

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

---

Н. И. ДОЛУХАНОВА

ГИДРОГЕОЛОГИЯ  
СРЕДНЕЙ ЧАСТИ ПАМБАКСКОГО ХРЕБТА  
И АНКАВАНСКИЕ (МИСХАНО-МАРМАРИКСКИЕ)  
МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР  
ЕРЕВАН

1956

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Н. И. ДОЛУХАНОВА

ГИДРОГЕОЛОГИЯ  
СРЕДНЕЙ ЧАСТИ ПАМБАКСКОГО ХРЕБТА  
И АНКАВАНСКИЕ (МИСХАНО-МАРМАРИКСКИЕ)  
МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР  
ЕРЕВАН

1956



11819  
69951  
13609

Печатается по распоряжению Президиума  
Академии наук Армянской ССР.  
Президент В. А. АМБАРЦУМЯН

---

---

## І. ВВЕДЕНИЕ

„Нет более драгоценного ископаемого, как вода, без которой жить нельзя“.

А. П. Карпинский

Социалистическое строительство предъявляет к гидрогеологическим работам повышенные требования, и перед гидрогеологией сейчас стоят огромные задачи.

При этом изучение гидрогеологии отдельных больших площадей приобретает особое значение в связи с новым подъемом сельского хозяйства. Гидрогеология должна дать научное обоснование для правильной постановки дела водоснабжения населенных мест, постройки гидроэлектростанций, для орошения полей и летних нагорных пастбищ.

В вопросах промышленного строительства гидрогеология играет также немаловажную роль, намечая пути обеспечения водой будущих промышленных объектов.

Наряду с этим огромное значение имеет изучение минеральных источников, как основы развития бальнеологических курортов, этого важнейшего звена в системе народного здравоохранения.

В этом отношении Памбакский хребет, средняя часть которого явилась объектом нашего изучения, представляет собою один из интереснейших районов, изобилующий выходами разнообразных и ценных минеральных вод.

В самом ближайшем будущем на территории этого района можно ожидать развертывания крупного промышленного строительства, благодаря чему он сможет выйти в республике в число передовых.

Настоящая работа ставит своей основной целью дать подземным водам данного района возможно полную всестороннюю характеристику.

Изучение подземных вод средней части Памбакского хребта велось автором в течение четырех лет—с 1945 по 1948 гг. В процессе изучения выявилось весьма крупное Анкаванское (Мисхано-Мармарикское) месторождение минеральных вод, которому и посвящается большая часть данной работы.

Приводимые химические анализы как минеральных вод, так и пород и отложений источников производились в химической лаборатории ИГН АН Армянской ССР аналитиками Э. А. Кюрегян и О. А. Бозояном, которым автор выражает свою большую признательность. Анализы лечебной грязи производились в лаборатории Физиотерапевтического института Армянской ССР. Спектральный анализ сухих остатков был произведен в лаборатории спектрального анализа Армянского геологического управления.

Во время проведения полевых работ и камеральной обработки собранного материала автор пользовался консультациями и советами канд. геол.-мин. наук А. П. Демехина и канд. геол.-мин. наук Н. И. Хитарова, за что и выражает им свою глубокую благодарность.

## II. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Географическое положение исследованного района определяется координатами:  $14^{\circ}0'30''$ —  $14^{\circ}20'30''$  восточной долготы от Пулкова и  $40^{\circ}36'00''$ —  $40^{\circ}46'00''$  северной широты.

Изученная площадь находится в пределах центральной части Армянской ССР и по административному делению входит, в основном, в северо-западную часть Ахтинского района, захватывая небольшую часть Апаранского района на западе и Кироваканского — на севере.

Она слагается средней частью Памбакского хребта, включая отходящий от него отрог — Цахкунинский хребет — и разделяющую их долину верховьев р. Маман (левый приток р. Зангу).

Памбакский хребет является частью водораздела бассей-

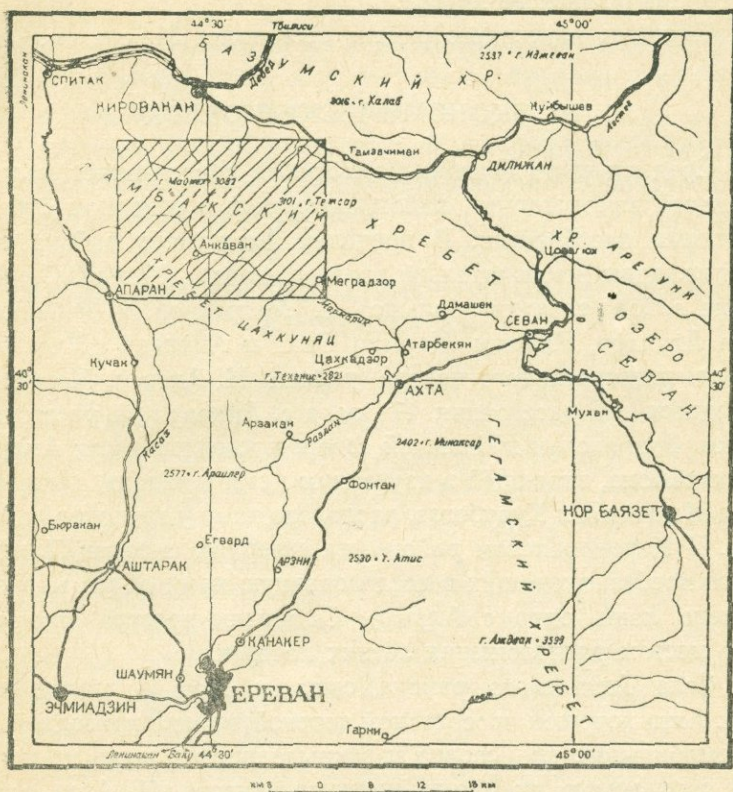


Рис. 1. Обзорная карта центральной части Армянской ССР.

