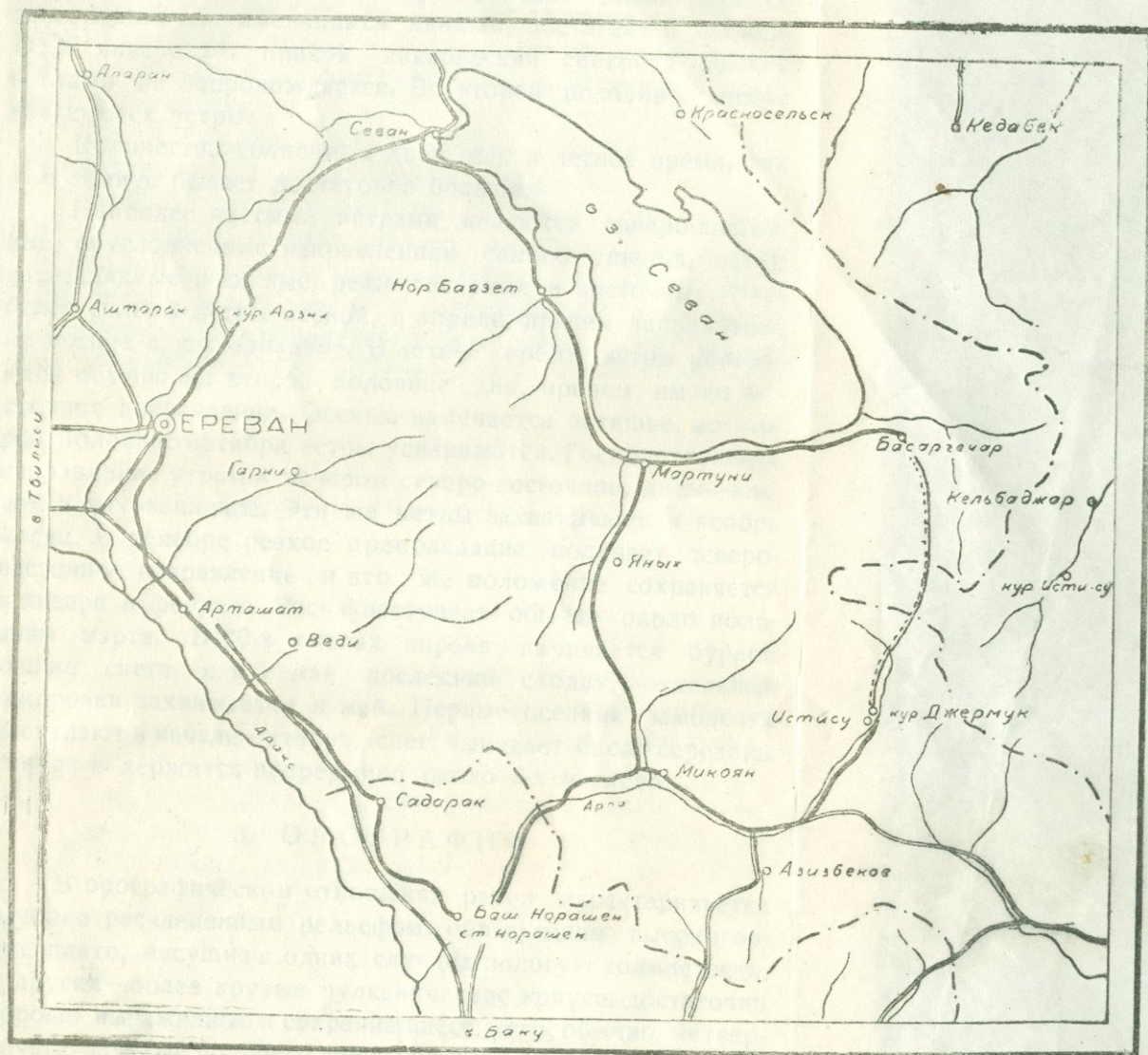
Ход средних зимних месячных температур за тот период, по которому имеются отрывочные данные (за 1943 и 1944 г. г.), представляется в следующем виде (табл. 1)

Таблица 1

Месяцы	Время наблюдений		
	7 час.	13 час.	21 час
Октябрь 1943 г.	$3,8^{\circ}$	$9,9^{\circ}$	$5,6^{\circ}$
Ноябрь 1943 г.	$-0,8^{\circ}$	$6,1^{\circ}$	$1,7^{\circ}$
Декабрь 1943 г.	$-4,9^{\circ}$	$0,3^{\circ}$	$-3,9^{\circ}$
Январь 1944 г.	$-10,0^{\circ}$	$-4,4^{\circ}$	$-9,4^{\circ}$

Наиболее жарким месяцем является июль.

ОБЗОРНАЯ КАРТА РАЙОНА



Фиг. 1.

Количество выпадающих осадков колеблется в пределах от 550—600 мм в год. Большая часть осадков в виде дождей выпадает весной—в мае и июне месяцах. Снегопад обычно бывает в декабре—январе. Число дней со снегопадом, по имеющимся данным, достигает в декабре 11, в январе 14, причем декабрьский снегопад обычно ветрами не сопровождается. Во второй половине января начинаются ветры.

Количество солнечных дней как в летнее время, так и в зимнее бывает достаточно большим.

Наиболее частыми ветрами являются северо-восточные, обусловленные направлением самого ущелья, затем юго-западные и южные, реже северные и восточные. Наиболее сильны ветры весной, в апреле, причем направление их южное и юго-западное. В летнее время ветры появляются обычно во второй половине дня, причем имеют восточное направление. Осенью намечается затишье, во второй половине октября ветры усиливаются. Господствующее направление утром и вечером северо-восточное, днем—южное и юго-западное. Эти же ветры захватывают и ноябрь месяц. В декабре резкое преобладание получает северо-восточное направление и это же положение сохраняется в январе и феврале. Весна наступает обычно около половины марта. В 20-х числах апреля начинается бурное таяние снега, и к 1 мая последний сходит; отдельные заморозки захватывают и май. Первые осенние заморозки наступают в начале октября, снег выпадает около середины ноября и держится непрерывно около 4-х месяцев.

3. ОРОГРАФИЯ

В орографическом отношении район характеризуется глубоко расчлененным рельефом, образующим высокогорные плато, несущие в одних случаях пологую холмистость, в других—более крутые вулканические конуса, достаточно хорошо выраженные и сохранившиеся. Это, обычно, четвертичные лавовые покровы, располагающиеся на высоких абсо-



Фиг. 2. Вид ущелья р. Арпа (на северо-восток).
Центральная часть — плато, сложенное позднейшими

лутных отметках, сnivelировавшие в свое время какой-то древний палеорельеф.

Более острые и крутые формы рельефа связываются с вулканогенными породами третичного времени, получающими в районе чрезвычайно широкое развитие. Они слагают, обычно, глубокие ущелья, склоны которых, поднимаясь до водоразделов, образуют высокие гребни, господствующие над лавовыми плато.

Отрицательным элементом в рельефе являются ущелья, глубиной до нескольких сот метров, сложенные крутыми склонами упомянутых вулканогенных пород или позднейшими лавами, образующими в последнем случае глубокие каньоны.

Орография непосредственно курортного участка и его геоморфологические особенности представляются в следующем виде.

Из орографических элементов, слагающих ущелье сов-



Справа и слева высокие склоны древнего ущелья.
андезито-базальтами, справа современный каньон реки.

ременной р. Арпа, в пределах курортного участка, можно выделить три — древнее ущелье реки, плато и современный речной каньон.

Остановимся несколько подробнее на каждой из указанных форм рельефа.

Древнее ущелье реки представляло собой довольно широкую корытообразную долину (фиг. 2), существовавшую до излияния позднейших лав. Склоны этой долины были сложены третичными вулканогенными породами, причем левый берег представлен целиком андезитами олигоценного возраста и прорывающими их отдельными массивами и дайками гранодиоритов. Правый берег, образующий в настоящее время юго-восточный склон над плато, был сложен — в верхней части рядом андезито-базальтовых покровов (излившихся из вулканических очагов, расположенных к северо-западу от курортного участка), а в нижней, повидимому, гранодиоритами и частью теми же андезитами, которые слагают и левый берег.

XV В настоящее время склон описанной древней долины открыт на всю свою высоту лишь по левому берегу в верхней части курортного участка (до спуска дороги в ущелье); ниже (по реке) к нему прислонился позднейший лавовый покров. Правый коренной берег открыт лишь в своей верхней части, нижняя часть целиком замаскирована тем же молодым покровом андезито-базальта.

Последующим этапом в геологической жизни этого участка, коренным образом повлиявшим на его орографический облик, было излияние потока андезито-базальтовой лавы из вулканического очага, расположенного здесь же в ущельи (см. геологическую карту, фиг. 3).

Самый конус сохранился до настоящего времени достаточно хорошо и представляет собой в плане вид угловатой подковы, открытой на юго-запад, вершина его поднимается над плато на высоту до 60 м.

Поток андезито-базальтовой лавы, излившийся из этого очага, заполнил нижнюю часть древней корытообразной долины, создав спокойное ровное плато, полого опускающееся к юго-западу, в сторону с. Кущи. Последующая речная эрозия начала свою разрушительную работу вдоль контакта этого покрова с андезитами левого берега древней долины, но, повидимому, контакт не всегда играл полноценную, направляющую роль для эрозионного потока, в некоторых случаях появившаяся при остывании в пределах покрова трещиноватость приобретала доминирующее значение в направлении вод, сбегавших с гор и устремлявшихся по долине. Этим можно объяснить, что современная река образовала глубокий каньон не только у контакта андезито-базальтов с древними андезитами, но и в самом лавовом покрове.

Плато, образованное поверхностью позднейшего лавового покрова, является вторым и основным орографическим элементом в пределах курортного участка. Плато лежит над уровнем реки (в каньоне), на высоте около 65 м. Ширина плато в пределах курорта достигает 300 м.

В центральной части оно прорезано узким, глубоким ущельем, которое делит его на два неравных участка—северо-восточный со средней абс. отм. 2070 м и юго-западный со средней абс. отм. 2060 м. Последнее плато является первоочередной строительной площадкой будущего курорта.

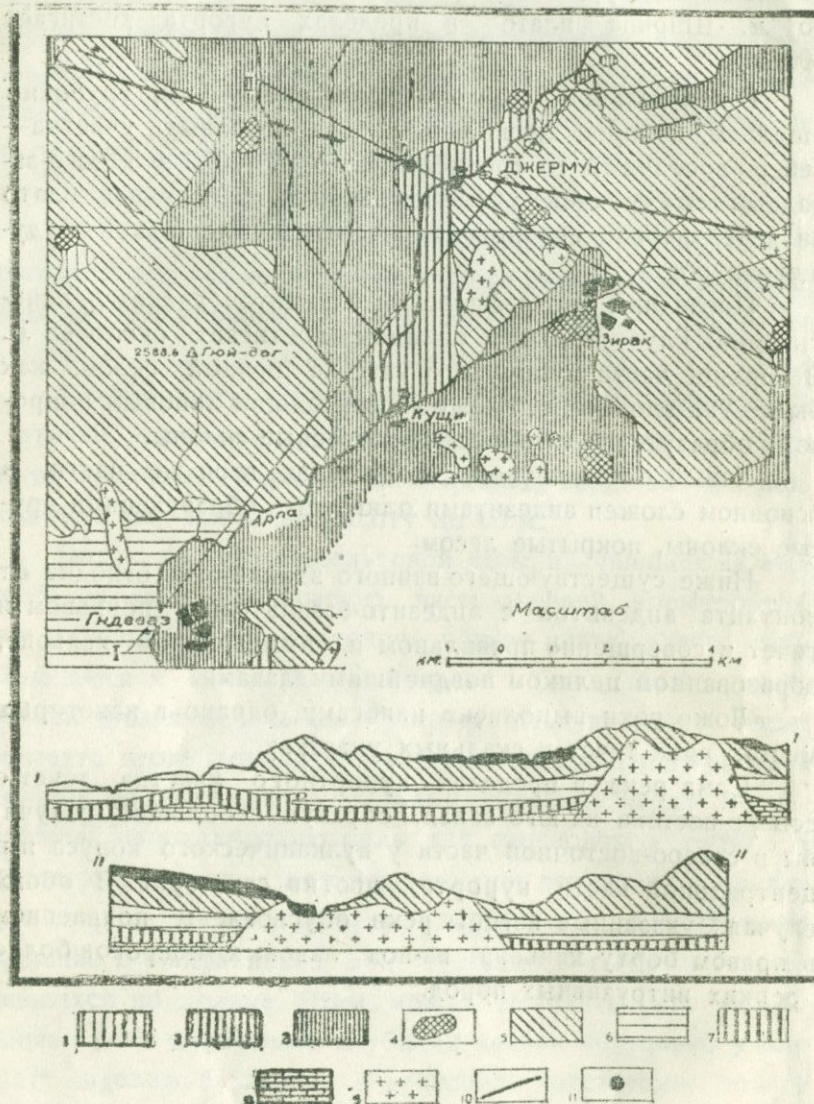
Последним орографическим элементом является каньон реки. Глубина его в среднем достигает около 65 м. В верхней части курортного участка правый склон, как было указано выше, сложен позднейшим лавовым покровом, образующим обрывистые, отвесные склоны.

Левый склон каньона, в пределах этой же части, в основном сложен андезитами олигоцена, образующими крутые склоны, покрытые лесом.

Ниже существующего ванного здания река отходит от контакта андезитов с андезито-базальтовым покровом и течет в совершенно правильном и симметричном каньоне, образованном целиком позднейшими лавами.

Ложе реки вполне наносами, однако в некоторых местах река течет в скальных участках.

Сама река в пределах курортного участка течет с северо-востока на юго-запад, образуя небольшие излучины в северо-восточной части у вулканического конуса и в центральной части курорта, против санатория. В обоих случаях указанные изгибы реки обусловлены появлением в правом борту каньона из-под лавовых покровов более крепких интрузивных пород.



Фиг. 3

Геологическая карта района Джермук.
(По К. Н. Паффенгольцу)

Условные обозначения.

1. Лавы типа Е (лежат на 1-й галечной террасе).
2. Лавы типа Д (лежат на 2-ой галечной террасе).
3. Лавы типа В (лежат на 4-ой галечной террасе).
4. Вулканические конусы (центры излияний)
5. Олигоцен. Андезиты и их туфобрекчии, кварц-порфиры, дацито-липариты и др.
6. Средний и нижний эоцен. Вулканогенно-осадочная толща.
7. Нижний и средний эоцен. Мергели, известняки и песчаники (частью туфогенные).
8. Сенон. Известняки мергелистые (изображены на разрезе).
9. Неоготрузии—гранодиориты, сиениты, монзониты, габбро-диориты и др.
10. Оси антиклиналей.
11. Минеральные источники.

Лавы на геологических профилях объединены и показаны черной заливкой.

4. ГЕОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Геология района. В широких границах района Джермука исключительно большое распространение получают вулканогенные породы эффузивного порядка; породы, связанные с интрузиями, имеют крайне ограниченное развитие и играют подчиненную роль (фиг. 3).

Древнейшие породы занимают юго-западную часть рассматриваемого района, в пределах междуречья р. р. Гергер и Арпа.

К западу от с. Гндеваз большое распространение имеют серые и черные, весьма плотные мелкозернистые туффины, прослаиваемые мергелистыми породами зеленого, серого, зеленовато-серого и желтого цветов. „Породы эти,—как указывает К. Н. Паффенгольц,—состоят из глинисто-известкового материала с примесью туфогенного. Видны остатки фораменифер“ (28).

Из эффузивных пород для рассматриваемого района получают распространение андезиты. Последние, по В. Н. Котляру, представляют собой „миндалевидные плагиоклазовые андезиты, распространенные у с. Гндеваз по р. Арпа. Макроскопически это зеленая или темно-зеленая мелкозернистая порода, со многими белыми миндалинами величиной от 1 мм до 1 см в диаметре, выполненными большей частью белым кальцитом и хлоритом“.

„Под микроскопом—структура порфировая, олигофировая, с явно преобладающей гялопилитовой основной массой, текстура полиминдальная; местами ясно флюидальная. Вкрапленники представлены исключительно плагиоклазом, почти нацело серицитизированным и карбонатизированным.

Основная масса также сильно разложена, местами не прозрачная (первоначальное стекло), видны многочисленные мелкие миндалины (0,03—0,15 мм), возможно, представляющие псевдоморфозы по авгиту (?) и плагиоклазу.

Наблюдается также небольшое количество зернышек магнетита и пирита.

Андезит образует покровы. Они во многих случаях прослаивают толщу туфогенных пород и, по мнению К. Н. Паффенгольца, являются результатом трещинных излияний. Возраст свиты туфогенов и андезитов устанавливается как средне-эоценовый. К северу от указанного комплекса пород получает развитие мощная толща вулканогенных пород олигоцена, представленная андезитами, туфобрекчиями, дацитами и липарито-дацитами. По внешнему виду указанные породы имеют весьма разнообразную окраску, приобретая оттенки зеленовато-серого, коричневатого и красноватого цветов в силу своей значительной разложивности.

Макроскопически эти породы обладают хорошо выраженной порфировой структурой, причем в качестве вкрапленников фиксируются обычно полевые шпаты.

Под микроскопом, по данным К. Н. Паффенгольца (28), структура породы гипокристаллически порфировая. Основная масса чаще всего гиалопилитовая, реже пилотакситовая или витрофировая. Иногда в основной массе и во вкрапленниках плагиоклазов встречается опал (изотропные участки миндалевидной формы с обратной шагреновой поверхностью—преломлением меньше канадского бальзама). Основная масса обычно пелитизирована, грязно-серого и бурого цвета, часто богата мелкорассеянным магнетитом.