нов рек Куры и Аракса. Он начинается у западного побережья озера Севан, где сочленяется с хребтом Арегунский; отсюда протягивается к северо-западу, где соединяется с Базумским хребтом. Юго-восточный отрог его — Чахкунинский хребет, отходя от Памбакского хребта на северо-запад, протягивается параллельно ему, также с северо-запада на юго-восток. К югу Чахкунинский хребет постепенно погружается.

Границами описываемой нами площади являются: на западе — меридиан сел Курубогаз и Меликгюх, Апаранского района; на востоке — меридиан с. Меградзор и вершины Аршошан Памбакского хребта; на севере — северные склоны Памбакского хребта — параллель с. Алавар, Кировакан-

ского района, и вершины Кара-Кая; на юге — водораздельная часть Цахкунинского хребта.

Площадь изученного района составляет 514 кв. км.

### III. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Средняя часть Памбакского хребта представляет малонаселенный высокогорный район, покрытый в основном субальпийскими пастбищами. В пределах Ахтинского района села расположены исключительно вдоль долины р. Маман. С востока на запад следуют большое с. Меградзор и небольшие села Ахундов, Улашик, Кармир Овит и Анкаван (Мисхана). От административного центра района Н. Ахта с. Меградзор находится на расстоянии 17 км, а с. Анкаван на расстоянии 35 км. В пределах небольшой северо-восточной части Апаранского района, входящей в изученную нами площадь, находятся села Меликгюх и Курубогаз, расположенные у притоков р. Апаран. В Кироваканском районе, на северных склонах Памбакского хребта, входящих в исследованную нами область, расположено лишь одно с. Алавар. Остальное пространство служит местом расположения летних кочевков.

Села Ахтинского района связаны друг с другом и с с. Н. Ахта хорошей проселочной дорогой, вполне пригодной для автомобильного транспорта и закрывающейся лишь на короткий срок зимою, во время снежных заносов. Н. Ахта соединена с гор. Ереваном 50 км шоссейной дороги. Таким образом, расстояние от самого отдаленного пункта, с. Анкаван, до гор. Еревана составляет 85 км. В будущем через с. Н. Ахта пройдет железная дорога Ереван — Акстафа. Другие пути связывают район с железной дорогой Ереван — Тбилиси, проходящей на севере, за пределами исследованной нами площади. Это — вьючная тропа протяжением в 17 км, идущая от с. Анкаван (2000 м) к ж.-д. ст. Кировакан (1200 м) через труднопроходимый Маймехский перевал (3000 м) Памбакского хребта, и проселочная дорога Меградзор — Гамзачиман протяжением в 20 км, пригодная для автомобильного транспорта. Расстояние от с. Гамзачиман до ж.-д. ст. Кировакан составляет 18 км шоссейной дороги. Села Апаранского района

связаны проселочными дорогами с административным центром Апаранского района — с. Апаран, которое находится от гор. Еревана на расстоянии 60 км и соединено с ним шоссейной дорогой. Расстояние от с. Апаран до с. Анкаван составляет всего 12 км, но путь лежит через перевал.

Население района занимается, в основном, скотоводством и земледелием. Район богат полезными ископаемыми и обеспечен строительными материалами.

#### IV. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Первые систематические работы в этом районе начал В. Н. Котляр в 1930 г. До него изучение средней части Памбакского хребта сводилось к отдельным эпизодическим поездкам исследователей и к общему региональному изучению, захватившему отчасти и данный район. Сюда относятся работы Г. Абиха (1), Ф. Освальда (70), А. С. Гинсберга (16).

Ряд работ, освещающий отдельные геологические вопросы областей, смежных с Памбакским хребтом, захватил и краевые участки хребта. Таковы работы Г. М. Смирнова (81), Е. Н. Дьяконовой-Савельевой (26), А. А. Турцева (92), О. Т. Карапетяна (31, 32) и др.

Работы В. Н. Котляра охватывают два периода: первый — с 1930 по 1932 гг. и второй — 1938—1939 гг. Первый этап его работ был посвящен, в основном, изучению Мисханского молибденово-медного месторождения и в то же время совместно с П. Н. Соколовым и Я. Г. Тер-Оганезовым им была заснята обширная территория хребта в масштабе 1 : 84 000. Результаты их работ обобщены в 1933 г. в «Геологическом очерке района Памбакского и Мисханского хребтов ССР Армении» (44), а также в ряде других небольших отчетов и статей (39—46, 83). В 1939—1940 гг. Котляр проводил дополнительное изучение геологического строения и металлогении Памбакского хребта. В результате им написана обширная работа «Памбак (геология, интрузивы и металлогения Памбакского хребта и смежных районов Армении)» (48); сокращенно издана в 1941 г. в сборнике «Интрузивы Закавказья» под названием

«Интрузивные породы центральной части Армянской ССР» (50). Работа освещает вопросы стратиграфии, тектоники, магматизма и металлогении. Одновременно им была составлена геологическая карта масштаба 1 : 84 000. Этот обширный и обстоятельный труд, касающийся геологического строения Памбакского хребта, а также и составленная им геологическая карта, были положены нами в основу нашей работы по изучению гидрогеологии этого района. Тогда же Котляром были написаны небольшие статьи, касающиеся как отдельно Мисханского медно-молибденового месторождения, так и геологического строения и металлогении Памбака (47—51). В 1947 г. в своем капитальном труде «Геологические условия формирования рудных месторождений Малого Кавказа» (52) В. Н. Котляр делает свои последние заключения по геологическому строению и рудным месторождениям Памбакского хребта.