Минералогический состав вкрапленников следующий: плагиоклаз, пироксен, амфибол, биотит, в примеси рудный минерал и апатит (иногда буровато-розового цвета). Плагиоклазы обычно относятся к олигоклаз-андезиновому ряду, но есть и более кислые и более основные разновидности. Плагиоклазы иногда имеют микротиновый характер и часто содержат включения стекла; они часто отчетливо зональны, с возрастающей от центра к периферии кислотностью, нередко полисинтетически сдвойникованы и частью резорбированы. Лишь в одном шлифе был встречен и анортотоклаз, слабо пелитизированный. Базальтическая ро-

говая обманка обычно сплошь и нацело опацифицирована; в редких случаях наблюдаются свежие, удлиненные, призматические кристаллы с характерной спайностью и углами погасания около 14° —плеохроизм от светло-зеленовато-коричневого до темно-коричневого и черного. Моноклинный пироксен представлен авгитом и диопсидом, без следов опацификации; местами буроватый, иногда отчетливо зональный. Редко встречаются ромбический пироксен, гиперстен, слабо плеохроирующий, с краев опацифицированный, окраска обычно красновато-бурая. Биотит встречается нередко, совместно с роговой обманкой, причем размеры табличек достигают 2—3 мм и больше; нередко частицы опацифицированы. Соответственно вышеуказанному минералогическому составу андезиты разделяются на рогово-обманковые и авгитово-роговообманковые.

Какой-либо закономерности в распределении отдельных типов указанных андезитов подметить нельзя.

Иного типа андезиты встречаются в бассейне верхнего течения р. Арпа, несколько юго-западнее с. Истису, в районе г. Гюй-даг, а также южнее Джермука, у с. Чайкенд. Указанные андезиты образуют как интрузивные залежи, так и покровы. Представлены они лабрадоровыми, авгитовыми, диопсидовыми и другими андезитами. В возрастном отношении они К. Н. Паффенгольцем в основном связываются с эоценом и занимают лишь низы олигоценовой толщи.

Описанная толща андезитов прослаивается туфами, туфобрекчиями и туфогенными породами, причем указанные породы не обладают постоянством в простираании и переходят взаимно друг в друга и в андезиты.

Олигоценовый возраст описанной „андезитовой“ толщи устанавливается К. Н. Паффенгольцем на основании наличия факта трансгрессивного перекрытия андезитами, при почти горизонтальном залегании, сильно дислоцированных верхне-меловых и согласно с ними залегающих ниже-и средне-эоценовых отложений в восточной части бассейна озера Севан (где упомянутые эоценовые отложения интродуцированы породами габбровой магмы).

Намечаемый перерыв между средним эоценом и нижним олигоценом соответствует, по К. Н. Паффенгольцу, в данном районе пиренейской (по Штилле) орогенической фазе.

Эта же возрастная дата была названа и предыдущими исследователями.

П. Бонне обнаружил многочисленную ниже-олигоценовую фауну к западу от Даралагеца в основании андезитовой толщи, представленной туфогенной фацией.

На олигоценовый возраст этой же вулканогенной толщи, образующей высокое водораздельное нагорье в бассейне верхнего течения р. Арпа, указывал и П. П. Гамбарян.

Наконец, на широкое развитие олигоценовой трансгрессии указывает и Б. Ф. Мефферт (22).

Вторым литологическим элементом, получающим в районе чрезвычайно большое развитие, являются лавы — андезит-базальты и базальты.

В бассейне р. Арпа К. Н. Паффенгольцем (33) констатировано пять лавовых покровов четвертичного времени, из которых первый, по данным того же исследователя, „располагается на заметно дислоцированных верхнетретичных и ниже-четвертичных отложениях. Последний лежит на нижней галечной террасе, а промежуточные три покрова расположены на трех вышележащих речных террасах, отражающих стадии жизни реки“.

„Все лавовые потоки имеют хорошо выраженные центры излияний в виде мовогенных вулканических аппаратов, большей частью кратерных. Лавовые потоки не сопровождаются рыхлыми продуктами извержений и туфами; согласно классификации Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, это будут смешанные, везувияльные вулканы“.

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

Из всех лавовых покровов три—тип В (Ала-гелярский и Гасан-кендский), тип D (Гюлю-Дузский) и тип Е (Гостунский, Айсасинский) занимают в границах рассматриваемого района большее или меньшее распространение.

Лавы типа В (тип Ала-гелярский и Гасан-кендский).

Лавы этого покрова 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, до 100—150 м. Лавы обладают хорошо развитой столбчатой отдельностью в нижних частях покрова, переходя вверху в глыбовую и крупно-столбчатую.

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

Подробное их макроскопическое и микроскопическое описание приводится несколько ниже, при изложении геологического строения непосредственно курортного участка.

Лавы типа D (тип Гюлю-дузский).

Лавы этого типа, по указанию К. Н. Паффенгольца, 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, и опускаются по реке до с. Куши.

Мощность покрова доходит до 60—65 м. Нижняя часть покрова обычно обладает хорошо развитой столбчатой отдельностью; средняя часть—мелко-неправильно вытянутой столбчатостью и в верхней части—крупной, короткостолбчатой отдельностью, переходящей иногда в глыбовую. Все описанные три типа отдельности встречаются в наиболее мощной части покрова, в более тонких частях средняя обычно выпадает. По внешнему виду лавы представлены породами серого и темно-серого цвета.

Микроскопическое описание приводится несколько ниже, при характеристике лав курортного участка.

Лавы типа Е (тип Гостунский и Айсасинский).

Указанные лавы являются наиболее молодыми в исследованном районе и расположены на первой галечной террасе. „Центры извержений лав этого типа, как указывает К. Н. Паффенгольц (33), находятся в разных участках, причем они нередко сидят на лавовых полях прежних типов“. Для образца этого лавового покрова, взятого у с. Алагез, тот же исследователь приводит следующее описание:

„Макроскопически порода представляет черно-серую и черную среднепористую лаву с весьма редкими вкраплениями полевых шпатом. 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 измерению, 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 покровы бассейна 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 межледниковыми 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 рисс-вюрмскую межледниковую эпоху. Наконец, излияние лав типа Е — в послеледниковую, современную эпоху, т. е. доисторический человек, как пишет К. Н. Паффенгольд, возможно, был свидетелем последних лавовых излияний, „и, может быть, миф о разрушенных городах Моз и Алагез в бассейне р. Вост. Арпачай связан с последними вспышками вулканической деятельности“ (33).

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

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.

Породы неогитрузий представлены произвольными

гранодиоритовой магмы—гранодиоритами, кварцевыми диоритами, авгитовыми диоритами и др.

Интрузии представлены обычно штокообразными телами, прорывающими третичную толщу вулканогенных пород.

Наиболее многочисленная группа интрузивных тел расположена несколько юго-восточнее с. Куши, а наиболее крупная интрузия—по площади—между с. Куши и минеральными источниками Джермук. ✓

Макроскопически порода этой интрузии (средней ее части), по К. Н. Паффенгольцу, массивного сложения, серого цвета, средне и более или менее равномерно зернистая.

Под микроскопом структура гипидиоморфная, с наблюдающимися иногда мондонитовыми участками. Минералогический состав следующий: анортоклаз, плагиоклаз (андезин), моноклинный пироксен и кварц. Кроме того, в незначительном количестве встречен биотит, магнетит и пирит (?); вторичные минералы представлены небольшими количествами грязно-бледно-зеленого амфибола и хлорита, сфен и апатит встречены в количестве лишь нескольких зернышек" (34).

Ряд мелких интрузивных тел фиксируется в районе самого участка курорта. Характер пород остается тем же; более подробно на описании их остановимся несколько ниже.

В связи с внедрением гипобиссальных пород и последующей интенсивной гидро-термальной деятельности наблюдаются обширные участки каолинизированных, окварцованных и пиритизированных пород.

Геология курортного участка. Коснемся геологического строения непосредственно участка выхода минеральных источников Джермук (фиг. 4 и 5).

Древнейшими породами, обнажающимися в пределах последнего, являются сильно измененные туфы и андезиты олигоценового времени.

Указанные породы слагают ограниченную часть лево-

го склона ущелья р. Арпа, выше моста. Под влиянием более позднего внедрения гранодиоритовой магмы в толщу указанных пород и последующей гидротермальной деятельности туфы претерпели значительные изменения—они были каолинизированы, окварцованы, а иногда, как указывает В. Н. Котляр, алунитизированы (14).

Породы имеют темную или темно-коричневую окраску, местами сильно заохрены, несут широко развитую, иногда глубокую трещиноватость. Наиболее ясно видна трещиноватость по тому же левому берегу, в 80—100 м выше моста.

Простирание трещин в подавляющем большинстве северо-восточное ($10-35^{\circ}$), реже северо-западное. Падение на юго-восток, юго-запад и северо-запад, под углом, обычно, превышающим 75° .

Из трещин во многих случаях сочится минеральная вода, оставляя железистые, красноватые и желто-охристые натеки. В некоторых случаях у трещин располагаются небольшие скопления травертина.

Под микроскопом андезитовые породы выглядят следующим образом.

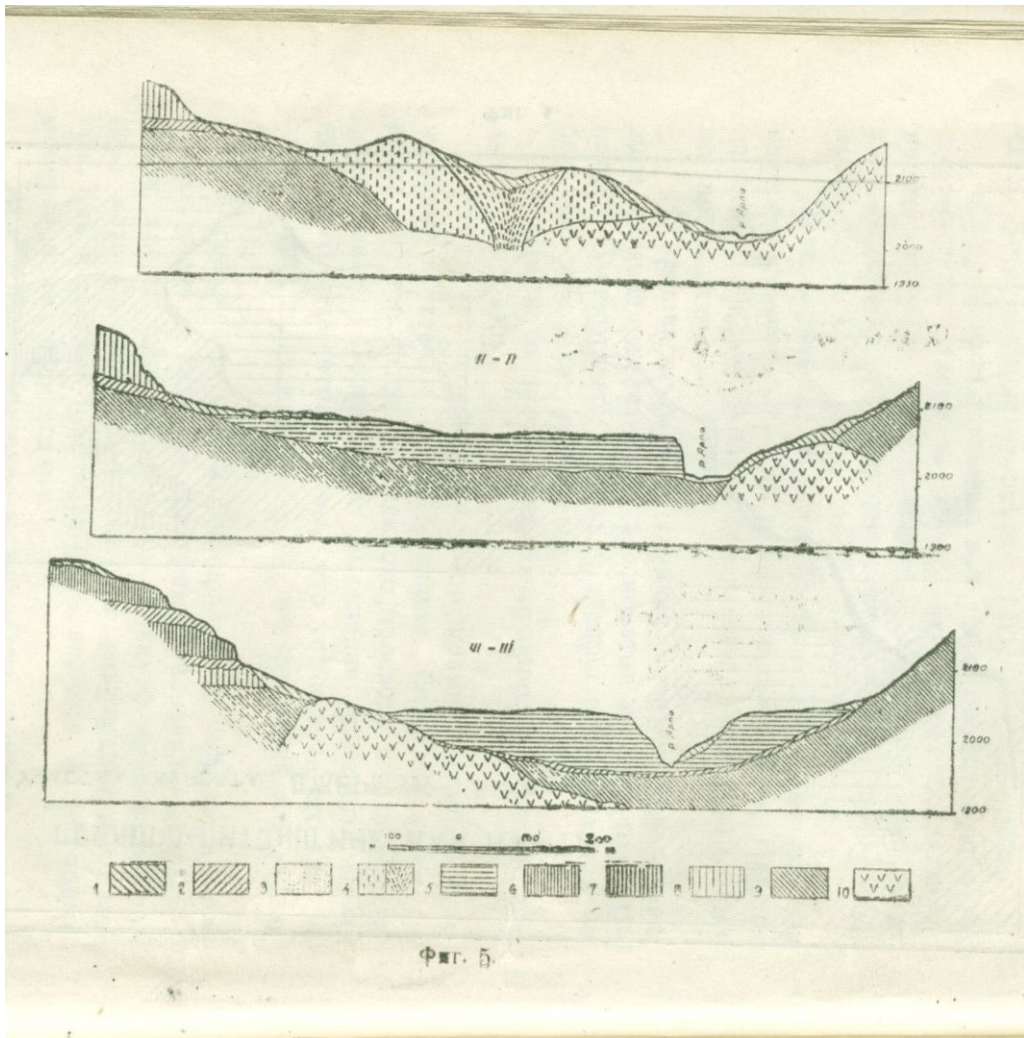
Структура порфировая. Порфирами являются идиоморфные кристаллы полевого шпата. Основная масса состоит из микролитов измененного полевого шпата и аморфной массы. Порфировые выделения полевого шпата настолько серицитизированы, что установить его тип не представляется возможным. Это же относится и к микролитам.

В качестве вторичных минералов в породе присутствуют кварц, в виде ксеноморфных, неправильных мелких зерен, хлорит, серицит, в малом количестве окислы железа, которые образовались за счет разложения как цветных, так и светлых (бесцветных) минералов. Акцессорным минералом является апатит.

Аналогичное описание может быть приведено и для другого образца этой породы, взятого в северной части участка, на правом берегу реки.



Фиг. 4.



Разрезы к схематической геолого-литологической
карте участка курорта Джермук

1. Делювий современный
2. " древний
3. Аллювий
4. Шлаки и шлаковые лавы-андезито-базальты, четвертичные
5. Андезито-базальты, четвертичные
6. Базальты—III покров
7. " II покров
8. " I покров
9. Олигоцен. Андезиты, порфиры биотитовые, окварцованные
10. Диориты, кварцевые диориты, габбро-диориты.

Структура порфировая. Порфировыми вкрапленниками являются идиоморфные зерна пироксена и реже полевого шпата, которые составляют около 3—5% всей массы.

Основной базис представлен продуктами разрушения полевых шпатов, пироксена и рудных минералов. Полевой шпат вкрапленников также изменен, вследствие чего затруднительно определить характер полевого шпата (по углу угасания определяется как кислый плагиоклаз). Пироксен моноклинный, представленный идиоморфными зернами, по углу угасания определяется как диопсид, авгит. Вторичным минералом является окись железа.

Эти породы в основном слагают древнюю корытообразную долину (см. орографический очерк), образуя левый высокий склон речного ущелья, поднимающийся до водораздела р. р. Арпа и Писянчай.

На правом берегу эти породы, в пределах рассматриваемого участка, почти не обнажаются, за исключением небольшого выхода в крайней северной его части, где они получают чрезвычайно ограниченное распространение.

Следующими по возрасту являются интрузивные породы—сюда относятся гранодиориты, кварцевые диориты и габбро-диориты. Все они, повидимому, теснейшим образом связаны между собой, представляя ряд близких друг к другу переходов и разностей.

В виде кварцевого диорита эти породы обнажаются в северной части участка, у подножья четвертичного вулканического конуса, выходя у его южного склона, поднимаясь на высоту 10—15 м над уровнем реки.

Под микроскопом эта порода выглядит следующим образом.

Структура гранито-порфировая. Порфировыми вкрапленниками являются призматические кристаллы полевого шпата, измененные ксеноморфные зерна пироксена и кварца.

Остальная часть представлена мелкими кристаллами полевого шпата, зернами пироксена и рудным минералом, изредка встречаются зерна биотита.

Полевой шпат вкрапленников и основной массы определяется как кислый плагиоклаз—олигоклаз-андезин (№ 28—45) и составляет около 90—92% общей массы. Часто встречаются двойники по карлсбадскому закону и полисинтетические двойники. Они часто серицитизированы и хлоритизированы. Пироксен моноклинный, по характеру угла погасания определяется как авгит, лишь отдельными участками он сохранился в свежем состоянии, в остальной части хлоритизирован. Пироксен в общей массе составляет до 5%, кварц занимает около 2—3% общего поля. Вторичными минералами являются хлорит и окись железа. Порода определяется как хлоритизированный кварцевый диорит.

Выходы аналогичной породы фиксируются на левом берегу реки почти против указанных обнажений. Она темного цвета, сильно разбита трещиноватостью, несет намечающуюся параллелепипедальную отдельность, обнажается в виде обрывистых скалистых массивов и, повидимому, имеет общие корни с выходами кварцевых диоритов на правом берегу.

Следующий выход пород этого типа, определяемых как габбро-диорит, расположен в 450 м выше моста. Под микроскопом он выглядит следующим образом.

Структура офитовая. Порода состоит из плагиоклаза, составляющего до 75—80% всей массы, моноклинного пироксена до 15%. В качестве вторичных минералов в породе присутствуют: биотит, серицит, рудный минерал и в небольшом количестве хлорит. Из акцессорных минералов—апатит.

Полевой шпат—плагиоклаз ряда лабрадора (№ 55—60) представлен в шлифе в виде идиоморфных призматических зерен, очень часты двойники по карлсбадскому и полисинтетическому закону, состоят из довольно широких полосок. Плагиоклаз частично хлоритизирован и серицитизирован. Определяется как лабрадор на основании угла погасания в симметричной зоне по разрезу и по показателю преломления.

Пироксен моноклинный, зерна ксеноморфные, по ха-

рактору погасания относятся к диопсиду и авгиту, частично изменен, образуя вторичный биотит и окись железа. Биотит, в свою очередь, тоже изменен. Вследствие того, что рудный минерал вторичный и образовался за счет цветных минералов—распределен в породе неравномерно.

В метрах 250 выше моста, на правом и левом берегах реки, снова обнажается порода того же типа. На правом берегу эти породы образуют выступ, отклоняющий резко реку на юг, заставляя ее делать петлю. Поверхность диоритов правого берега сглажена и перекрывается древними аллювиальными отложениями.

Более обширную площадь занимают габбро-диориты и диориты в пределах выхода источников так называемой „дальней группы“ за №№ 24, 25, 26, 27, 28 и 29. Эти породы прослеживаются под наносами рядом заложённых здесь буровых скважин №№ 2, 3, 4 и 5.

Наконец, кварцевый диорит встречен в виде небольшого участка, расположенного на склоне несколько выше плато, на правом берегу реки, у выхода источников т. н. „ближней группы“. В границах этого участка заложены скважины №№ 7, 7а, 8 и 9, из которых последняя дает минеральную воду.

Шлиф породы, взятый из скв. № 8 с глубины 22 м, под микроскопом дает следующую картину.

Структура гипидиоморфная. Порода состоит из кислых плагиоклазов, которые составляют около 90—95% всей породы, кварц 1—2%, биотит в незначительном количестве, из вторичных минералов—хлорит, серицит, окись железа.

Полевой шпат определяется как кислый плагиоклаз № 30—45, (олигоклаз — андезин). Кристаллы имеют призматическую форму; в некоторых случаях они ксеноморфны и имеют волнистое погасание. Часто встречаются полисинтетические двойники с неширокими полосками, слабо серицитизированы. Кварц встречается в виде агрегатов ксеноморфных зерен. Из цветных минералов—биотит, в виде призм, в незначитель-

ном количестве. Блотит хлоритизирован и переходит в хлорит и окись железа. Акцессорным минералом является апатит.

Описанная порода, по подавляющему количеству в ней полевого шпата и др. бесцветных минералов, может быть отнесена к лейкократовому кварцевому диориту. К такому же типу пород, по данным Мирали Кашкая, относятся и интрузивные породы в долине р. Тертер, у курорта Исти-су в Азербайджане (10).

Следующая группа пород по возрасту представлена покровами андезито-базальтовых и базальтовых лав, располагающихся на различных высотных отметках, отвечая этим разным возрастным соотношениям.

Наиболее древние лавовые покровы, относимые К. Н. Паффенгольцем к типу В, соответствующие гюнц-миндельскому межледниковому времени, в пределах курорта располагаются на высоких отметках, слагая правый склон древней долины реки, поднимаясь над плато на высоту до 150 м и до 220 м над уровнем реки. Описываемые лавы представлены тремя покровами. Излияние их во времени разделялось некоторым затишьем вулканической деятельности, в течение которого каждый последний излившийся покров успевал перекрыться плащом наносов. В настоящее время эти наносы, являясь водоупором, позволяют наметить три горизонта подземных вод, выходящих у подошвы каждого лавового покрова (фиг. 8). Это особенно наглядно видно в юго-западной части курортного участка как по левому борту ущелья, открывающегося в сторону с. Исти-су, так и по склону ущелья над плато.

Верхние два покрова вырисовываются вполне ясно и отчетливо, нижний, третий, замаскирован наносами и обнаруживается лишь в некоторых местах. По внешнему виду описываемые базальты крайне похожи друг на друга. Обычно это плотные породы темно-серого цвета, приобретающие иногда пузыристо-пористое строение. В большинстве случаев наблюдается хорошо развитая крупно столбчатая отдельность, по плоскостям которой порода часто имеет железисто-бурую окраску.

Под микроскопом порода первого, верхнего, покрова дает следующую картину.

Структура микролитовая (порфировая). Основная масса представлена микролитами полевого шпата, аморфным базисом и мелкими агрегатами пироксена. Полевой шпат определяется как лабрадор на основании показателя преломления и угла погасания с N'p. Порфирами являются ксеноморфные мелкие агрегаты моноклинного пироксена, которые составляют около 2—3% общей массы.

Пироксен определяется как авгит. Указанный минералогический состав позволяет породе отнести к базальтам.

Аналогичную картину под микроскопом представляет порода второго, нижележащего покрова.

Структура порфировая. Порфирами являются идиоморфные кристаллы полевого шпата и ксеноморфные пироксены, которые составляют приблизительно 15—20%. Остальная часть представлена микролитами полевого шпата, мелкими зернами пироксена, аморфной массой в небольшом количестве и рудным минералом (окись железа).

Полевой шпат в породе составляет приблизительно 90—95%, определяется как плагиоклаз № 50—58 (лабрадор) на основании угла погасания с N'p и по углу погасания в симметричной зоне. Часты двойники по карлсбадскому закону. Пироксен—моноклинный и ромбический, составляет приблизительно 5—10%, определяется как авгит и гиперстен (немного) по характеру угла погасания. Рудный минерал первичный. В силу минералогического состава порода определяется как базальт.

К более кислым лавам относятся породы 3-го, нижнего, покрова. Под микроскопом это—порода, обладающая порфировой структурой. Порфирами являются идиоморфные кристаллы полевого шпата, ксеноморфные агрегаты пироксена и очень редкие зерна кварца, они составляют приблизительно 5% всей массы. Остальная часть представлена аморфным базисом, окрашенным в бурый цвет—продуктом разложения рудного минерала, очень мелкими микролитами полевого шпата и рудными минералами.

Полевой шпат порфиров и основной массы определяется как кислый плагиоклаз—олигоклаз-андезин (№ 25—30), по углу погасания и показателю преломления.

В качестве цветных минералов в породе присутствуют пироксен и редкие зерна биотита. Пироксен определяется как диопсид-авгит по характеру погасания. Вторичными минералами являются рудный минерал и немного хлорита. Порода определяется как андезит.

Как велико площадное распространение этих трех лавовых покровов, сказать трудно, во всяком случае, на склоне ущелья они обнажаются все три, выше склона, на плато, площадь распространения верхнего, первого, покрова достигает нескольких кв/км.

В пределах левого склона ущелья р. Арпа эти лавы не сохранились и, как было указано выше, этот склон целиком сложен олигоценowymi андезитами, туфами и прорывающими их гранодиоритами.

К продуктам более поздней вулканической деятельности относится лавовый покров, заполняющий древнее ущелье реки, образуя прекрасное правобережное плато и современный каньон реки (по К. Н. Паффенгольцу—лавы типа Д).

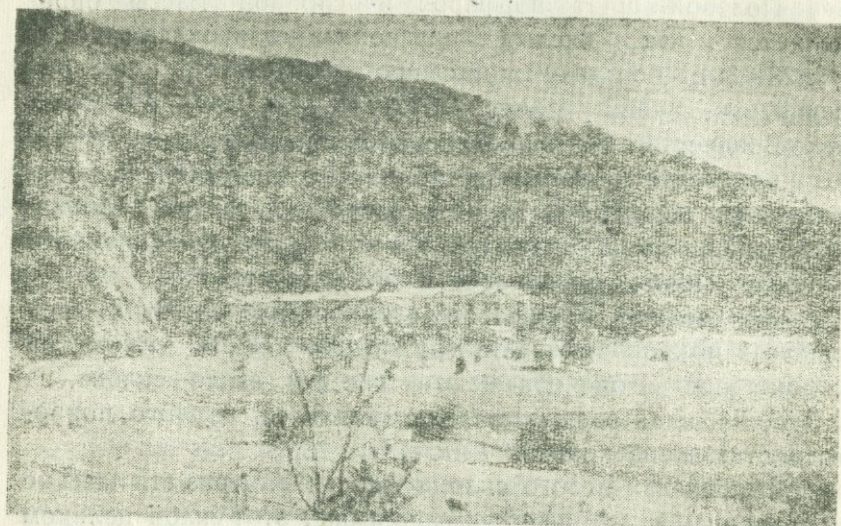
В пределах курортного участка, в северной краевой его части располагается вулканический конус, из которого изливался этот лавовый поток.

Конус имеет форму неправильной, угловатой подковы, открытой на юго-запад. Нижняя часть склонов конуса сложена шлаковыми образованиями, верхняя—более массивными лавами серого цвета, иногда плотными, иногда пузыристыми.

Образцы пород, взятые в нижней части склона конуса, у его юго-восточного выступа и в вершинной части, отличаются несколько друг от друга по своему составу.

Образец, взятый у подошвы, под микроскопом дает следующую картину.

Структура порфировая. Порфировыми вкрапленниками являются полевой шпат и пироксен, которые составляют



Фиг. 6. Вид ущелья р. Арпа на юго-запад. Плато

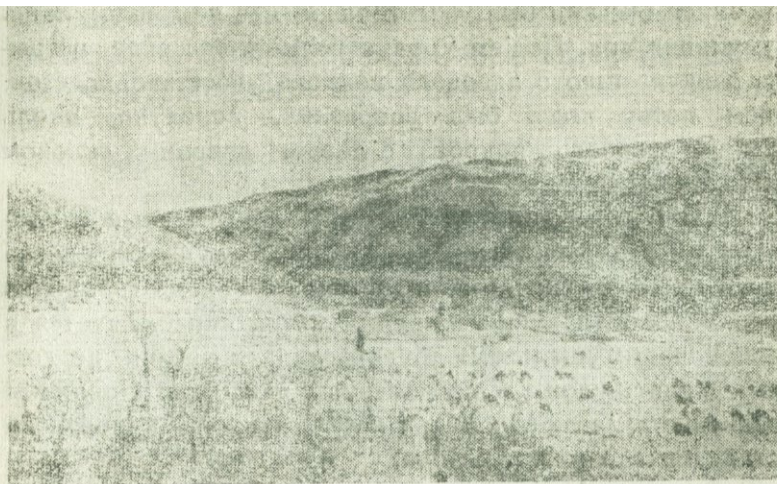
около 5—8% общей массы. Остальная, основная часть представлена микролитами полевого шпата, мелкими ксеноморфными зернами пироксена и аморфной массой, в которой равномерно распределены мелкие зерна рудного минерала.

Полевой шпат определяется по углу угасания как лабрадор (№ 53—55). Наряду с лабрадором в основной массе встречаются зерна андезина. Кристаллы полевого шпата не разрушены, наблюдается сдвойникование по карлсбадскому и сложному закону. Пироксен моноклинный, по характеру угла угасания определяется как авгит. Порода определяется как базальт.

Образец, взятый на вершине конуса, под микроскопом дает несколько иную картину.

Структура порфировая. Порфировыми вкрапленниками являются призматические зерна полевого шпата, биотита и ксеноморфные зерна пироксена. Они составляют 3—5% общей массы.

Основная масса представлена микролитами полевого



сложенное позднейшими андезито-базальтами.

шпата, аморфным базисом темного цвета и мелкими зернами пироксена.

Вкрапленники, микролиты полевого шпата определяются как андезин-лабрадор (№ 48-55), встречаются и редкие зерна альбита, последние определены по их показателю преломления и по углу погасания.

Моноклинный пироксен относится к ряду диопсид-авгита; в породе содержится в очень небольшом количестве. Биотит представлен редкими призматическими зернами с очень резким плеохронизмом. Вторичным минералом является окись железа.

Порода определяется как андезито-базальт.

Излившийся из конуса лавовый поток заполнил нижнюю часть древнего глубокого ущелья и направился по последнему далее на юго-запад, достигнув широты с. Куши.

Эти лавы, несомненно, перепрудили существовавшую древнюю реку, создав выше вулканического центра озеро.

Повидимому, в некоторый период своей жизни обра-

зовавшийся бассейн был бессточным и в нем шла лишь аккумуляция вод. Подъем уровня воды в бассейне на высоту, равную высоте лавового покрова, восстановил сток, причем поток воды был направлен, вероятно, вдоль контакта лавового покрова с левым древним склоном ущелья.

Последующая эрозия образовала современный глубокий каньон реки, достигнув в некоторых случаях древнего речного ложа, сложенного породами олигоцена (пропилив нацело молодой лавовый покров), как это наблюдается в северной части ущелья. В других случаях эрозия не достигла древнего ложа и современная река течет целиком в позднейших лавах (в южной части каньона курортного участка, ниже ванного здания).

Описываемый лавовый покров образует прекрасное плато, примыкающее к правому склону. Оно и является основной площадкой, где разместится будущий курорт (фиг. 6).

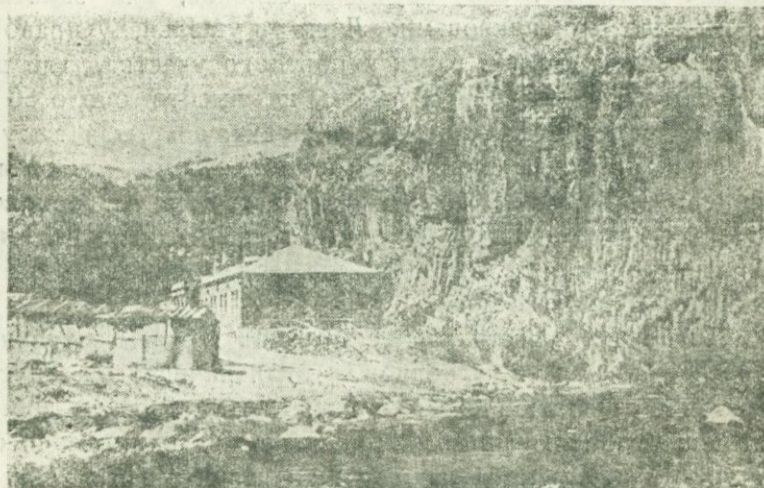
По внешнему виду природа этого лавового покрова не отличается от более древних базальтов, слагающих правый склон над плато.

Это — порода серого цвета, плотная, иногда пузыристо-пористая, в пределах покрова хорошее развитие получает отдельность. Верхняя часть несет крупностолбчатую, короткую, полиэдрическую отдельность, центральная часть покрова представлена неправильной мелкостолбчатой отдельностью, напоминающей брекчиевидную. Эта разновидность отдельности является наиболее крепкой и устойчивой при выветривании. Во многих случаях она образует нависающие карнизы, своды арок и т. д., так как располагающаяся ниже часть лавового покрова образует снова длинную столбчатую отдельность, более легко подвергающуюся разрушению и вываливанию. (фиг. 7).

Образцы, взятые из описываемого лавового покрова, всюду дают однотипную картину, характеризуя породу как андезито-базальт.

Под микроскопом она выглядит следующим образом. Структура порфировая, порфировыми вкраплениями

являются призматические зерна полевого шпата, кварца и зерна моноклинового пироксена. Они составляют около 7—10% общей массы, которая представлена аморфным базисом, окрашенным в бурый цвет—продуктом разложения



Фиг. 7. Каньон р. Арца (правый склон) у ванного здания.

рудного минерала. В основной массе встречаются в незначительном количестве микролиты полевых шпатов и рудный минерал.

Полевой шпат вкрапленников определяется как андезин-лабрадор (№ 45—60) по углу погасания в симметрической зоне.

Часто встречаются двойники полевого шпата по карлсбадскому закону. Кварц по внешнему виду очень похож на полевой шпат и только при помощи коноскопии и по показателю преломления эти зерна определяются как одноосный положительный минерал—кварц.

Моноклинный пироксен представлен мелкими ксеноморфными зернами и по характеру угла погасания относится к авгиту.

По возрасту описываемый лавовый покров, согласно стратиграфическому делению К. Н. Паффенгольца, отно-

сится к рисс-виормской межледниковой эпохе. Мощность его в пределах курортного участка достигает 60—65 м.

Более поздними и современными отложениями являются террасовые. Древние террасы почти не сохранились, они или размыты в силу крутизны склонов, или замаскированы лавовыми покровами. Лишь в ущельи, у правого склона, в центральной части курортного участка, где река делает к югу глубокую петлю, на высоте около 30 м над рекой имеется небольшая площадка, покрытая валунно-галечными отложениями. Последние, видимо, лежат на кварцевых диоритах, обнажающихся у реки с верховой стороны выступа. По своему петрографическому составу они принадлежат, в основном, к породам андезитового и гранодиоритового состава.

Небольшой участок более молодой террасы сохранился в северной части, у подножья вулканического конуса, с восточной и южной его стороны. Высота террасы достигает 5 м и протягивается вдоль реки на протяжении от 150 до 300 м. Сложена она крупной галькой изверженных пород, реже встречаются валуны. Весь этот обломочный материал сверху достаточно прочно сцементирован травертином.

В других местах древних террасовых отложений не наблюдается.

Русло реки выше моста выполнено галькой, по обоим берегам располагаются современные пойменные террасы, поднимающиеся над урезом воды на 0,5—1 м, сложены они валунно-галечным материалом с крупно-песчаным заполнением.

Течение реки довольно быстрое и последняя, разделяясь иногда на небольшие рукава, образует маленькие островки.

В заключение необходимо упомянуть о делювиальных наносах, прикрывающих довольно мощным покровом плато и пологие части склонов. Особо широкое развитие они получают на плато, где под почвенным слоем лежат, обычно, супеси, переполненные щебнем; ниже, на глубине 1—1,5 м супесь переходит в бурые и желтовато-бурые довольно

плотные глины. ✓ Мощность наносов на плато достигает 2,5—4 м. Ближе к склонам характер наносов меняется—увеличиваются количество и величина обломочного материала и возрастает их мощность.

У подножья скалистых обрывов в ущельях наблюдаются мощные скопления крупных обломков андезито-базальтов, покрытых с поверхности зеленовато-серым лишайником. Нагромождения обломков зачастую переходят в скопления скал, придавая ущелью дикость и суровость. Левый склон ущелья покрыт густой зарослью низкорослого дубняка и кустарника, спускающегося к самой реке.