Интересные и ценные данные по району приводятся К. И. Паффенгольцем в его многолетнем труде «Геология Армении и прилегающих частей Малого Кавказа» (75), в общей с В. Н. Котляром работе «Геологическая карта Кавказа» масштаба 1 : 200 000, лист К-38-XXVII (Кироваканский) (74), захватившей отчасти описываемую нами территорию, а также и в других его работах (72—73).

С 1943 по 1947 гг. в районе работал геолог Г. П. Багдасарян (5—7), изучавший центральную часть хребта — щелочной комплекс изверженных пород. Г. П. Багдасаряном наряду с детальным опробованием нефелиновых сиенитов, как алюминиевого сырья, проведены были также геолого-литологическая съемка этой части района в масштабе 1 : 50 000 и дополнительные поиски других полезных ископаемых. В результате им была составлена геологическая карта в масштабе 1 : 50 000.

С 1953 г. в районе Мисханского медно-молибденового месторождения работает геолого-разведочная партия Армянского геологического управления. Новые данные, полученные этой партией, в настоящей работе не рассматриваются. Гидрогеологически район изучен слабо. Систематическое гидрогеологическое изучение Армянской ССР было начато в 1943 г. Арм. геол. управлением. В результате двухлетних исследований была составлена гидрогеологическая карта в масштабе

1 : 500 000, куда вошел и описываемый нами район (57). В 1945 г. партия, возглавляемая геологом П. Епремяном, произвела гидрогеологическую съемку Мисхано-Агмаганского хребта и периферии г. Арагац. В результате им была составлена карта выходов подземных вод в масштабе 1:200 000 и рукописный отчет «Гидрогеологический очерк междуречья рек Касах и Зангу и западного склона Агмаганского хребта» (27). Эта единственная работа, охватившая изучением гидрогеологию средней части Памбакского хребта, прошла мимо очень многих весьма интересных вопросов; так, например, совершенно не коснулась вопроса химизма вод. Прекрасные минеральные источники ущелья р. Мармарик остались вне внимания всех побывавших там исследователей. Последнего вопроса мы коснемся подробно в главе о Мисхано-Мармарикских минеральных водах. В результате наших исследований Мисхано-Мармарикское месторождение минеральных вод, как перспективное, было выдвинуто под разведку. Разведочное бурение проводилось Арм. геол. управлением в 1952—1953 гг.

## V. ОБЩИЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА

### 1. РЕЛЬЕФ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Как уже было сказано в главе о географическом положении изученной области, она включает в себя среднюю часть Памбакского хребта, северные склоны его отрога — Цахкунинского хребта и разделяющую их долину р. Мармарик-Маман. Памбакский хребет представлен здесь своей наиболее высокогорной частью. Высшие точки хребта — горы Теж-Сар (3109 м), Маймех (3091 м), Зап. Халхалы (3058,8 м), Архошан (3052 м), Кор-оглы (2936,4 м), Сев. Халхалы (2980 м), Оюхлю (2894 м), Кёр-оглы (2873,4 м), Дебакли (2829 м) и др. Относительные высоты достигают 1000—1200 м.

Ввиду обилия выпадающих осадков и слабой водопроницаемости слагающих пород, рельеф сильно расчленен. Склоны Памбакского хребта сильно изрезаны глубокими ущельями и оврагами.

Цахкунинский хребет является узким плоскогорьем, образованным лавовым покровом. Он несколько отличается от Памбакского хребта по своим топографическим и геоморфологическим признакам. Водораздельная линия Памбакского хребта на всем его протяжении сохраняет одно направление, в то время как водораздельная линия Цахкунинского хребта извилиста. Отходя от Памбакского хребта, Цахкунинский хребет принимает сначала юго-восточное направление, затем водораздельная линия поворачивает на юг, а потом протягивается в широтном направлении, почти параллельно Памбакскому хребту, и после урочища Ортулю снова сворачивает на юг, образуя два отрога, находящиеся уже за пределами нашего планшета. Вершины Цахкунинского хребта ниже вершин Памбакского и более плоские. Высшие точки хребта — горы Тухманук (2632,2 м), Чингылы-даг (2816 м) и др. Относительные высоты колеблются от 500 до 800 м и иногда достигают 1000 м.

Обнаженность в районе незначительная. Хорошо обнажены только южные склоны Памбакского хребта. Здесь нередки большие скалы и крутые утесы. Растительность развита на северных склонах обоих хребтов. Водораздельные части хребтов — высокогорные плато — имеют характер степей. Это нижняя полоса альпийской зоны или так называемые субальпийские дуга. В верхней полосе альпийской зоны, граничащей с линией вечных снегов, растительность реже и мельче. На границе альпийской зоны и нижележащей встречаются лишь карликовые формы. Почва здесь гораздо теплее воздуха, и растительность стремится держаться как можно ближе к земле. Такими низкорослым лес и кустарник, которыми покрыты северные склоны Цахкунинского хребта у сел Анкаван Кармир Овит и др. На северных склонах Памбакского хребта, на более низких абсолютных отметках, растительность представлена уже густым и крупным лесом.

## 2. ГИДРОГРАФИЯ

Ввиду слабой водопроницаемости пород, в районе в целом преобладает поверхностный сток над подземным. Многочисленные ручьи и реки, питающиеся родниковыми талыми и дождевыми водами, стекают со склонов гор. Главные водные артерии

района — это реки Маман, Акстев, Памбак и Апаран. Из них три последних находятся вне пределов нашего планшета, но притоки их протекают по значительной его территории.

Река Маман протекает в глубоком ущельи. Она питается водами, стекающими с урочища Ортулю, Апаранского плоскогорья, и южных склонов Памбакского хребта. Ее наиболее крупные притоки — это рч. Намазолян, рч. Дамир-Магара, р. Ятам-дзор, р. Улашик, рч. Такярлу, р. Теж-Гет, рч. Карханадзор и другие мелкие безымянные ручьи и речки. Все они имеют меридиональное и близкое к нему направление. Истоки р. Маман до впадения в нее р. Улашик носят название р. Мармарик.