Узкая долина реки поросла ивняком, тростником и отдельными чахлыми березами. Ниже ванного здания, у бровки каньона приютились рябина и дикие фруктовые деревья, придавая склону в осенние дни исключительную своеобразную прелесть.

5. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Гидрогеологические особенности района определяются его геологическим строением и теми метеорологическими чертами, которые присущи вообще этому высокогорному участку Армении. Совершенно особо стоят глубинные, термальные минеральные воды, составляющие заслуженную древнюю славу Джермука, происхождение которых и появление на дневной поверхности обязано иным факторам, на которых остановимся несколько ниже.

Пресные воды. Как было указано уже выше, рассматриваемый район почти нацело сложен вулканогенными породами—туфами, туффитами, лабрадоровыми, авгитовыми, авгито-гиперстеновыми и другими андезитами. Наличие этих формаций определяет и тип вод. В районе развития древних эффузивных пород господствуют воды делювиального типа. Последние обычно приурочены к контакту коренных вулканогенных пород с наносами. В некоторых случаях выходы воды связываются с верхней трещиноватой зоной, прикрытой делювием. Эти воды не выделяются отдельно, т. е. они по сути относятся к тому же типу и

заполняют при циркуляции лишь поверхностную выветрелую зону изверженных пород.

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. Выход источников приурочен обычно к небольшим пологим площадкам и заболочен.

Воды эти довольно хорошего качества, сухой остаток их колеблется в пределах до 100 мг/л, жесткость незначительная. В силу ограниченного дебита они не могут иметь практического значения и используются лишь в редких случаях.

Несравнимо большее значение приобретают воды другого характера—трещинные, связанные обычно с покровами андезито-базальтовых лав четвертичного времени. Занимая огромные пространства, лежащие на абсолютных отметках от 2200 до 3000 м, лавы, в силу характера своей отдельности, легко опускают воды, выпадающие в виде гидрометеоров вниз, аккумулируя их в своих нижних частях на контакте с подстилающими обычно древними наносами.

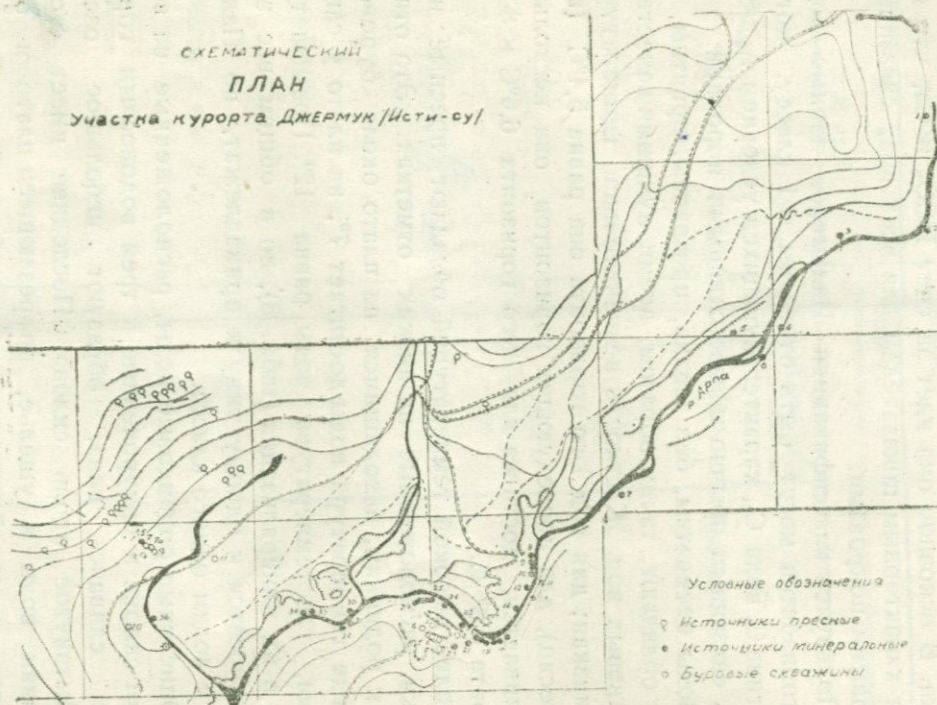
Дальнейшие фильтрационные пути вод меняются с вертикальных на горизонтальные и следуют уклону водонепроницаемого контакта. Воды обычно появляются в виде источников в ущельях, являющихся естественным дренажем.

Явления такого порядка можно наблюдать в пределах курортного участка на склоне, обращенном на восток и юго-восток, над плато.

Склон сложен тремя покровами андезито-базальтов, прослаиваемых, повидимому, наносами, являющимися водопором, что наглядно подтверждается наличием трех водоносных горизонтов, хорошо фиксирующихся на склоне в виде источников (фиг. 8).

Дебит их значителен и достигает порядка нескольких сот литров в секунду.

СХЕМАТИЧЕСКИЙ
ПЛАН
Участка курорта Джермук (Исти-су)



Фиг. 8

Бассейном питания этих вод является высокогорная равнинная часть, расположенная к западу.

В химическом отношении эти воды достаточно характеризуются приводимыми ниже анализами (табл. 2).

Как видно из прилагаемой таблицы, общая минерализация вод ничтожна и достигает максимально 80 мг/л сух. остатка. В основном она идет за счет HCO_3 и Са, что является характерным показателем для всех вод, связанных с лавовыми покровами.

Пользуясь классификацией Пальмера, данные воды трех горизонтов могут быть отнесены к 1 классу, когда $S < a$ (типа С, вида C_1 , характеризующихся условием $A_2 > S_1$), водам, связанным обычно с изверженными породами.

Воды бесцветны, без запаха, прозрачны, приятны на вкус, обладают, таким образом, всеми лучшими качествами питьевых вод. Жесткость незначительна. Температура воды низкая; для вод 1-го горизонта она равна $5,4^\circ\text{C}$ (август месяц), для последующих горизонтов она несколько увеличивается, достигая для 2-го горизонта $6,6^\circ\text{C}$ и 3-го горизонта $6,8^\circ\text{C}$.

Более высокой температурой обладают пресные источники, расположенные на низких отметках. Это относится к родникам, находящимся на плато около буровой № 7, где температура воды достигает 7° , на плато у санаториума, где температура воды равна 12° . Повышается также и их минерализация (табл. 3), но в общем все эти воды относятся к одному типу и принадлежат, по Пальмеру, к водам одного класса.

Описанные родниковые воды, расположенные на восточном склоне и приуроченные к трем водоносным горизонтам, сливаясь вниз, образуют небольшое озеро, вытянутое вдоль склона. Последнее имеет сток, сбрасывая воды в ущелье, прорезающее плато и образующее в своей конечной устьевой части, в ущельи р. Арпа, красивый водопад, разбивающийся на тысячи мелких пенных струй, сбегаящих по каменистому ложу (фиг. 9).

Таблица 2

Место взятия пробы	Первый горизонт			Второй горизонт			Третий горизонт			
Д а т а	15—VIII—1939 г.			15—VIII—1939 г.			15—VIII—1939 г.			
№ № проб.	1			2			3			
	мг/л	мг/экв	мг/экв ‰	мг/л	мг/экв	мг/экв ‰	мг/л	мг/экв	мг/экв ‰	Найдены по разности
K ⁺ } Na ⁺ }	—	0,11	12,2	—	0,20	23,2	—	0,17	16,0	
Ca ⁺⁺	11,0	0,55	61,8	8,5	0,42	48,8	10,5	0,52	49,2	
Mg ⁺⁺	3,0	0,24	26,0	3,0	0,24	28,0	4,5	0,37	34,8	
		0,90	100		0,86	100		1,06	100	
Cl ⁻	2,0	0,05	5,8	3,1	0,08	8,8	3,1	0,08	7,2	
SO ₄ ⁼⁼	следы	—	—	следы	—	—	следы	—	—	
HCO ₃ ⁻	52,0	0,85	94,2	48,0	0,78	91,2	60,0	0,98	92,8	
		0,90	100		0,86	100		1,06	100	
Сухой остаток (120°)	70,0			64,0			80,0			
1-я кислотн. . . ‰		6,0			8,8			7,2		
2-я »		—			—			—		
3-я »		—			—			—		
1-я щелочи. . . ‰		6,2			14,4			8,8		
2-я »		87,8			76,8			84,0		
3-я »		—			—			—		
Жестк. в нсм. . .										
гр.		2,2			2			2,6		
Цвет		б/ц			б/ц			б/ц		
Запах		б/з			б/з			б/з		
Вкус		б/в			б/в			б/в		
Прозрачность . .		прозр.			прозр.			прозр.		
Т-ра воды по С .		5,4°			6,6°			6,8°		

Таблица 3

№ № по порядку	Наименование источника и его расположение	t °C	Окисл. в мгр. на литр.	Жесткость в нем. гр		NH ₃	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	Cl в мгр/л	HCO ₃ в мгр/л	Сухой остаток в мгр/л	Примечания
				Карбо- нати.	Общая							
1	Источник, расположенный на плато у буровой № 7	7,0°	0,54	1,73	2,07	Нет	Нет	Нет	4,0	37,8	54,0	Вода, совершенно прозрачная
2	Источник, расположенный на плато, в нижней части склона (против санатория)	7,0	0,72	2,34	3,25	"	"	"	4,0	101,8	—	
3	Источник, расположенный на плато, около санатория	12	1,01	2,35	2,69	"	"	"	4,0	44,8	98,0	Вода, совершенно прозрачная
4	Источник, расположенный на правом берегу реки, ниже ванного здания (у базальтовой арки)	—	—	—	—	"	"	"	4,0	35,1	—	



Фиг. 9. Водопад.

Наличие в достаточном количестве прекрасных питьевых вод может полностью обеспечить не только нужды всего будущего курорта, но, до некоторой степени, может быть использовано и уже используется для нужд энергетики.

Минеральные воды. Совершенно особое место занимают минеральные воды Джермука, являющиеся струями глубинных термальных вод (фиг. 8).

Переходя к описанию состояния источников в 1938—1939 г.г., т.е. перед началом гидрогеологических изысканий, необходимо отметить следующее обстоятельство.

Существовавшее разделение источников по их расположению на „ближнюю“ и „дальнюю“ группы, в зависимости от расстояния к с. Исти-су, в настоящее время утратило свой смысл, так как центром растущего курорта стало не селение Исти-су, а сам курорт, а поэтому вся ситуация источников в дальнейшем будет определяться их расположением от последнего. Рациональнее их разделить на следующие две группы: источники ущелья р. Арпа и источники правобережного плато.

Большинство источников концентрируется в пределах ущелья реки, располагаясь то у правого, то у левого берега на протяжении около 2,5 км.

Очень многие из них представляют ничтожные струйки минеральной воды, сочащиеся из трещин, образующие у выхода железисто-охристые налеты, а иногда небольшие отложения травертина в виде слоистых корок малой мощности. Иногда у трещин имеются мелкие углубления в виде небольших бассейнов, где вода накапливается, образуя небольшой излив через край такого вместилища. 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 площади.

Остановимся вкратце на описании имеющихся выходов

Анализ воды минерального источника № 5

Аналитик Б. Л. Африкан. Проба взята 17/VIII
1940 г. Т-ра воды 17° С, воздуха 25° С. Дебит
23000 л в сутки.

Таблица 4

В 1 кг воды содержится:

В г р а м м а х			В и о н а х				
	1937 г.	1940 г.		Граммы	Милл. ионы	Милл. экв.	Милл. экв. ‰
Окись натрия . . .	—	0,1123	Ион натрия	0,0833	3,6222	3,6222	48,66
" калия . . .	—	0,0191	" калия . . .	0,1059	0,4066	0,4066	5,46
" аммиака . . .	нет	нет	" аммония . . .	нет	—	—	—
" магния . . .	0,0362	0,0259	" магния . . .	0,0156	0,6414	1,2829	17,23
" кальция . . .	0,0744	0,0533	" кальция . . .	0,0424	1,0581	2,1163	28,43
" стронция . . .	—	слаб.	" стронция . . .	слаб.	—	—	—
" бария . . .	—	следы	" бария . . .	слабды	—	—	—
Закись марганца . . .	—	0,00027	" марганца . . .	0,00021	0,0038	0,0076	0,10
" железа . . .	0,00114	0,00032	" железа . . .	0,00025	0,0045	0,0089	0,12
Сумма . . .							
Хлора . . .	0,0204	0,0160	" хлора . . .	0,0160	0,4512	7,4445	100,0 ‰
Брома . . .	—	не обн.	" брома . . .	не обн.	—	0,4512	6,06
Иода . . .	—	»	" иода . . .	»	—	—	—
Серной кислоты ангидр. . .	0,1100	0,0572	" сульф. . .	0,0687	0,7151	1,4303	19,21
Фосфорной . . .	—	0,00166	" гидрофосф. . .	0,00224	0,0233	0,0466	0,63
Азотистой . . .	нет	нет	" нитрита . . .	не обн.	—	—	—
Азотной . . .	нет	нет	" нитрата . . .	»	—	—	—
Кремнекислоты . . .	0,0900	0,0932	" гидрокарб. . .	0,3366	5,5164	5,5164	74,10
Углекислоты гидрокарб. . .	—	0,2241					
Сумма: . . .						7,4445	100,0 ‰

минеральной воды, начиная с северного края участка (фиг. 8).

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

Источник № 2—находится в обрывистой части левого берега, где река из меридионального направления поворачивает на ЮЗ. Выход источника приурочен к нескольким трещинам СВ и СЗ простирания в каолинизированных и заохренных породах. Из трещин в небольшом количестве сочится вода, давая железисто-охристый налет. Дебит совершенно ничтожный.

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

Источник № 4—образует незначительный выход минеральной воды в аллювии. Выход воды сопровождается слабым выделением CO_2 .

Источник № 5—находится на правом берегу реки и образует ряд выходов минерализованной воды, изливающейся из трещин отдельности среди обрывающихся андезито-базальтов, образующих лавовый покров. Дебит источника замерить довольно затруднительно, но он достигает 50 тыс. л/сутки.

К этим источникам, повидимому, относится указание Л. А. Оганесяна следующего порядка:

«На правом берегу Арпа-чая, в 1 км к северу от главных источников, имеется еще несколько менее значительных выходов минеральной воды с обильным коли-

чеством газа и большим дебитом, но они пока недостаточно обследованы* (23).

Вода слабо минерализована. Имеющийся анализ, произведенный в 1939 г. химиком-аналитиком Б. Л. Африкяном, дает следующую картину (табл. 4).

Таблица 5

Химический анализ воды минерального источника № 15
(выше моста, на левом берегу реки, углекисло-железистый источник)
Аналитик Б. Л. Африкян
Тем-ра воды 27,8°С

В гр. на литр:	
В окислах: окиси кальция	0,2860
» магния	0,1087
Ангидрид серной кислоты	0,6620
Углекислота бикарбонатная	1,7648
Х л о р	0,2200
Сух. остаток (высуш. при 120° С)	3,4700 гр.

И о н ы	Граммы	Мгр/экв.	Мгр/экв. ‰	По Пальмеру
Ca ⁺⁺	0,2045	0,0102	16,2	S ₁ =36,2
Mg ⁺⁺	0,0655	0,0054	8,6	S ₂ = 0
Na ⁺ +K ⁺	—	0,0472	75,2	A ₁ =39
		0,0628	100	A ₂ =24,8
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	

Выражение анализа по Курлову

$$\begin{array}{c}
 \text{HCO}_3^+ \quad \text{SO}_4^+ \quad \text{Cl } 4,9 \\
 \text{M } 3,47 \quad \frac{21,9}{(\text{Na}+\text{K})_{37,6}} \quad \frac{13,2}{\text{Ca}_{8,1}} \quad \text{Mg}_{4,2} \quad \text{T}^\circ 27,8^\circ
 \end{array}$$

Источник № 6—расположен на левом берегу реки и представляет собой ничтожный выход минеральной воды, сочащейся из трещин с падением на ЮВ 128°, под углом 71°. Вода содержит значительное количество CO₂.

Источник № 7—расположен на левом берегу реки и находится в нижней части обрывистого склона, сложенного кварцевыми-диоритами, имеющими параллелепипедальную отдельность. Вода сочится из двух трещин СВ и СЗ простирания. Дебит воды достигает 300 л/сутки.

Источники №№ 8, 9 и 10—расположены на правом берегу и представляют собой ничтожные выходы воды среди аллювия, сопровождающиеся слабым выделением CO_2 .

Источник № 11—находится на левом берегу реки, в нижней части склона. Дебит воды достигает 300 л/сутки, заметно выделение CO_2 . Температура воды $6,8^\circ\text{C}$ при t -ре воздуха $19,4^\circ$. У выхода источника небольшие отложения травертина.

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

Источник № 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 №№ 15, 16, 17, 18 и 19. Все эти источники расположены на левом берегу реки в ее излучине, выше моста, на протяжении около 200 м. Выходы их связаны с сильно окварцованными породами, разбитыми трещинами. Простирание последних СВ от 10 до 30° , падение трещин ЮВ и СЗ под углом $70-80^\circ$. По трещинам слабо сочится минеральная вода, оставляя железистые осадки. На склоне, несколько выше уреза воды, фиксируются небольшие скопления травертина. Наибольшей величины достигают отложения травертина в виде корки у источника № 19, поднимаясь в виде языка кверху на высоту $15-20$ м. Т-ра источников колеблется от $17,4$ до $30,6^\circ$ (источник № 19). Дебит их ничтожен.

Химический анализ воды источника № 15 произведен в 1939 году хим.-анал. Б. Л. Африкяном (табл. 5).

Аналогичную группу источников представляют собой выходы воды на левом берегу за №№ 20, 21 и 22, расположенные у моста через реку. Все они приурочены к тем же породам и представляют собой мелкие струйки воды, сочащиеся из трещин. Последние имеют преобладающее простирание СВ от 20 до 60°, с падением на ЮВ, под углом 50—75°. У выхода воды заметно слабое выделение CO_2 .

Краткий химический анализ воды источника № 21 приведен в таблице 6.

Таблица 6

Температура воздуха 8°C. Т-ра воды 18°C. Вода прозрачная, при стоянии мутнеет и дает осадок.

Fe	5,53	мг/л
Cl	192,0	"
CO ₂ своб.	732,6	"
CO ₂ бикарб.	1270,7	"
HCO ₃	1617,3	"
SO ₂	много	"
MgO	106,4	"
CaO	253,0	"
Сух. остаток	2738,0	"

Источник № 23—расположен на левом берегу, метров на 35—40 выше реки, на склоне над мостом. Выход воды сконцентрирован в небольшой котловинке и приурочен к наносам, лежащим на вулканогенных породах. Дебит источника незначителен, температура 16,8°C при т-ре воздуха 19,4°.

У выхода небольшое скопление травертина.

Следующими, наиболее интересными источниками является группа за номерами 24, 25, 26, 27, 28 и 29.

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

Л. А. Оганесян после посещения этих источников

в 1925 г. с комиссией в составе: инж. геолога С. Г. Айвазяна, химика-фармаколога Г. А. Медника дает следующее их описание (номерация, данная комиссией, сохраняется):

Источники левого берега расположены в км 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 или менее 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 в 2 м диаметром, приспособленный для купанья. 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 (см. далее таблицу).

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 источника № 2. Химический анализ источника произведен Медниканом (1926 г.) и Карстенсом (1929 г.). (Приводится далее в таблице).

Источники №№ 4, 5 и 6—выделяют воду в 36°C , втекающую в грязные, запущенные бассейны. Минеральная вода по своим физическим свойствам напоминает источник № 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". (23).

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. Арпа-чай на левом ее берегу. Она пользуется наибольшей известностью и посещаемостью среди населения Даралагезского и Зангезурского уездов. Эти источники используются, главным образом, для купанья, 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 17.900 литров в сутки" (13).

В 1928 г. эти же источники были посещены инж. геол. О. Т. Карапетяном, который дает следующее их описание:

„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 1 группы по измерению в одном месте, где вода была в спокойном состоянии, оказалась 32°, а в другом месте, где вода струилась из-под наноса 49°, в ямах же близ реки температура воды была 38°.

Дебит источников, ввиду разбросанности всех выходов, не было возможности определить" (8).

В 1929 г. эти же источники были посещены хим.-анал.

Э. Э. Карстенсом, который произвел анализы этих вод. Химические анализы Г. А. Медникяна и Э. Э. Карстенса приводятся в таблицах 7 и 8 с сохранением старой нумерации источников.

В 1932 г. этот же район посетил старший геолог ЦНИГРИ К. Н. Паффенгольц, который также дал описание источников и их химическую характеристику (34).

Таблица 7

Анализ воды источника № 3 Джермук (Исти-су)
Анализ Г. Медникяна. 1926 г.

Сухой остаток в 1 л при t-ре 120°C 3.184			
В 1 литре мин. воды содержится	Граммы	Миллимоли	Миллиэкв.
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
гидрокарбонат.	1,7324	28,4	28,4
			49,2879
Кремневой кислоты	0,1062	1,3565	
Свободной углекислоты	3,1402		2,713
Комбинация солевого раствора			
Хлористого натрия	0,3976		6,7983
Сернокислого натрия	1,0004		14,0896
Двууглекислого	1,0843		12,9004
магния	0,4406		6,0218
кальция	0,7272		8,9741
железа	0,0448		0,5034
Кремневой кислоты	0,1064		2,713
Сумма тверд. состав. частей	3,8011		
Своб. углекислоты	3,1402		
Сумма всех составных частей	6,9423		

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 некоторых они просто заполняли их без видимого движения. Число этих ям доходило до шести, глубина их от 0,5 до 1,3 м, с диаметром от 1 до 2-х м. Они использовались посещающими больными в качестве бассейнов. Произведенные замеры подтверждают, небольшой дебит этой основной группы источников.

Источник № 24—обладает довольно высокой температурой, от 40,4 до 47,4°, дебит источника колеблется от 22.700 до 48.000 л/сутки.

Источник № 25 обладает более высокой температурой, достигающей от 46,6 до 50,6°, дебит источника колеблется в значительных пределах, от 900 до 8.200 л/сутки.

Источник № 26. Дебит небольшой и колеблется от 3.000 до 10.000 л/сутки, т-ра от 30,6 до 37,2°.

Источник № 27. Дебит источника колеблется от 4.000 до 13.500 л/сутки, т-ра воды от 31,6 до 38,0°.

Источник № 28. Дебит колеблется от 3.500 до 9.300 л/сутки. Т-ра воды от 23 до 31,2°.

Источник № 29. Дебит ничтожен, т-ра колеблется от 20,5 до 30,0°.

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

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

Источники №№ 31 и 32 выходят на левом берегу. Выходы связаны с трещиноватостью базальтов, дебит ничтожен, вода едва сочится из трещин, окрашивая края последних в охристо-железистый цвет.

Таблица 8

Химический анализ источников №№ 2 и 3. Э. Э. Карстенс

Катионы	Источник № 2				Источник № 3			
	Грамм	Милли-моли	Мгр. экв.	Мгр. экв. ‰	Грамм	Милли-моли	Мгр. экв.	Мгр. экв. ‰
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ион калия	0,0801	2,046	2,046	3,8	0,0638	1,629	1,629	3,5
„ лития	0,000545	0,0775	0,775	0,14	—	—	—	—
„ натрия	0,5602	37,31	37,31	69,4	0,6785	29,44	29,44	64,3
„ кальция	0,1823	4,558	9,116	16,9	0,1665	4,163	8,326	18,1
„ магния	0,06102	2,505	5,010	9,3	0,07544	3,097	6,194	13,5
„ железа	0,00561	0,1002	0,2004	0,37	0,00546	0,0975	0,195	0,5
Сумма			53,76	100‰			45,76	100‰
Анионы								
Ион брома	0,00062	0,0078	0,0078	0,01	—	—	—	—
„ хлора	0,2747	7,749	7,749	14,4	0,2252	6,353	6,353	13,8
„ иода	0,00012	0,0009	0,0009	0,002	—	—	—	—
„ сульфатного	0,7306	7,606	15,21	28,3	0,5680	5,913	11,82	25,8
„ гидрокарб.	1,8785	30,79	30,79	57,3	1,6825	27,58	27,58	60,3
Сумма			53,76	100‰			45,76	100‰
Кремн. кислоты	0,1085	1,383			0,0841	1,124		
Углекисл. своб.	0,8086	.			0,9260			

Кроме того следы: алюминий, стронций, барий, медь, цинк; борная, мышьяковая и титановая кислоты; органические вещества

Комбинация солевого состава

	№—2	№—3		№—2	№—3
Хлористого калия	0,1527	0,1216	Сумма твердых состав. частей	4,1783	3,5494
Бромистого натрия	0,00080	—			
Хлористого натрия	0,3337	0,2762	Углекислоты свободн.	0,8086	0,9260
Иодистого натрия	0,00013	—			
Сернокислого натрия	1,0812	0,8406	Сумма твердых состав. частей	4,8869	4,4754
Двууглекисл. натрия	1,3779	1,0834			
„ кальция	0,7369	0,6730	Сух. остаток (высушенный при 150° С)	3,322	2,710
„ магния	0,3666	0,4532			
„ железа	0,0178	0,0173			
„ марганца	0,00209	—			
Кремневой кислоты	0,1085	0,0841			

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

Перейдем теперь к описанию источников №№ 35 и 36, составляющих, по В. Н. Котляру, так наз. „ближнюю“ группу.

К одному из них, а именно № 36, относится, по видимому, описание инж. Г. Воскобойникова, который указывает, что источник расположен на правом берегу р. Арпа-чай у небольшого горного ручья Кара-булаг (5).

Л. А. Оганесян 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 3.700 литров в сутки. Вода эта чиста и приятна на вкус, сильно газирована. По анализу Медникяна, приводимому ниже, вода щелочно-глауберово-углекислая, умеренно минерализована. У населения источники эти пользуются очень большой славой и сюда стекаются со

Таблица 9

Источник Джермук (Исти-су) правого берега реки
Восточный Арпа чай

Аналитик Г. Медникян. 1926 г.

Сухой ост. в 1 литре при т-ре 120° 2249

В литре воды содержится	Граммы	Милли-моли	Милли-экв.
Катионы			
Ион натрия (Na ⁺)	0,6565	28,5429	28,5429
" кальция (Ca ⁺⁺)	0,0924	2,306	4,612
" магния (Mg ⁺⁺)	0,0346	1,4211	2,8422
" железа (Fe ⁺⁺)	0,0075	0,13425	0,2685
			36,2656
Анионы			
Ион хлора (Cl ⁻)	0,207	5,8392	5,8392
" сульфатного (SO ₄ ⁼⁼)	0,4456	4,6132	9,2264
" гидрокарбонатного (HCO ₃)	1,2932	21,2	21,2
			36,2656
Кремневой кислоты (H ₂ SiO ₃)	0,1157	1,4776	2,9562
Углекислоты своб. (CO ₂)	2,3088		
Комбинация солевого состава			
Хлористого натрия (NaCl)	0,3419		5,8392
Сернокислого натрия (Na ₂ SO ₄)	0,6551		9,2264
Двууглекислого " (NaHCO ₃)	1,1328		13,4773
" магния [Mg(HCO ₃) ₂]	0,2079		2,8422
" кальция [Ca(HCO ₃) ₂]	0,3737		4,612
" железа [Fe(HCO ₃) ₂]	0,0239		0,2685
Кремневой кислоты H ₂ SiO ₃	0,1157		2,9552
Сумма тверд. составных частей	2,8507		
Свободной углекислоты CO ₂	2,3088		
Сумма всех составных частей	5,1595		

всех окрестностей и даже из соседних уездов для лечения своих недугов, большей частью чесотки и ревматических заболеваний (что минеральная вода Джермука не оправдывает своей противочесоточной репутации, это лучше

всего доказывается установленной нами чрезвычайной распространенностью чесотки в самом с. Исти-су).

Другой источник находится метрах в 300 к югу от главного, на левом берегу речки, образующей водопад „Даирман-суи-джрвез“. 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“ (23).

Химический анализ воды, произведенный Г. А. Меднизяном, дает следующую картину (табл. 9).

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 “ (13).

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° . Вода здесь более чистая и прозрачная. В холодном виде на вкус она приятна. Дебит воды мной не определен“ (8).

Эти же источники были обследованы в 1938 г. и занесены под №№ 35 и 36, причем первый из них, находящийся на ЮВ склоне над плато, ниже обрывающихся лавовых покровов, представляет собой небольшой бассейн, вытянутый с ЮЗ на СВ, длиной в 3 м и шириной около 2 м,

глубина около 2,5 м (фиг. 10). Верхняя часть стен на глубину до 1,2—1,4 м сложена делювием, нижняя часть склона представляет породу, напоминающую брекчию желто-



Фиг. 10. Бассейн у ист. № 35.

вато-коричневого цвета, довольно плотно сцементированную известковистым цементом охристого цвета. На дне бассейна прослеживается трещина простирания СВ 45—50°, из которой выходят минеральная вода и газ. Дебит источника ничтожен. Сокращенный химический анализ этой воды приводится в таблице 10.

Таблица 10

Проба взята 16/VIII 1940 г. Минеральный источник № 35. Анализ произведен на месте, т-ра воды 34°C, т-ра воздуха 25°C.

CO ₂ свободная	691,1	мг	в литре
HCO ₃	958,1	"	"
CO ₂ бикарбонатная	691,1	"	"
Cl	150,0	"	"
MgO	51,4	"	"
CaO	120,1	"	"
NH ₃	нет		
N ₂ O ₃	нет		
N ₂ O ₅	сл. следы		
Br и J	не обнаружены		
Сухой остаток	1606,0	мг	в литре.

Источник № 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. Оганесяна „Даирман-суи-джервез“. Источник представляет собой небольшой выход минеральной воды с выделением CO_2 , выбивающийся у русла реки из наносов. У источника устроен небольшой бассейн, который в настоящее время почти разрушен. Температура воды, по определению Л. А. Оганесяна, $36,0^\circ\text{C}$. Дебит его им не замерен, но, по мнению того же исследователя, он довольно большой.

Ни В. Н. Котляр, ни О. Т. Карапетян об этом источнике не упоминают. По замерам, произведенным в 1938 г., температура воды $31,5^\circ\text{C}$, дебит около 20.000 л/сутки.

Этим исчерпывается описание минеральных источников, расположенных на участке курорта Джермук. Как видно из последнего, несмотря на большое количество зарегистрированных выходов воды, общий дебит их мал.

В 1938—1939 г. г. Армянским геологическим управлением, по заданию НКЗдрава Арм. ССР, 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 гидро-минеральной базой, обеспечивающей ему, в силу исключительных качеств воды, блестящие перспективы.

Кратко остановимся на проведенных работах.

В 1938 году в районе источников №№ 24, 25, 26, 27, 28 и 29, являющихся основными выходами воды, используемыми местным и пришлым населением, были заложены скважины, из которых две, №№ 1 и 4, вывели минеральную воду (фиг. 11).

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

Скважина № 1

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. Супесь 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 № 4, от 14,05 до 17 м.

На глубине 4,65 м появилась минеральная вода с температурой 42°, 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 247000 л/сутки. При фонтанировании выделялась в большом количестве углекислота. Температура воды 55°. При углублении скважины с 10,45 до 14,05 дебит увеличился до 530.000 л/сутки. Скважина бурно фонтанировала, выбрасывая воду на высоту 6 м. Скважина закреплена обсадными трубами диам. 97 мм на глубину 8 м. Дальнейшая проходка на скважине была приостановлена.

Поскольку минеральная вода была вскрыта скв. № 1 в наносах, были заложены новые скважины №№ 2, 3, 5 и 6, расположенные на одной линии в широтном направлении, 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, 70 м. Геологический разрез этой скважины следующий:

Скважина № 4

1. *Наносы-делювий*. Глина красновато-бурого цвета, с обломками андезито-базальта, от 0,0 до 16 м.
2. *Четвертичные лавы*. Андезито-базальты серого цве-

Таблица 11
Аналитик Б. Л. Африкан. Проба взята 19/VIII—40 г.
Т-ра воды 55,6°С, т-ра воздуха 20°С

Анализ воды скважины № 1
В 1 кг воды содержится в грам

	Граммы	Катионы	И о н ы			
			Граммы	Милл. ионы	Милл. эквив.	Милл. экв. ‰
Окись натрия	1,1722	Ион натрия	0,8697	37,8180	37,8180	66,50
» калия	0,1402	» калия	0,1164	2,9767	2,9767	5,24
» аммиака	нет	» аммония	нет	—	—	—
» магния	0,1115	» магния	0,0672	2,7631	5,5263	9,72
» кальция	0,2925	» кальция	0,2090	5,2158	10,4318	18,34
» стронция	следы	» стронция	следы	—	—	—
» бария	»	» бария	»	—	—	—
Закись марганца	0,00037	» марганца	0,00029	0,0053	0,0105	0,02
» железа	0,00364	» железа	0,00283	0,0506	0,1013	0,13
Окись алюминия	следы	» алюминия	следы	следы	—	—
Сумма					56,8646	100 ‰
			А н и о н ы			
Хлор	0,2560	» хлора	0,2560	7,2199	7,2199	12,70
Бром	не обн.	» брома	не обн.	—	—	—
Иод	»	» иона	» »	—	—	—
Серн кислоты ангидр.	0,5965	» сульфата	0,7158	7,4515	14,9029	26,21
Фосфорной кислоты	0,00166	» гидрофосф.	0,00224	0,0233	0,0466	0,08
Азотист. »	нет	» нитрит	нет	—	—	—
Азотной »	»	» нитрат	»	—	—	—
Кремнекислоты	0,0870					
Углекисл. гидрокарбонат.	1,5267	» гидрокарбонат.	2,1167	34,6952	34,6952	61,01
Сумма					56,8646	100 ‰
Своб. углекислоты	0,8298					
Сух. ост. (при 120° С)	3,1420	Кремнекислоты (H ₂ SiO ₃)	0,1121 гр			

та, сильно трещиноватые. В нижней части с глуб. 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 при-
мазками 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 сильно трещиноватый, поверхность трещины покрыта охристым налетом от 26,50 до 47,0 м.