Река Акстев, протекающая севернее нашего планшета, является правым притоком р. Куры и берет свое начало у с. Лермонтово. Стекающие в нее справа, с северных склонов Памбакского хребта, горные речки и ручьи создают многоводность р. Актев.

Река Памбак также протекает севернее нашего района в широтном направлении. Ниже по течению она принимает меридиональное направление и, получая название р. Дебет, впадает в Куру. В пределах нашего планшета многочисленные притоки р. Памбак стекают в нее с северных склонов Памбакского хребта с юга на север в меридиональном направлении. Наиболее значительные из них — это рч. Кара-чобан — приток р. Памбак, рч. Ванан-дзор и рч. Карпи — притоки р. Гарпи (правый приток р. Памбак).

Река Апаран течет на юго-западе от нашего планшета в меридиональном направлении. В пределах западной части нашего планшета находятся истоки р. Апаран — речки Халавар, Бозьехош, Каранлуг и др. Они того же характера, что и описанные выше.

Общим для всех рек и ручьев района является непостоянство их дебита, так как питание их во многом зависит от таяния снегового покрова и количества выпадающих дождей. Поэтому они многоводны весной и ранним летом и мелеют к середине лета. Наблюдается два максимума поверхностного стока: весенний и осенний, причем весенний всегда больше осеннего. Непосредственно после дождей дебит рек сильно возрастает на короткий срок.

### 3. КЛИМАТ

На изучаемой территории находится только один метеорологический пункт, в с. Анкаван. Данные его недостаточны и, кроме того, вызывают большие сомнения. Производятся только измерения количества выпадающих осадков. Результаты этих замеров не всегда соответствуют действительному положению и нуждаются в проверке.

Ближайшие к району метеорологические станции — это Кировакан, Дилижан, Апаран и Н. Ахта. Все они расположены в пониженных частях района. Таким образом, наиболее высокогорная часть его лишена метеостанций и систематических наблюдений за погодой.

Климатически район по И. В. Фигуровскому (95—97) входит в область Закавказского плоскогорья, в зону альпийских высот. Как обычно, в высокогорных районах, вследствие чистоты и разреженности воздуха, солнечные лучи обладают большей тепловой и химической силой. Разница между температурой на солнце и в тени очень значительна.

Данные по станциям, расположенным по одну и другую сторону Памбакского хребта, разнятся между собою, что вполне объяснимо, так как Памбакский хребет является одним из наиболее высоких хребтов, пересекающих территорию Армянской ССР и создающих разнообразие ее климата.

Среднегодовая температура в Кировакане  $+7,3^{\circ}\text{C}$ , в Дилижане  $+8^{\circ}\text{C}$ , в Апаране  $+4,4^{\circ}$ , в Н. Ахте  $+5^{\circ}\text{C}$ . В этих районах средний минимум температуры приходится на январь и февраль.

Январский минимум:  $-4^{\circ}\text{C}$  (Кировакан);  $-1,9^{\circ}\text{C}$  (Дилижан);  $-8,8^{\circ}\text{C}$  (Апаран) и  $-7,9^{\circ}\text{C}$  (Н. Ахта). Февральский минимум:  $-3^{\circ}\text{C}$  (Кировакан);  $-1,2^{\circ}\text{C}$  (Дилижан);  $-9,4^{\circ}\text{C}$  (Апаран) и  $-8,2^{\circ}\text{C}$  (Н. Ахта).

Средний максимум температуры приходится на июль и август. Июльский максимум больше августовского, но не на много. Июльский максимум:  $+17,4^{\circ}\text{C}$  (Кировакан);  $+17,8^{\circ}\text{C}$  (Дилижан);  $+16,3^{\circ}\text{C}$  (Апаран) и  $+16,8^{\circ}\text{C}$  (Н. Ахта). Августовский максимум:  $+16,9^{\circ}\text{C}$  (Кировакан);  $+17,1^{\circ}\text{C}$  (Дилижан);  $+15,9^{\circ}\text{C}$  (Апаран) и  $+16,5^{\circ}\text{C}$  (Н. Ахта).

На изучаемой территории выпадающие осадки весьма

обильны, и по ним этот район может быть отнесен к области с повышенным количеством осадков. Сумма осадков за год, так же, как и среднемесячное количество их, выражается весьма значительными величинами. Так, сумма осадков за год в Кировакане равна 585,2, Дилижане 640,4, Апаране 615,1, Н. Ахте 626,9 мм. Среднемесячное количество осадков в Кировакане равно 48,8, Дилижане 53,4, Апаране 51,2, Н. Ахте 52,2 мм. Максимум осадков выпадает поздней весной или ранним летом — в мае и июне.

Второй максимум осенний наступает в октябре. Главный максимум (май—июнь) равен 111,8 (Кировакан); 111,2 (Дилижан); 98,4 (Апаран) и 100,7 мм (Н. Ахта). Октябрьский максимум значительно меньше и равен 56,6 (Кировакан), 52,8 (Дилижан), 54,3 (Апаран) и 93,3 мм. (Н. Ахта). Минимум осадков приходится на февраль, сентябрь и декабрь. На декабрь приходится главный минимум осадков. Он равен 12,6 (Кировакан) и 17 (Дилижан), 39,9 (Апаран) и 34,7 мм (Н. Ахта). Февральский минимум равен 20,6 (Кировакан), 27,8 (Дилижан), 33,5 (Апаран) и 26,5 мм (Н. Ахта). Сентябрьский минимум наблюдается только по южным станциям: 28 (Апаран) и 28 мм (Н. Ахта).