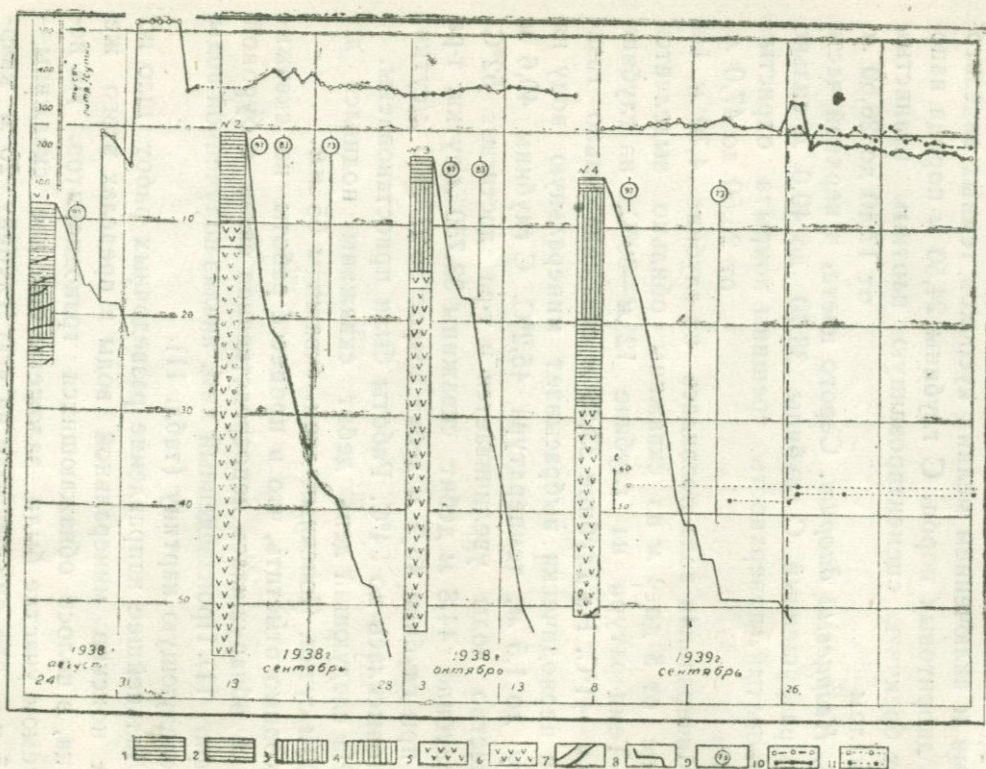
Минеральная вода появилась на глубине 4,70 м. На глубине от 8 до 9 м из скважины обильно выделяется CO_2 . Температура на глубине 12 м—39°C, на глубине 18,40 м—41°C. На глубине 33,26 м скважина сильно газирует и периодически выбрасывает минеральную воду на высоту до 1,5 м, температура 45,2°C. С глубины 40,6 м количество воды увеличивается и т-ра достигает 52°C. При глубине 44,8 м дебит скважины 33.750 л/сутки, т-ра 52°C, при глубине 46,2 м дебит возрос до 277.000 л/сутки, т-ра повысилась до 54°C. Работы были приостановлены.

На следующий день дебит скважины поднялся до 350.000 л/сутки. Конечный диам. скважины 65 мм.

Необходимо отметить, что в процессе работы на скважине № 4 обнаружилась непосредственная связь с буровой № 1 (фиг. 11). Произведенный хим. анализ полученной воды дает следующую картину (табл. 11).

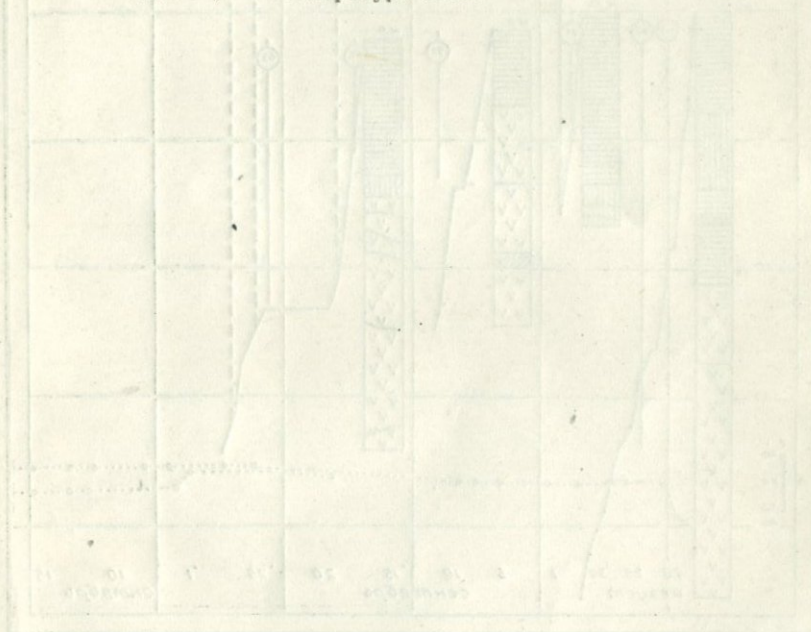
Дальнейшее направление разведочных работ шло по линии поисков минеральной воды в пределах этого же участка, в полосе обнажающихся гранодиоритов. На исследуемом участке были заложены еще две скважины—№№ 5 и 6, обе они вскрыли на всю глубину 20 м кварцевые диориты, не обнаружив в них минеральной воды.

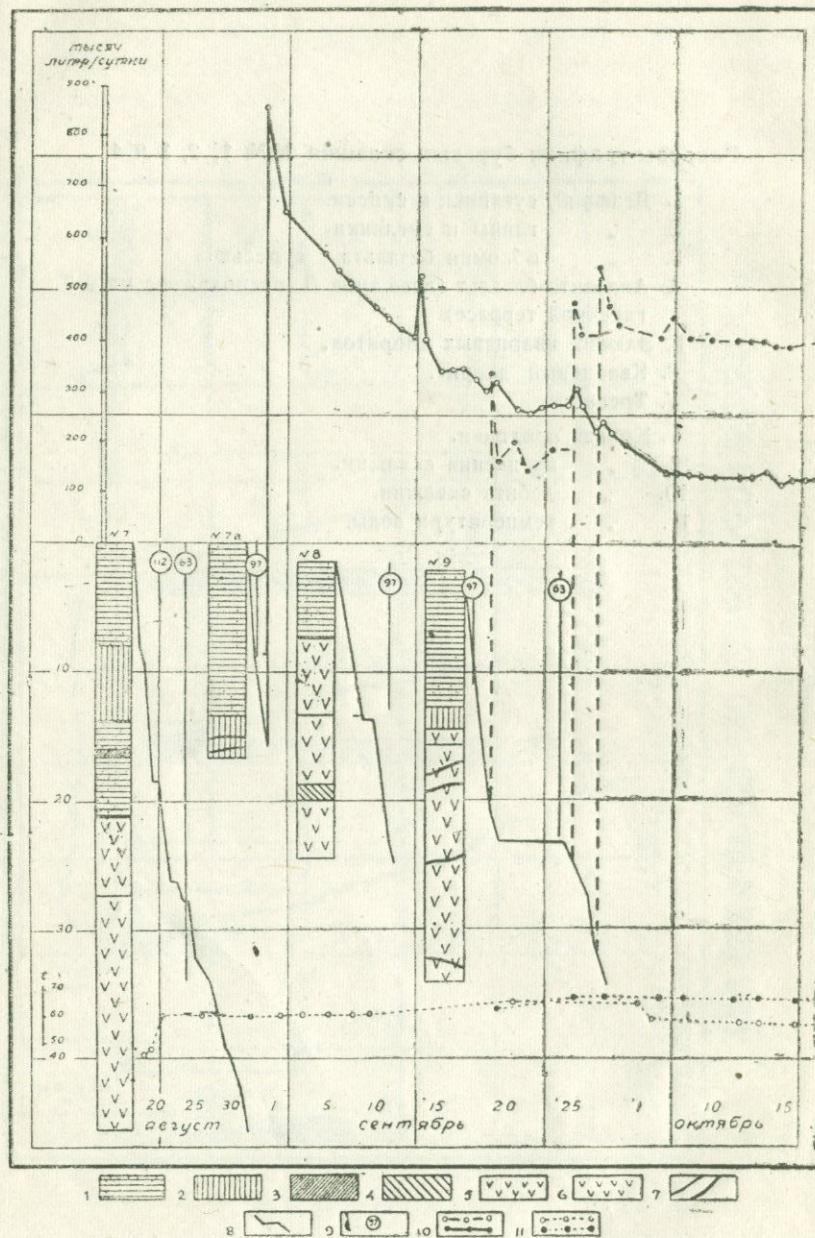
В 1940 г. разведочные работы были перенесены на плато, к с. Исти-су, и развернулись на участке выхода



Разрезы-графики буровых скважин №№ 1, 2, 3 и 4

1. Делювий, суглинки и супеси.
2. " глины и суглинки.
3. " обломки базальта с супесью.
4. Андезито-базальт (лава типа Д, расположена на 2-й галечной террасе)
5. Элювий кварцевых диоритов.
6. Кварцевый диорит.
7. Трещины.
8. Кривая проходки.
9. " крепления скважин.
10. " дебита скважин.
11. " температуры воды.





Фиг. 12

Разрезы графики скважин №№ 7, 7а, 8 и 9

1. Делювий, суглинки и супеси.
2. " обломки базальта с супесью.
3. " обломочный материал, сцементированный травертином.
4. Арагонит.
5. Элювий кварцевых диоритов.
6. Кварцевый диорит.
7. Трещины.
8. Кривая проходки.
9. " крепления скважин.
10. " дебита скважин.
11. " температуры воды.

источников так наз. „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, что достаточно наглядно видно из разреза-графика (фиг. 12).

Бурное фонтанирование скв. № 9 (фиг. 13) вначале, перешедшее затем в более спокойный излив воды (фиг. 14), позволило остановиться на последней. Химический анализ воды, приведенный в табл. 12, дает возможность убедиться в том, что в данном случае имеем воды того же типа и химического состава, что и в скв. № 1, но обладающие более высокой температурой, достигающей до 64°C.

Из прилагаемого графика (фиг. 15) выясняется еще крайне интересное обстоятельство, констатирующее связь минеральных вод скважин №№ 1 и 4, расположенных в ущельи, с водой скв. № 9, находящейся на плато. В момент вскрытия воды скв. № 9 колебание дебита скважины №№ 1 и 4 испытывает легко ощутимую и обнаруживаемую на графике нервозность, что позволяет говорить об общности коренных выходов воды и общности их очага.

Дальнейшие разведочные работы были приостановлены начавшейся Отечественной войной, однако, полученные результаты уже обеспечивали нормальное развитие курорта.

Генезис вод теснейшим образом связывается с тектоникой.

В районе выхода минеральных вод, как устанавливает К. Н. Паффенгольц (34), в ЗСЗ направлении (почти в широтном) протягивается пологая антиклиналь, северное крыло которой погружается под четвертичные лавовые покровы.

На протяжении этой же антиклинали располагаются термы Джермука и минеральные источники Котур—Истису, находящиеся в верховьях р. Воротан. Присутствие минеральных вод вдоль намечаемой антиклинали, несомненно, свидетельствует о наличии глубоких разломов, сопутствующих ей.

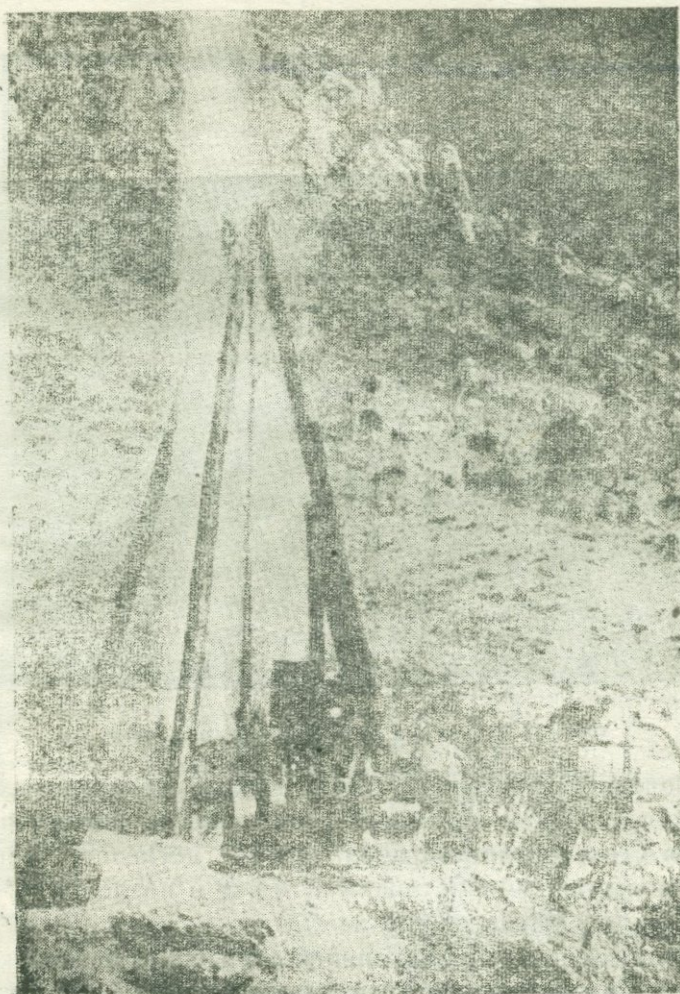
Анализ воды
скважины № 7

Таблица 12

Аналитик Б. Л. Африкин. Проба взята
13 IX—1940 г. Т-ра воды 61° С, т-ра возду-
ха 15° С. Глубина скваж. 43,0 м.

в 1 литре воды содержится в гр:

	Г р а м м ы	И о н ы				
		К а т и о н ы	Г р а м м ы	Милл. ионы	Милл. экв.	Милл. экв. 0/0/0
Окись натрия	1,3587	Ион натрия	1,0043	43,6710	43,6710	72,95
Окись калия	0,1341	" калия	0,1115	2,8514	2,8514	4,76
" аммиака	Нет	" аммония	Нет	—	—	—
" магния	0,0942	" магния	0,0568	2,3355	4,6710	7,80
" кальция	0,2406	" кальция	0,1719	4,2899	8,5800	14,33
" стронция	Следы	" стронция	Следы	—	—	—
" бария	"	" бария	"	—	—	—
Закись марганца	0,00014	" марганца	0,00011	0,0020	0,0040	0,01
" железа	0,00326	" железа	0,00254	0,0455	0,0909	0,15
" алюминия	Следы	" алюминия	Следы	—	—	—
Сумма .		Анионы			59,8683	100%
Х л о р	0,3680	Ион хлора	0,3680	10,3787	10,3787	17,34
Б р о м	Не обн.	" брома	Не обн.	—	—	—
И о д	"	" иода	"	—	—	—
Серной-кислоты ангидрид	0,5934	" сульфата	0,7120	7,4119	14,8238	24,76
Фосф.-кислоты ангидрид	0,0024	" гидрофосф.	0,00324	0,0337	0,0675	0,11
Азотистой " "	Нет	" нитрит	Нет	—	—	—
Азотной " "	"	" нитрат	"	—	—	—
Кремнекислоты " "	0,0889	" гидрокарбонат.	2,1108	34,5983	34,5983	57,79
Углекислоты гидрокарб.	1,5171					
Сумма .					59,8683	100%
Углекислоты свободной—0,8350						
Сух. остаток при 120° С—3,6062		Кремнекислоты (H ₂ SiO ₃) 0,1145 гр.				



Фиг. 13. Фонтанирующая скв. № 9 в процессе работ.

Нарушение СЗ простирания во многих случаях фиксируется в работах В. Н. Котляра, не меньшее значение приобретают дизъюнктивные нарушения СВ направления, указываемые тем же исследователем в частности для верховьев р. Арпа. Во многих случаях к тектоническим

нарушениям приурочены интрузии сиенито-диоритов, кварцевых диоритов и др.

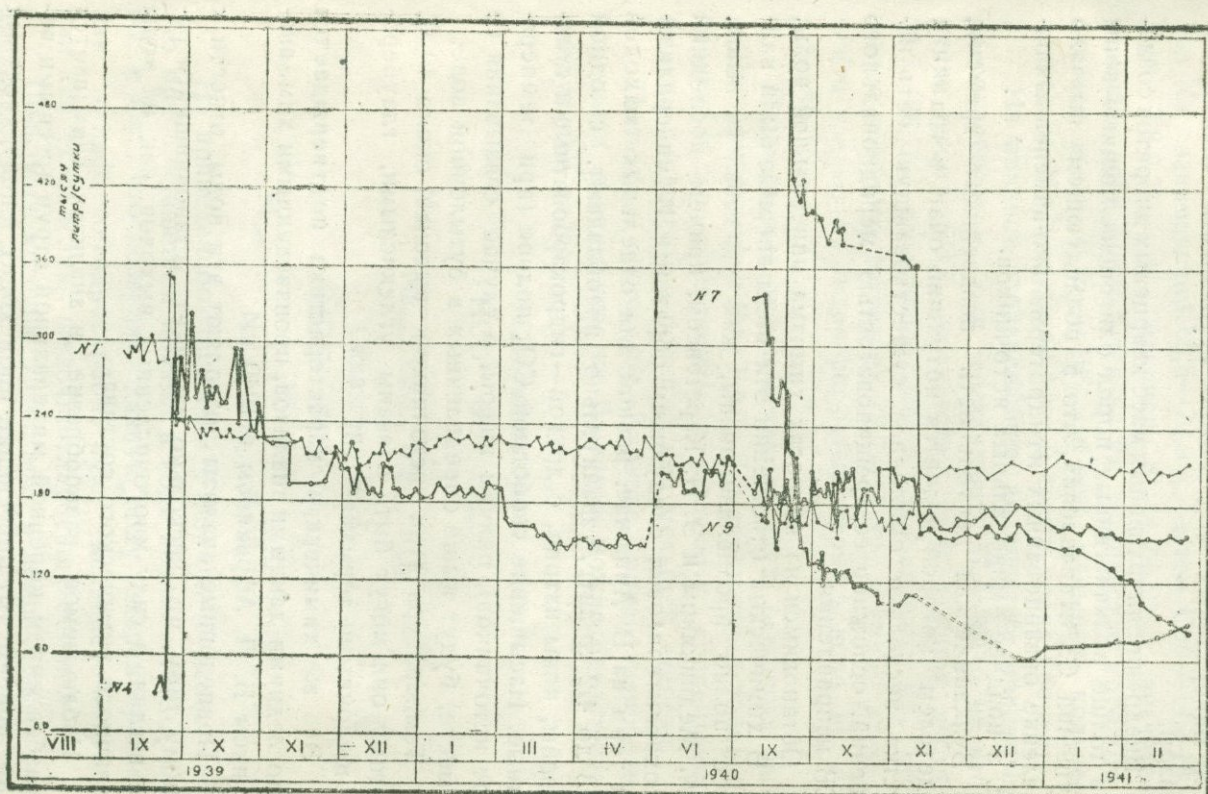
Цулукидзе, Архипов и Халатов (39) появление горячих минеральных вод Джермука связывали с нарушениями (трещинами) СВ направления.



Фиг. 14. Скважина № 9 по окончании работ.

Непосредственно на участке выхода минеральных источников андезиты олигоцена несут широко развитую сеть трещин СЗ и СВ простирания, причем последнее направление является доминирующим и лежит в пределах 10° — 30° с крутым (до 80°) падением на СЗ.

Если соединить одной линией обе группы источников — на плато и в ущельи, на что указывает их связь, обнаруженная при проведении разведочных работ, то приходится говорить о наличии нарушения СЗ простирания. На возможность именно такого нарушения указывает и К. Н. Паффенгольц (34). Тогда широко развитая трещиноватость СВ направления, близкого с меридиональному, связывается, повидимому, с возникновением вулканического конуса, расположенного к северу на расстоянии всего в один километр.



Фиг. 15. График колебания дебита скважин №№ 1, 4, 7 и 9

В связи с этими моментами тектонику района и появление минеральных вод можно истолковать следующим образом.

Внедрение интрузивных масс кварцевых диоритов создало в толще вулканических пород олигоцена мощные зоны нарушений СЗ направления, что в последующем вызвало появление окварцованных и гидротермально-измененных пород, а позднее — минеральных источников.

Вулканическая деятельность позднейшего времени, свидетелем которой является потухший очаг в границах участка, несколько омолодила существовавшую сеть нарушений, осложнив ее трещиноватостью меридионального и СВ направления.

Остановимся на вопросах химизма минеральной воды.

В химическом отношении эти воды впервые были наиболее полно проанализированы, как указывалось выше, Г. А. Медниканом и Э. Э. Карстенсом, причем последний их охарактеризовал следующим образом: „В минерализации терм на В. Арпа-чае, равной для отдельных выходов от 3 до 4,2 г/литр, значительно преобладают, с одной стороны, ионы натрия, с другой — гидрокарбонатные и сульфатные. Насыщение свободной CO_2 полное (при температуре источников), причем цифры, в случае связывания ее на месте, будут выше определенных в бутылочной воде.

Температура этих источников высокая, около 40 С, поэтому они могут быть названы углекислыми, глауберово-щелочными термами“ (23).

Эта же химическая характеристика подтверждается и последними данными анализов, произведенными хим.-аналитиком Б. Л. Африкяном в 1940 г.

Приведенные анализы позволяют эти воды отнести к одному типу, что несколько изменяет установившийся ранее взгляд, в силу многочисленных выходов, как на воды различного химического состава.

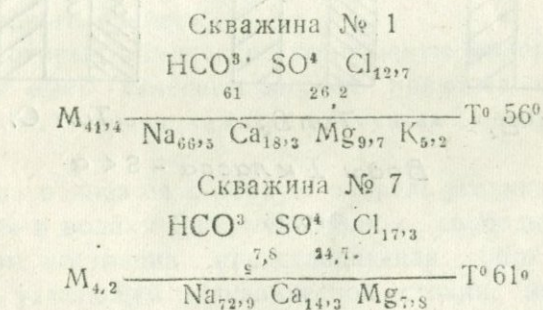
Наблюдаемое разнообразие в анализах связывается с разбавлением коренной минеральной струи пресными водами, причем это опреснение происходит в поверхностных частях, в зоне циркуляции последних.

Основными химическими компонентами вод Джермука (по анализам вод скважин №№ 1 и 7) являются из катионов Na^+ , занимающий 66,5—72,9%, затем Ca^{++} —14,3-18,3%, Mg^{++} —7,8-9,7% и, наконец K^+ —4,7-5,2%, значительно меньшая доля приходится на Fe , количество которого достигает всего 0,15—0,18%, и еще меньшее количество падает на Mn , входящий уже в сотых долях процента.

Из анионов подавляющее количество принадлежит гидрокарбонатам, они составляют 57,8—61%, на втором месте стоит SO_4^{--} , количество этой группы достигает 24,7—26,2%, следующее место принадлежит Cl^- , содержание которого достигает 12,7—17,3%, и сотые доли процента падают на гидро-фосфаты; брома и иода не обнаружено.

Приведенные цифры касаются двух основных источников—вод скважин №№ 1 и 7. Все остальные источники содержат те же компоненты в различных концентрациях, будучи опреснены в большей или меньшей степени.

Пользуясь формулой Курлова, проанализированные источники и воды участка Джермук можно представить в следующем виде:



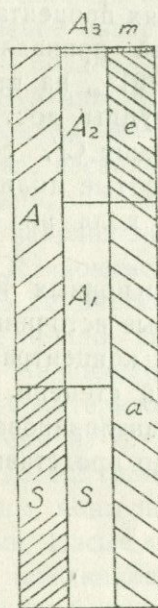
Из приведенного описания и формул Курлова видно, что преобладающими ионами в воде являются HCO_3^+ , SO_4^{--} , Na^+ и Ca^{++} , что позволяет данную воду охарактеризовать, как сульфатно-гидрокарбонатную, кальциево-натриевую или как углекислую, щелочно-глауберово-землистую.

Пользуясь методом Пальмера и графическими построениями Роджерса, можно видеть, что воды Джермука

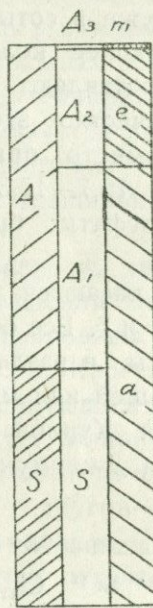
Скв. N1

Скв. N7

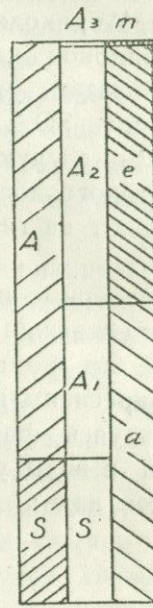
Источник N5



Tun B₂



Tun B₂



Tun C₁

Воды I класса $\pm S < a$

Фиг. 16

относятся к 1 классу, к водам с содержанием $S < a$, — это воды, обычно связанные с щелочными, изверженными породами (фиг. 16). Можно несколько уточнить тип воды, отнеся их к виду B_2 , у которого $A_2 < S_1$ (причем S_1 колеблется от 40 до 54, A_1 от 39 до 57 и A_2 от 0 до 8).

Некоторое разнообразие вносит источник № 5, расположенный на правом берегу, у подножья вулканического конуса: он может быть отнесен к виду C_1 , когда $A_2 > S_1$.

Таким образом, все многочисленные выходы минеральной воды в районе Джермука как в ущельи реки, так и на плато, у с. Исти-су, принадлежат к водам одного типа.

Воды почти до предела насыщены углекислотой.

Переходя к генезису этих вод, необходимо остановиться на следующих моментах.

Как было уже указано выше, вода Джермука, в той или иной степени, опресняется в верхних горизонтах, но, в основном, здесь имеем глубинную, высоко термальную, минерализованную воду, циркулирующую в трещиноватых кварцевых диоритах, образующих довольно крупный массив, интродуцировавший мощную свиту андезитов и порфиритов олигоценового времени.

Некоторые химические компоненты минеральной воды могут быть отнесены за счет привноса с значительных глубин и принадлежат к элементам ювенильного порядка.

Сюда относится в первую очередь углекислота, встречающаяся в водах Джермука как в свободном, так и в связанном состоянии, представляющая собой последнее дыхание угасающей вулканической стихии, неммым свидетелем которой является одинокий шлаковый конус, расположенный в непосредственной близости от выходов минеральных источников. Говорить о наличии какого-либо другого источника CO_2 в данном случае нет основания.

Смешение газовых струй с минерализованной водой происходит, надо полагать, на значительных глубинах. На аналогичную механику смешения газово-минеральных струй указывает ряд исследователей — Genser и J. Raub. Из них

первый занимался изучением Брамбахских минеральных вод второй—изучением гейзеров (10).

На глубинность смешивания углекислоты с водой указывает и сама минерализация воды, основными компонентами которой являются щелочи и гидро-карбонаты. Происхождение их в условиях циркуляции воды в трещиноватом массиве кварцевых диоритов может быть объяснено выщелачиванием изверженных пород, причем высокое количественное содержание щелочей, несомненно, указывает на длительность циркуляции воды в этих породах, на наличие углекислых вод с высокой температурой, являющихся весьма активным агентом-растворителем.

Не лишено основания предположение присутствия в воде двууглекислого натрия и одновременно хлора.

В работе W. Lindgren'a „Минеральные месторождения“ по вопросу рассматриваемых компонентов приводится следующее:

И с т о ч н и к и	Время взятия воды	Т-ра воды	Т-ра воздуха	Дебит в лит- рах в сутки
Скважина № 1	22.VIII 40 г.	56	22	150000
„ № 7a	24.VIII „	61	30,5	240000
„ № 4	25.VIII „	53	24	235000
Источник № 21				
(На левом берегу реки, у моста)	25.VIII „	19,5	22,5	незн.
Источник № 15				
(На левом берегу реки, выше моста)	25.VIII „	31,5	21,4	„
Источник № 5				
(В ущелье, у подошвы вул- кана, на правом берегу реки)	29.VIII „	17	23	—
Источник				
в с. Куши-Билэг	27.VIII „	12	27	—

„Восходящие источники, минерализованные углекислым натрием, чрезвычайно характерны для местностей, в которых постепенно прекращается вулканическая деятельность. В период излияния эффузий щелочные хлориды и карбонаты всегда появляются в качестве продуктов возгонки и воды, протекающие в туфах, брекчиях и излияниях лавы, могут растворять эти соли вместе с прочими вулканическими сублиматами, например, боратами. Однако, типичные содовые воды имеют глубинное происхождение и обычно прорываются сквозь древние изверженные или метаморфические породы, которые в местностях, где прекратилась вулканическая деятельность, залегают под лавами. Преобладает мнение, что эти воды с насыщающими их солями частично или полностью магматического происхождения. Они редко содержат значительное количество кальция и всегда мало SiO_2 , но CO_2 , а иногда и сероводород присутствуют в большом количестве“ (18).

Таблица 13

Давление в мм	Влажность в %	Em Ra в ед. Махе на литр	Em Ra в эман. на литр	% ошибки измерения	Равнов. кол. Em Ra в ед. Махе на литр	Отнош. выно- сим. Em Ra к равн. колич. Em Ra
605,3	26	0,9	3,3	4,1	0,12	7,5
599,6	22	0,85	3,1	2,3	0,09	9,4
605,7	24	0,56	1,9	6,3	0,07	8
604,8	26	1,65	5	1,1	0,06	28
605,2	27	1,05	3,8	6	—	—
601,4	24	1,9	6,9	—	[0,14	13
612,7	—	3,8	12,8	—	—	—

Как пример такого типа вод Линдгрэн приводит источники вулканической области Центральной Франции. В преобладающем количестве находится двууглекислый натрий в знаменитых водах Виши. В Северной Богемии, у подножья г. Erzgebirge, где достаточно полно проявился третичный вулканизм, имеется целый ряд горячих источников—от Teplitz до Carlsbad и Eger. Эти источники в подавляющем большинстве содержат углекислый натрий и свободную CO_2 . Линдгрэн приводит ряд источников, расположенных в Кордильерах Северной и Южной Америки. Воды их, богатые содержанием углекислого натрия, несомненно, тесно связываются с районами, где широко проявлялась третичная вулканическая деятельность.

Присутствие хлора в водах, приуроченных к изверженным породам, также связывается с районами, где недавно проявлялась вулканическая деятельность. Как характерные примеры В. Линдгрэн приводит следующие источники—„Steamboat“ (Невада), выходящий из гранодиоритов, близ восточного подножья Sierra Nevada в области проявления третичного вулканизма. Другим примером служат горячие источники Glenwood в западном Колорадо. Здесь источники выходят из известняка, но соотношения структур свидетельствуют о том, что на некоторой глубине под этими известняками залегает гранит. Температура $49,5^\circ\text{C}$ (18).

Касаясь наличия в воде щелочных металлов, нужно отметить, что появление последних связывается с выщелачиванием их горячей водой, насыщенной углекислотой из кварцевых диоритов, в состав которых входят полевые шпаты (андезин, лабрадор), причем количество натрия в воде скважины № 7 достигает почти 73%, резко преобладая над калием, превышая количественно содержание последнего в 10—15 раз.

С аналогичным происхождением связывается появление в воде кальция, магния и гидрокарбонатов, а также кремнекислоты. Некоторое промежуточное положение занимает группа сульфатов, генетически, повидимому, связываемая частью с выщелачиванием сульфидов (пирит-

та), встречающихся как в андезитах и порфиритах, так и в кварцевых диоритах (в виде хорошо развитых кристаллов кубической сингонии), частью же, возможно, являющаяся одним из продуктов проявления позднейшего вулканизма, обра-

Таблица 14

Химический анализ воды минерального источника у с. Кущи-Виляг.
Аналитик Г. Медникан. 1926 г.
Сух. ост. в 1 литре при t-ре 120°C 1368

В литре воды содержится	Граммы	Милл.-моли	Милл. эквив.
Катионы			
Ион натрия	0,0732	3,1805	3,1805
„ кальция	0,18997	4,7423	9,4846
„ магния	0,0775	3,1845	6,369
„ железа	0,0308	0,55035	1,1007
			20,1348
Анионы			
Ион хлора	0,069	1,9464	1,9464
„ сульфатный	0,2029	2,0942	4,1884
„ гидрокарбонатный	0,854	14,0	14,0
			20,1348
Кремневой кислоты	0,0943	1,2044	2,4088
Свободной углекислоты	Есть (не было возможн. опред. колич.)		
Комбинация солевого состава			
Хлористого натрия	0,1139		1,9464
Сернокислого натрия	0,0876		1,2341
„ магния	0,1777		2,9513
Двууглекислого	0,2498		3,1447
„ кальция	0,7685		9,4846
„ железа	0,0979		1,1007
Кремневой кислоты	0,0943		2,4088
Сумма всех составных частей	1,6897		—

зуюсь за счет окисления H_2S , поднимающегося из магматических глубин.

Резюмируя приведенные данные, связанные с генезисом воды, можно сделать следующие выводы.

В воде Джермука имеем ряд компонентов, генетически, вероятно, связанных с магматическими глубинами и являющихся ювенильными. Сюда относятся CO_2 , Cl и частично сульфаты. Остальная часть химических компонентов падает на процессы выщелачивания, интенсивно происходящие в условиях высокой температуры, высоких давлений и, при наличии такого деятельного агента, как высокотермальная вода, насыщенная углекислотой.

Необходимо коснуться также вопроса радиоактивности вод Джермука. Работы эти были проведены А. А. Александряном в 1939 г. (3).

Приведенная таблица 13 дает достаточно полную характеристику состояния воды в этом отношении. Как видно из нее, количество EmRa в воде основных скважин невелико и не превышает 1 М. Е. на литр, в то же время измеренная EmRa превышает в 10 раз равновесное ее количество.

Комментируя результаты измерений, А. А. Александрян отмечает: „Измеренная EmRa является растворенной в воде. Если учесть коэффициент растворимости ее равным 0,127, то можно сказать, что, по меньшей мере, из вод скважин выходит EmRa в 8 раз больше измеренного. Вода скважины № 7а, повидимому, выносит еще больше эманации, но ввиду сильного фонтанирования (выходящая вода превращается в 8-метровый столб водяной пыли) появляется огромная поверхность соприкосновения воды с воздухом и, тем самым, создаются весьма благоприятные условия для потери эманации“ (3).

Сравнивая радиоактивность воды основных скважин №№ 1, 7а и 4, сильно фонтанирующих и выбрасывающих высокоминерализованную и термальную воду, с водами источников №№ 5, 15 и 21 (расположенных на левом берегу реки, выше моста, у моста и у подошвы вулкана на правом берегу), вытекающими в виде тихих, спокойных струек, легко видеть, что содержание EmRa в последних возрастает вдвое, несмотря на то, что общая минерали-

зация их в сравнении с водами скважин падает в несколько раз.

Как видно из табл. 13, наиболее высокая радиоактивность замерена в водах источника у с. Кущи-Бияг, расположенного в 2,5 км к югу от курорта Джермук, где она достигает 3,8 М. Е. на/л. Обращаясь одновременно к хим. анализу этой воды (табл. 14), легко заметить, что характер

Таблица 15

Источники	Ra. 10 ⁻¹¹ гр. литр
Скважина № 1	4,3
» № 7 А	3,4
» № 4	2,7
Источник № 5	4,6
» № 21	2,0

Таблица 16

Источники	ThX в ед. рав. горня в гр. на литр в момент выхода воды на поверхность	Th X в гр. на литр
Скважина № 1	3.10 ⁻⁴	1,6 · 10 ⁻¹⁶
» № 7А	2.10 ⁻⁴	1,1 · 10 ⁻¹⁶
» № 4	1,5 · 10 ⁻⁴	0,8 · 10 ⁻¹⁶
Источник № 5	1 · 10 ⁻⁴	0,5 · 10 ⁻¹⁶
» № 21	0,75 · 10 ⁻⁴	0,4 · 10 ⁻¹⁶

минерализации ее отличается от хим. состава вод скважин №№ 1 и 7—намечается резкое снижение сульфатного, гидрокарбонатного ионов и меняются температурные условия воды. Температура источника Кущи достигает всего 10—12°.