Значительная часть атмосферных осадков выпадает в виде града и снега. Сильно развита грозовая деятельность.

В зависимости от температуры воздуха и количества выпадающих осадков изменяется величина влажности. Максимум абсолютной влажности наблюдается в июле, минимум в декабре—январе. Максимум относительной влажности наступает в зимние месяцы, минимум в летние. В возвышенных местах амплитуды абсолютной и относительной влажности незначительны. С высотой относительная влажность повышается, а абсолютная — понижается. Годовой ход суточных амплитуд относительной влажности следует, в основном, за изменением суточных амплитуд температуры.

В зимние месяцы вся территория покрывается снегом. Глубокий снеговой покров отмечают станции Н. Ахта, Кировакан и Дилижан. Снег выпадает в высокогорных частях в ноябре, иногда и в октябре; в пониженных частях выпадает в декабре. В глубоких оврагах на вершинах гор часто до середины лета

остаются нерастаявшие снежники, имеющие большое значение в питании поверхностного стока. В период таяния снегового покрова и обилия осадков почва бывает насыщена влагой. Весна наступает сравнительно поздно. Осень продолжительная и теплая. Последняя особенность свойственна почти всем климатам Закавказья.

Среднее давление в Кировакане равно 865,3, Дилижане 874,9, Н. Ахте 824,2 м. б. По Апарану данных нет. Минимальное давление наблюдается в феврале (Кировакан 862,7, Дилижан 872,9, Н. Ахта 821,3 м. б.), максимальное — в ноябре (Кировакан 867,9, Дилижан 878,1, Н. Ахта 827 м. б.).

В холодное время на возвышенных местах наступает минимум, а в низменных максимум давления. Поэтому в период октябрь—май ветры дуют с возвышенностей в низины, в период июнь—сентябрь в обратном направлении.

Например, в Кировакане зимою наибольшую силу и повторяемость имеют западные и северо-западные ветры, дующие с выхолаженного Ленинанканского плоскогорья. Летом, наоборот, большую силу и повторяемость имеют восточные и северо-восточные ветры, дующие снизу долины вверх. Станции, расположенные в долине р. Памбак (Кировакан и Дилижан), отмечают большую повторяемость сильных ветров зимою и меньшую летом. Горные ветры дуют также с Цахкунинского и Памбакского хребтов.

## VI. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА

В строении области принимают участие различные толщи пород от допалеозойских до четвертичных образований.

Наиболее нижним членом в стратиграфическом отношении является толща древних метаморфических сланцев палеозоя-допалеозоя, представленная сланцами, переслаивающимися с мраморизованными известняками и инъецированными палеозойскими гранитами. Толща метаморфических сланцев имеет широкое развитие. Она слагает ядро Мисхано-Арзаканской антиклинали; выходит в верховьях р. Маман — по р. Мармарик и ее левым притокам — рч. Ятам-дзор, рч. Кем-дзор и др., а также по левобережью р. Апаран. На севере планшета эти

породы зажаты в виде нескольких клиньев в широкой тектонической зоне верховьев рч. Кара-чобан. Метаморфическая толща известна и в нижнем течении р. Маман — у сел Меградзор, Мармарик и др.

Большое развитие эта толща получает за пределами нашего планшета, у сел Арзакан и Агверан. Мощность толщи метаморфических сланцев превышает 2000 м.

Петрографический состав сланцев чрезвычайно пестрый. Макро- и микроскопическим изучением выделено множество разновидностей, связанных между собой постепенными переходами. Установлены следующие виды сланцев: 1. Слюдяные и слюдисто-кварцитовые. 2. Амфиболиты и роговообманково-полевошпатовые. 3. Эпидото-амфиболовые. 4. Кварцитовые. 5. Эпидото-кварцитовые. 6. Эпидото-роговообманковые. 7. Хлоритовые. 8. Известковистые. 9. Кварцево-силлиманитовые и кварцево-дистеновые. Вследствие отсутствия фауны возраст толщи точно не определяется. По аналогии ее литологического состава, структуры и степени метаморфизма с таковыми идентичной толщи Дзирульского кристаллического массива Груз. ССР, а также по трансгрессивному налеганию на <sup>нее</sup> сланцевой толщи слоев верхнего мела (наиболее нижние горизонты мезозоя, известные в районе), по дислоцированности толщи и наличию в ней палеозойских интрузий гранитов метаморфическая толща была отнесена к нижнепалеозойскому и допалеозойскому возрасту (кембрий-докембрий).

Процессом, приведшим к образованию метаморфических сланцев, явилось, вероятно, термальное и динамическое воздействие интрузий гранитов, внедрившихся в палеозое.

В разных местах метаморфической толщи наблюдаются мраморизованные известняки. Перемежаемость сланцев с редкими маломощными и невыдержанными прослоями мраморов характерна для Цахкунинского хребта. В отдельных случаях прослежены мраморы и в виде пластов значительной мощности, в среднем от 1 до 20 м.

Древняя (нижний палеозой) вулканогенная толща порфиритов, туфов и туфобрекчий развита в юго-западной части планшета, слагая большую площадь в верховьях р. Апаран у сел Қаранлуг и Меликгюх. Эта толща отделена от метаморфи-

ческих сланцев разломом северо-западного, близкого к меридиональному простирания. Мощность толщи более 600 м. Залегает вулканогенная толща сравнительно спокойно, дислоцированность мало заметна.

Верхнемеловые отложения представлены на изученной территории верхним туроном и верхним и нижним сеноном. Выходы их тянутся полосой северо-западного простирания от северных склонов Памбакского хребта на юго-восток до г. Сары-Кая (южный склон Памбакского хребта), где упираются в Улашикский сброс.