В данном случае нужно согласиться с выводами А. А. Александрияна, „что для вод курорта Джермук господствуют неблагоприятные физико-химические условия растворимости щелочно-земельных элементов, что приводит к выпадению основной массы радиоактивных элементов, в частности Ra, до их появления на дневную поверхность и после него“ (3).

Тем же исследователем был определен в этих же водах растворенный радий и продукты ториевого ряда. Полученные количества первого в водах Джермука приведены в табл. 15, количество определенного ThX дано в табл. 16.

Принимая, что ряд $MsTh_1 - MsTh_2 - RdTh - ThX$ не нарушен и находится в радиоактивном равновесии, А. А. Александрияном были вычислены количества $MsTh_1$ и $RdTh$, находящиеся в водах.

Эти данные приведены в табл. 17.

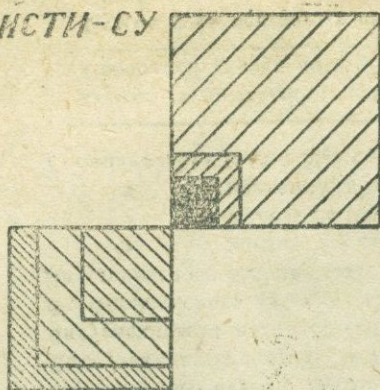
Таблица 17

Источники	$MsTh_1$ в гр. на литр	$RdTh$ в гр. на литр
Скважина № 1	$1,1 \cdot 10^{-13}$	$3,2 \cdot 10^{-14}$
„ № 7А	$0,7 \cdot 10^{-13}$	$2,1 \cdot 10^{-14}$
„ № 4	$0,5 \cdot 10^{-13}$	$1,6 \cdot 10^{-14}$
Источник № 5	$0,4 \cdot 10^{-13}$	$1,05 \cdot 10^{-14}$
„ № 21	$0,2 \cdot 10^{-13}$	$0,8 \cdot 10^{-14}$

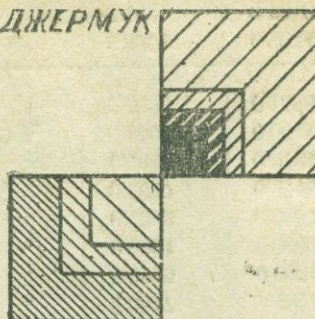
В заключение необходимо коснуться положения минеральных вод Джермука среди других аналогичных, известных нам вод. Нужно, конечно, заранее отказаться от мысли найти воды, совершенно идентичные Джермуку, но воды типа последнего, безусловно, имеются.

Сюда относятся из зарубежных: знаменитые термы Шпруделя (Карлсбад), а из отечественных — воды Исти-су Азербайджанской ССР.

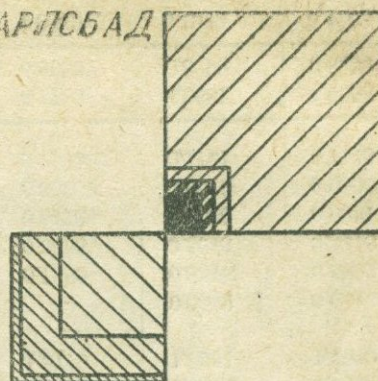
ИСТИ-СУ



ДЖЕРМУК



КАРЛСБАД

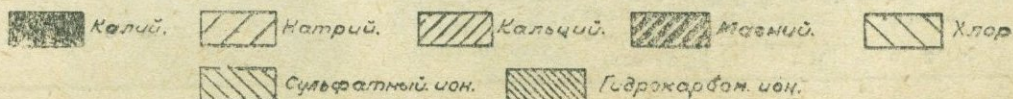


Милли-валь-проценты

Катионы			Анионы		
	Милли Вольт	% %		Милли Вольт	% %
Na ⁺	61.2	34.0	Cl ⁻	29.0	34.0
K ⁺	2.9	3.3	SO ₄ ²⁻	13.1	15.6
Ca ⁺⁺	8.3	10.0	HCO ₃ ⁻	41.6	49.7
Mg ⁺⁺	3.9	4.5			
Сумма	83.75	100		83.75	100

Катионы			Анионы		
	Милли валь	%		Милли валь	%
Na ⁺	37.8	66.3	Cl ⁻	7.2	12.7
K ⁺	3.0	5.2	SO ₄ ²⁻	14.9	26.2
Ca ⁺⁺	10.4	18.3	HCO ₃ ⁻	34.7	61.0
Mg ⁺⁺	5.5	9.7			
Сумма	56.9	100		56.9	100

Катионы			Анионы		
	Милли в. в.	%		Милли в. в.	%
Na ⁺	72.8	85.6	Cl ⁻	16.7	19.7
K ⁺	2.2	2.6	SO ₄ ²⁻	33.7	39.6
Ca ⁺⁺	6.1	7.1	HCO ₃ ⁻	34.5	41.0
Mg ⁺⁺	3.6	4.2			
Сумма	84.7	100		85.1	100



Фиг. 17

Вероятная комбинация солевого состава

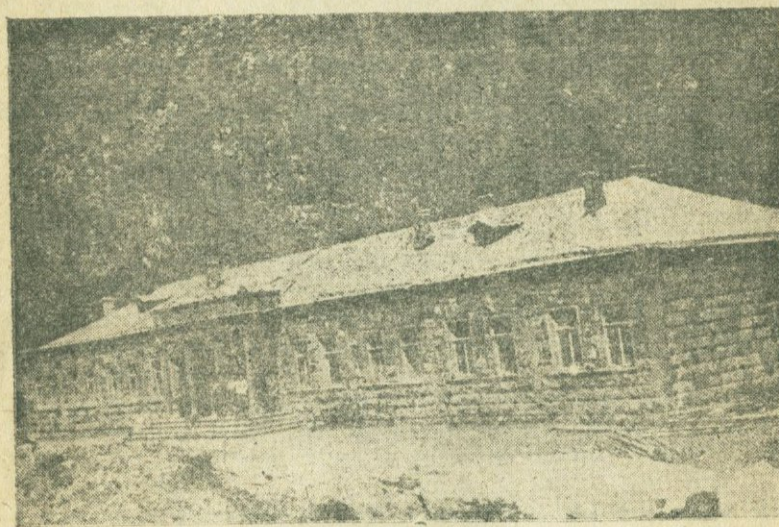
Таблица 18

И с т о ч н и к и	Шпрудель Карлсбад Т-ра 71°С	Исти-су Азербай- джан Т-ра 55°С	Д ж е р м у к		
			Источник № 2. Т-ра 39°	Скважина № 1. Т-ра 56°	Скважина № 7. Т-ра 61°
	З. Людвиг 1878 г.	Бальнеологический Ин-т КМВ 1929 г.	Б. Л. Африкан 1940 г.		
Хлористого калия KCl	0,1625	0,2195	0,1527	0,2219	0,2126
Хлористого натрия NaCl	0,8500	1,5253	0,3337	0,2480	0,4400
Бромистого натрия NaBr	0,0028	0,00131	0,0008	не обнаружено	
Иодистого натрия NaI	0,00004	0,00018	0,00013	, ,	
Сернистого натрия Na ₂ SO ₃	2,3959	1,0812	1,0585	1,0585	1,0529
Двууглекислого натрия Na HCO ₃	2,0517	2,4857	1,3779	1,5685	1,7910
Двууглекислого лития Li (HCO ₃) ₂	0,0225	0,00325	—	—	—
Фосфорнокислого кальция Ca (HPO ₃) ₂	0,0004	0,0000593	—	0,0032	0,0046
Двууглекислого кальция Ca (HCO ₃) ₂	0,4922	0,6697	0,7369	0,8416	0,6899
» магния Mg (HCO ₃) ₂	0,2627	0,2548	0,3666	0,3043	0,3418
» железа Fe (HCO ₃) ₂	0,0048	0,0184	0,0178	0,0090	0,0081
» марганца Mn (HCO ₃) ₂	0,0007	0,00178	0,00209	0,0010	0,00037
Кремниевая кислота (мат) H ₂ SiO ₃	0,0939	0,1573	0,1085	0,1121	0,1145
Сумма твердых составных частей	6,3524	6,2674	4,1783	4,3681	4,6558
Свободной углекислоты	0,4081	0,7310	0,8089	0,8298	0,8350
Сумма всех составных частей	6,7605	6,9984	4,9869	5,1979	5,4908
Сухой остаток	—	—	3,322	3,4420	3,6062

Прилагаемая таблица 18 вероятных комбинаций солевого состава для Шпруделя, Исти-су и Джермука позволяет легко убедиться в том, что в данном случае имеются воды одного типа.

Наблюдающиеся отклонения в солевом составе, в основном, связаны с колебаниями общей минерализации, исключение составляет отсутствие в водах Джермука NaBr и NaJ . Необходимо отметить в водах Джермука и Исти-су обилие свободной углекислоты в сравнении с наличием последней в Шпруделе.

Однотипность этих вод еще нагляднее видна из прилагаемого графика (фиг. 17), на котором нанесены основные компоненты хим. состава вод— K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , SO_4^{--} и HCO_3^- , выраженные в $\text{мгг/экв.}^0/0$.



Фиг. 18 Ванное здание в ущельи р. Арпа.

Построены они в виде квадратов (в определенном масштабе), наложенных друг на друга, причем последовательность накладки связана с количественным содержанием того или другого иона.

Как видно из построений, все три воды—Джермук, Исти-су и Шпрудель довольно хорошо повторяют друг

друга, лишь общая пониженная минерализация Джермука несколько отличает эту воду от остальных аналогов, сохраняя, однако, последовательность в количественном содержании отдельных ионов в сравнении со Шпруделем (Карлсбад).

Заканчивая настоящий очерк, нужно еще раз отметить, что положение Джермука, его природные красоты, возможности, исключительная ценность термальных вод, дебит последних—позволяют говорить о Джермуке, как о будущем курорте, имеющем исключительные перспективы, как о будущей союзной здравнице.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ✓ 1. Абиx Г.—Геология Армянского нагорья (восточная часть). Орографическое и геологическое описание. Зап. К. О. Г. Общ., 1902, кн. XXIII. Перевод Б. З. Коленко.
- ✓ 2. Акопян А. А.—Курорты ССР Армении. Изд. СНК ССРА, Эривань, 1934.
3. Александрян А. А.—О радиоактивности минеральных источников Арзни, Давалау и Джермук (Исти-су). Труды Ереванского Политехнического Ин-та им. Карла Маркса.
- ✓ 4. В. Н. Баранов, А. М. Овчинников.—Методическое руководство по обследованию радиоактивности подземных вод. Госгеол-издат, 1946.
5. Воскобойников Г.—О даралагезских свинцовых рудниках и о кислом минеральном источнике близ оных находящегося. Горный журнал, 1930, ч. 1.
- ✓ 6. Карапетян О. Т.—Геологический очерк ССР Армении. Эривань, 1928.
- ✓ 7. Карапетян О. Т.—Главные минеральные источники Армении. Эривань, 1928.
- ✓ 8. Карапетян О. Т.—Материалы по геологии и гидрогеологии Армянской ССР. Изд. Ак. Наук, 1938, вып. 3.
9. Кашкай Мир-Али.—Минеральные источники курорта Исти-су в Азербайджане. Эксп. Ак. Наук в 1933 г. Труды Сов. по изуч. природ. ресурсов. Научно-популярные очерки, 1933, стр. 209—215.
10. Кашкай Мир-Али.—Геолого-петрографический очерк района Исти-су и геохимия источников. АН СССР. Азербайджанский филиал. Баку, 1939.
- ✓ 11. Конюшевский А. К., Круг Е. В., Богачев В. В. — Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края. Изд. 1937. Вып. 1.
12. Котляр В. Н.—Геологический очерк восточной части Даралагезского уезда ССР Армении (бассейн верхнего течения р. В. Арпа-чай). Мат. по общ. и прикл. геологии, вып. 136, 1930.
13. Котляр В. Н.—Горячие минеральные источники селений Исти-су и Куши-Беляк Даралагезского уезда ССР Армении. Изв. Гл. Геол. Упр. 1930, XI № 13, стр. 385—390.
14. Котляр В. Н.—Интрузивы Даралагеза и Сисиана. Геологическое строение, интрузивы и оруденение Даралагезского и Сисианского районов Арм. ССР, 1938, ВГФ и Геолфонд Арм. ГУ.
15. Котляр В. Н.—Интрузивы Даралагеза и Сисиана (Закавказье) — Автореферат. Доклады на заседании Крымо-Кавказской группы ЦНИГРИ.

16. Кочергин В.—Атмосферные осадки Закавказья. Закавказхоз. Тифлис, 1928.
17. Кржечковский А.—Геологический очерк западной части Даралагезского уезда ССР Армении. Мат. по общ. и прикл. геологии. Вып. 136, Ленинград 1930.
18. Линдгрэн В.—Минеральные месторождения. Вып. 1. ОНТИ, 1934.
19. Лайстер А. Ф. и Чурсин Г. Ф.—География Закавказья, Тифлис, 1929.
20. Магакьян И. Г.—Отчет о работах в Сисианском и Азизбековском районах летом 1945 г. Фонд Геол. Ин-та АН Арм. ССР и Арм. ГУ, Ереван, 1946.
- ✓ 21. Меллер В. и Денисов Д. М.—Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края. Матер. по геол. Кавказа, сер. II, кн. 3, 1889.
22. Мефферт Б. Ф.—Эоценовая фауна из Даралагеза, в Армении. Тр. Гл. Геол. Разв. Упр., вып. 99, 1931.
- ✓ 23. Оганезов Л. А.—Минеральные источники Армении. Госиздат ССРА, Эривань, 1936.
24. Оленов В. И. и Эфендиев М. Э.—Курортная местность Исти-су, Баку, 1929.
25. Оленов В. М.—Курдистан. Исти-су. Изв. Общ. обл. и изуч. Азербайджана, 1928, № 6.
26. Оленов В. И.—Курорты Азербайджана. НКЗДрав АССР, 1928.
- ✓ 27. Освальд Фр. Феликс—К истории тектонического развития Армянского нагорья. Перевод А. В. Шишкиной. Зап. Кав. Отд. геогр. общ. 1915, кн. XXIX, вып. 2.
28. Паффенгольц К. Н.—Бассейн реки Восточный Арпа-чай. Геологический очерк. Тр. Всес. Геол. Разв. Упр., вып. 328, 1934.
29. Паффенгольц К. Н.—Нахкрай. Геологический очерк Нахичеванской АССР. Тр. Азерб. Фил. АН СССР. Вып. XXVIII. Изд. АзФАН, Баку, 1940.
30. Паффенгольц К. Н.—Бассейн озера Гокча (Севан). Геологический и гидрогеологический очерк. Тр. Всес. Геол. Разв. Упр., вып. 219, 1934.
31. Паффенгольц К. Н.—Геологическая карта Кавказа, маш. 1:200.000. Лист К-38-XXXIV (Севан). Фонд ВСЕГЕИ и Арм. ГУ, 1941.
32. Паффенгольц К. Н.—Интрузивные породы бассейнов оз. Севан и р. Веди-чай, Даралагеза и Нахкрая. Тр. Груз. Гос. Геол. Упр., вып. 11, Тбилиси, 1941.
33. Паффенгольц К. Н.—Стратиграфия четвертичных лав Восточной Армении. Зап. Росс. Минерал. общ. 1931, 2 сер., ч. IX вып. II.

34. Паффенгольц К. Н.—Геологическая карта Кавказа, масштаб 1:200000. Лист V-38-IV (Даралагез). Фонд Арм. ГГУ, 1946.
- ✓36. Фигуровский И. В.—Климатический очерк Кавказа. Классификация климатов Кавказа. Тр. 2-го Всерос. съезда деят. по климат. гидрогеол. и бальнеол. т. I, 1905.
- ✓37. Фигуровский И. В.—Климаты Кавказа. Изд. Кавк. Отд. геогр. общ. Тифлис, 1919.
38. Фигуровский И. В.—Краткий климатический очерк Куро-Араксинского бассейна. Мат. к общ. схеме использ. водных ресурсов Кура-Аракс. басс., вып. I, Тифлис, 1930.
39. Дулукидзе, Архипов и Халатов.—Геологическое описание северной части Нахичеванского уезда Эриванской губернии и части Зангезурского уезда Елисаветпольской губернии. Тифлис, 1870.

Оглавление

	Стр.
Введение	3
1. Географическое положение и пути сообщения	7
2. Климат	7
3. Орография	9
4. Геолого-петрографический очерк	16
а) Геология района	16
б) Геология курортного участка	25
Б. Гидрогеологический очерк	39
а) Пресные воды	39
б) Минеральные воды	45
Использованная литература	85

Технический редактор М. КАПЛАНЯН
Корректор Г. ТУРАБОВ

Сдано в производство 6/VIII 1947 г., подписано к печати 24/IX 1947 г.
Объем 5 1/2 п. л., в п. л. 38,400 печ. зн. Тираж 1000, ВФ 03082.
Заказ № 619. Изд № 450.

Типография Академии Наук Армянской ССР, Ереван, Абовян, 104