Верхний турон трансгрессивно налегает на вышеописанную толщу метаморфических сланцев. В средней своей части полоса верхнетуронских отложений скрывается под лавовые покровы урочища Алунтахт. Общая мощность свиты уменьшается с северо-запада к юго-востоку, от 190 м в ее северо-западной части до 80 м у г. Сары-Кая. По В. Н. Котляру (48), верхний турон представлен: 1) конгломератами, переслаивающимися вверху песчаниками мощностью 40—70 м; 2) туфогенными песчаниками и туфами мощностью 20—80 м; 3) глинистыми, иногда сланцеватыми песчаниками, мощностью 38—40 м.

Между песчаниками верхнего турона и известняками верхнего сенона без углового несогласия залегает фаунистически неохарактеризованная толща мергелей и мергелистых песчаников, относимая В. Н. Котляром к нижнему сенону. Эта толща прослеживается полосой того же северо-западного простирания, что и отложения верхнего турона, к северу от последних. Мощность уменьшается с северо-запада к юго-востоку от 100 до нескольких десятков метров у г. Сары-Кая.

Верхний сенон пользуется значительно более широким развитием; представлен мергелями и мергелистыми известняками. Мощность толщи 250 м. Протягивается опять-таки полосой северо-западного простирания от самого края планшета и до Улашикского сброса. Продолжение полосы прослежено у сел Мармарик, Агпара и Н. Ахта за пределами нашего планшета. Отложения верхнего сенона трансгрессивно налегают на отложения турона, а в ряде случаев и на более древние породы.

Эоцен представлен в районе всеми тремя отделами в вулканогенной и отчасти осадочной фации. Мощная вулканоген-

ная толща расчленяется на 5 свит. Низы ее В. Н. Котляром (48) предположительно отнесены к палеоцену.

I свита (снизу вверх) относится к среднему — нижнему эоцену, возможно и к палеоцену. Представлена туфобрекчиями с подчиненными им туффитами.

Обнажается, в основном, за пределами нашего планшета, к северу от него, в Воскресено-Варталинской антиклинали. В пределах изученной области относятся к этой свите только узкие полосы этих пород в урочище Алтунтахт, прилегающие к Сарыкаинскому сбросу и полосы их, прослеженные к юго-западу от г. Маймех.

II свита, или так называемая нижняя свита кислых эффузивов и их туфов, относится к нижнему — среднему эоцену. Выходит, в основном, за пределами нашего планшета в той же Воскресено-Варталинской антиклинали. В пределах нашего планшета к свите условно отнесена серия туфов кварцевых порфиров и туффитов, проходящих полосой южнее г. Маймех.

III свита порфиритов, туфов, туфобрекчий и туффитов, относимая к среднему эоцену, получает развитие в северной части нашего планшета, на северном склоне Памбакского хребта. Представлена грубослоистыми туфами и туфобрекчиями, перемежающимися с порфиритами, туффитами и ортофирами. Там были встречены и конгломераты.

IV свита относится уже к верхнему эоцену. Эта свита состоит преимущественно из вулканических пород отчетливо щелочного состава. Она получает развитие, в основном, на южном склоне Памбакского хребта. Породы этой свиты приобретают щелочной характер, переходя снизу вверх от туфобрекчий порфиритового состава, перемежающихся с порфиритами, через андезиты-трахиты, в ортофиры и эпилейцитовые порфиры. Развита эта серия пород только в том районе, где локализованы щелочные интрузии, на большой площади, от водораздельной части Памбакского хребта и почти до долины р. Маман. Эпилейцитовые порфиры и их туфы, выходя на большом протяжении, почти окружают Тежсарский интрузив. Наиболее значительны выходы у г. Кёр-оглы. Здесь же отмечаются дайки и псевдолейцитовых порфиров. Мощность эпилейцитовых порфиров порядка десятков метров.

У свита получает распространение за пределами нашего планшета.

Все вышеперечисленные отложения перекрываются на ряде участков третичными липаритовыми, андезито-дацитовыми, андезитовыми и андезито-базальтовыми лавами и туфобрекчиями. Возраст лав определяется, предположительно, как элигоценый или плиоценовый. Среди рассматриваемых образований В. Н. Котляр (47) выделяет 3 серии: 1) вулканические брекчии; 2) преимущественно светлые липаритовые и липарито-дацитовые лавы и 3) андезитовые и базальто-андезитовые лавы. Вулканические брекчии залегают на Цахкунинском хребте в основании лав, залегающих на более древних породах. Вторая серия отложений — липаритовые и липарито-дацитовые лавы с подчиненными им обсидианами — развиты также на Цахкунинском хребте, в западной его части, на г. Дамлик-Гядук и у с. Гюлаблу. В средней части Памбакского хребта этих лав нет. Здесь, на южном склоне, развиты лавы андезитовые и андезито-базальтовые в виде изолированных покровов. Они характерны тем, что везде покрывают только вершины хребтов и очень редко немного спускаются на склоны, никогда не доходя речных долин. В районе с. Анкаван, на Памбакском хребте, ими сложено урочище Алтунтахт, а на Цахкунинском хребте — урочище Ортулю и г. Чингылы-даг.

Верхним членом разреза являются четвертичные лавы и ~~туфобрекчии~~ четвертичные наносные отложения. Четвертичные лавы обнаружены на самом севере нашего планшета в виде небольшого покрова андезитовых лав. Четвертичные наносные образования представлены аллювиальными отложениями долин рек и ручьев и делювием, накопившимся у подножья склонов. Сюда относятся широко представленные в районе с. Анкаван так называемые «чингили» — осыпи лавовых пород. Среди четвертичных отложений интересны отложения минеральных источников, выходящих вдоль русла р. Мармарик. Это травертин, арагонит и конгломерат, сцементированный известковым веществом.

Тектоника района очень сложна. Характерной особенностью является несогласное налегание верхнемеловых образований на метаморфическую толщу палеозоя-допалеозоя, а также

несогласие и перерыв отложений между эоценом и олигоценом. Основным структурным элементом района является крупная Мисхано-Арзаканская антиклиналь. Она простирается в северо-западном направлении. Погружается на юго-восток. Сложена антиклиналь верхнемеловыми породами и осложнена вторичными складками и разрывами. Свод антиклинали размыт. В ядре обнажаются метаморфические сланцы, инъецированные палеозойскими интрузиями. Северное крыло обнажается на большой площади от рч. Кара-чобан через вершину Памбакского хребта, г. Оюхлю, и до Улашикского сброса. Южное крыло обнажается на южных склонах Цахкунинского хребта, погружается у сел Бжни и Агверан. В южной части сланцы имеют северо-восточное и меридиональное простирание. На севере, в районе с. Анкаван, простираются в широтном направлении при крутом до отвесного падении на север.

Метаморфическая толща сильно перемята и собрана в складки. Она претерпела ряд орогенических фаз. Основное складкообразование, вероятно, было в каледонскую орогеническую фазу. В дальнейшем подвергалась, как уже жесткая плита, радиальным дислокациями. Ряд мелких складок прослежен и в верхнемеловых отложениях. Складки имеют северо-восточное простирание. У г. Дебахли и г. Сары-Кая наблюдаются крутые синклинали.

Эоценовые отложения образуют пологую синклинали. Осевая линия ее совпадает с осью Памбакского хребта. На севере она переходит в Кировакано-Воскресенскую антиклиналь широтного направления. Образования олигоцена (плиоцена) дислоцированы слабо. Опознается дислоцированность с трудом. Лавы имеют весьма пологое залегание.

Разрывы пород почти все являются третичными. Наиболее крупные из них — это Мисханский, Каранлугский, Сарыкаинский и Улашикский разломы.

Мисханский разлом протягивается в широтном направлении от г. Дамлик-Гядук к востоку через с. Анкаван и вдоль долины р. Мармарик-Маман.

У г. Дамлик-Гядук он сочленяется с Каранлугским разрывом. Прослежен в районе Мисханского медно-мслибденового месторождения по брекчии трения.

В долине р. Мармарик к нему приурочены мощные и многочисленные выходы минеральных вод. Здесь он трудно прослеживается в однородной толще, но в районе с. Алаверды по нему приведены в соприкосновение древняя сланцевая толща и вулканогенные породы эоцена. После с. Меградзор Мисханский разлом поворачивает на юго-восток и уходит за пределы нашего планшета. Падение разлома северное, при угле от 40 до 60°. В. Н. Котляр (47) данный разлом относит к надвиговым нарушениям с надвинутым северным крылом. Доказательства тому мало убедительны, и мы воздерживаемся от такого определения.

Каранлугский разлом, по мнению В. Н. Котляра (47), имеет также надвиговый характер. Простираение разлома северо-северо-западное, очень близкое к меридиональному. Проходит от г. Оюхлю через г. Шогакат, г. Тухманук и с. Каранлуг. Падение надвига на северо-восток при угле от полугого до 60°. Морфологически выражен полосой милонитов, тектонической брекчии и расплюснутых гранитов.

Сарыкаинский разлом имеет северо-западное простираение. Прослежен с низовьев рч. Кара-чобан через Дебахли до с. Улашик, где упирается в Улашикский сброс. На севере, у г. Дебахли, дает ряд ответвлений. Здесь, в широкой тектонической зоне, зажаты участки древних сланцев и верхнемеловых пород. Падение разлома на северо-восток при угле от 50 до 90°.

Улашикский сброс имеет северо-восточное направление. У г. Сары-Кая на юге в него упирается Сарыкаинский разлом. Далее он протягивается по рч. Улашик, смещая на северо-восток Тежсарский щелочной интрузив. Падение разлома близко к вертикальному.

В районе широко распространены интрузивы, древние и палеогеновые. Отсутствие в стратиграфическом разрезе ряда отложений, а также недостаточная расчлененность палеозойских образований, затрудняют обоснование взаимоотношения этих интрузивов. В. Н. Котляр (48) расчленяет интрузивы на:

I. Древние интрузивы.

II. Интрузивы палеогенового возраста.

Среди первых выделяются следующие группы:

1. Интрузивы основного состава (серпентиниты, габбро-амфиболиты, габбро-диабазы и диабазы).

2. Лейкократовые плагиограниты и микроклиновые граниты.

Среди вторых выделяются:

1. Комплекс интрузивов гранодиоритового и монцонитового состава.

2. Порфировидные граниты и сиениты.

3. Комплекс интрузивов щелочного ряда.

Серпентиниты обнаружены на Дамлик-Гядукском отроге, вблизи мраморных карьеров. Прорываются плагиогранитами. С серпентинитами у контакта их с плагиогранитами связаны актинолитовые породы. Габбро-амфиболиты, габбро-диабазы и диабазы более широко распространены, встречаясь среди сланцевой толщи. Обнаружены в Апаранском районе и у г. Шиш-Кая к северу от с. Анкаван. Также рассланцованы и прорываются плагиогранитами.

Лейкократовые граниты распространены в метаморфической толще. Выходы лейкократовых гранитов наиболее часты у с. Анкаван. Обычно образуют мелкие инъекции и пластовые залежи самых разнообразных размеров от долей сантиметров до сотен метров. Длина — от нескольких метров до нескольких километров. Наиболее крупные интрузивы обнаружены на южном склоне Памбакского хребта, у г. Деветаш, Дамлик-Гядук и др.

Интрузивы гранодиоритового и монцонитового состава наиболее распространены среди интрузивов. Сюда относятся две обособленные группы: Маймехо-Галаварская группа интрузий и Маманская группа интрузий. Нижний предел возраста обеих групп интрузий — средний эоцен, так как они прорывают эоценовую вулканогенную толщу. Верхний предел установлен для 2-й группы как олигоцен (плиоцен?) по перекрыванию их андезитовыми лавами на Цахкунинском хребте.

Первая группа интрузий характеризуется малыми размерами и пестрым петрографическим составом. Состоит из четырех обособленных гипабиссальных тел: 1) Моллакишлягская интрузия у с. Моллакишляг; 2) Дебахлинская у Дебахлинского перевала; 3) Оюхлинская в истоках рч. Галавар; 4) Ванадзорская — по ручью Ванадзор.

Маманская группа интрузий прослежена вдоль долины р. Маман и состоит из трех обособленных тел: 1) Мисханская интрузия у с. Анкаван и г. Дамлик-Гядук; 2) Такарлинская по среднему течению р. Маман; 3) Бабакишинская у с. Меградзор и до с. Фарух. Последняя в пределы нашего планшета входит своей очень небольшой частью. Мисханская интрузия прорывает древнюю метаморфическую толщу. Такарлинская и Бабакишинская интрузии прорывают древнюю метаморфическую и среднеэоценовую вулканогенную толщи. Породы интенсивно раздроблены частыми нарушениями. Из нарушений, сопровождающих интрузии, наиболее крупным является Мисханский разлом.

Петрографический состав интрузий разнообразен. Мисханская интрузия представлена, главным образом, кварцевыми диоритами, но наблюдаются также постепенные переходы к гранодиоритам и гранитам (рч. Намазолян), а на севере и на востоке ее также и к микроклиновым гранитам. Вблизи контактов наблюдаются ксенолиты больших размеров. Это обычно — вплавленные плагиограниты и сланцы. В Такарлинской интрузии отмечены сиенито-диориты. Жильная фация обильна. В. Н. Котляром (47) отмечаются аплиты, пегматиты, гранодиорит-порфиры, спессартиты и диоритовые порфиры. Аплиты и пегматиты имеют более широкое распространение в Мисханской, чем в Такарлинской интрузии; наиболее мощные жилы встречены по рч. Намазолян. В Мисханской интрузии широко развиты дайки гранодиорит-порфиров у с. Анкаван, по рч. Дамир-Магара и рч. Намазолян. Диориты и габбро-диориты распространены значительно меньше и приурочены к крайним частям интрузивов.

На западе Мисханской интрузии получают небольшое распространение граниты, слагающие площадь до 1 кв. км. Контактные зоны интрузивов выражены довольно отчетливо. В ряде случаев образуют полосы скарновых пород. Наиболее значительны участки скарнов у с. Анкаван на контакте Мисханской интрузии с мраморами и древними сланцами. К этим скарнам приурочено Мисханское медно-молибденовое месторождение.

Порфиоровидные граниты слагают так называемый Гильютский массив, расположенный на северном склоне Памбак-

ского хребта, на северо-западе нашего планшета. Общая площадь интрузива достигает 20 кв. км.

Петрографический состав интрузива непостоянный. Присутствуют ксенолиты и в периферических частях жилы. Субфазой Гильютской интрузии гранитов являются сиениты, выходящие на северном склоне Памбакского хребта, юго-восточнее г. Тежсар.

Комплекс интрузивов щелочного ряда занимает центральное положение. Состоит из центрального и наибольшего по размерам Тежсарского интрузива, к западу от него — Кемдарасинского, к северо-западу — Маймехского, к югу — Улашикского и мелких — Архошанского, Танзутского и др. Щелочные интрузии локально приурочены к участку развития щелочных эффузивных пород. Возраст интрузий относится к среднему эоцену, так как они прорывают эоценовую вулканогенную толщу и перекрываются олигоценовыми (плиоценовыми) лавами.

Тежсарский интрузив занимает площадь около 40 кв. км. Слагает вершины Памбакского хребта — г. Тежсар, г. Халхалы и др. и спускается на южный склон хребта. Конфигурация его эллипсоидальная. Уляшикский сброс пересекает интрузив и смещает его на северо-восток. Контакты интрузива резкие, крутые, падают от интрузива. Характер контактов извилистый.

Геологическое строение интрузива неравномерное. Обильны жильные породы и ксенолиты. Среди разностей, слагающих его, выделены В. Н. Котляром (47) нефелиновые сиениты, щелочные сиениты, порфирированные разности щелочных сиенитов и псевдолейцитовые сиениты. Все они связаны между собой постепенными переходами. Наиболее широко развиты нефелиновые сиениты, занимающие периферические и центральные части массива. Щелочные сиениты наблюдаются в центральной части, а псевдолейцитовые по краям интрузива. Порфирированные щелочные сиениты слагают отдельные небольшие участки.

Маймехский интрузив расположен, в основном, в верховьях рч. Ванандзор, занимает площадь около 7 кв. км. Сбросов, секущих его, не замечено. Особенностью его, как и других интрузивов, окружающих Тежсарский интрузив, являются отходящие от него многочисленные апофизы. Петрографически интрузив

зив неоднороден. Представлен щелочными, нефелиновыми сиенитами и монцонитами. Преобладают щелочные сиениты.

Кемдарасинский интрузив является продолжением Маймехского. Располагается на южном склоне Памбакского хребта по рч. Кем-дараси. В южной части уходит под покров лав урочища Алунтахт. Конфигурация причудливая. Площадь интрузива — около 3 кв. км.

Уляшиковский, или Южный интрузив располагается на юге от Тежсарского интрузива. Имеет вид широкой дугообразной полосы. Площадь интрузива — 8,5 кв. км. Сложен, главным образом, гранитоидными щелочными сиенитами. Нефелиновые сиениты не отмечены.

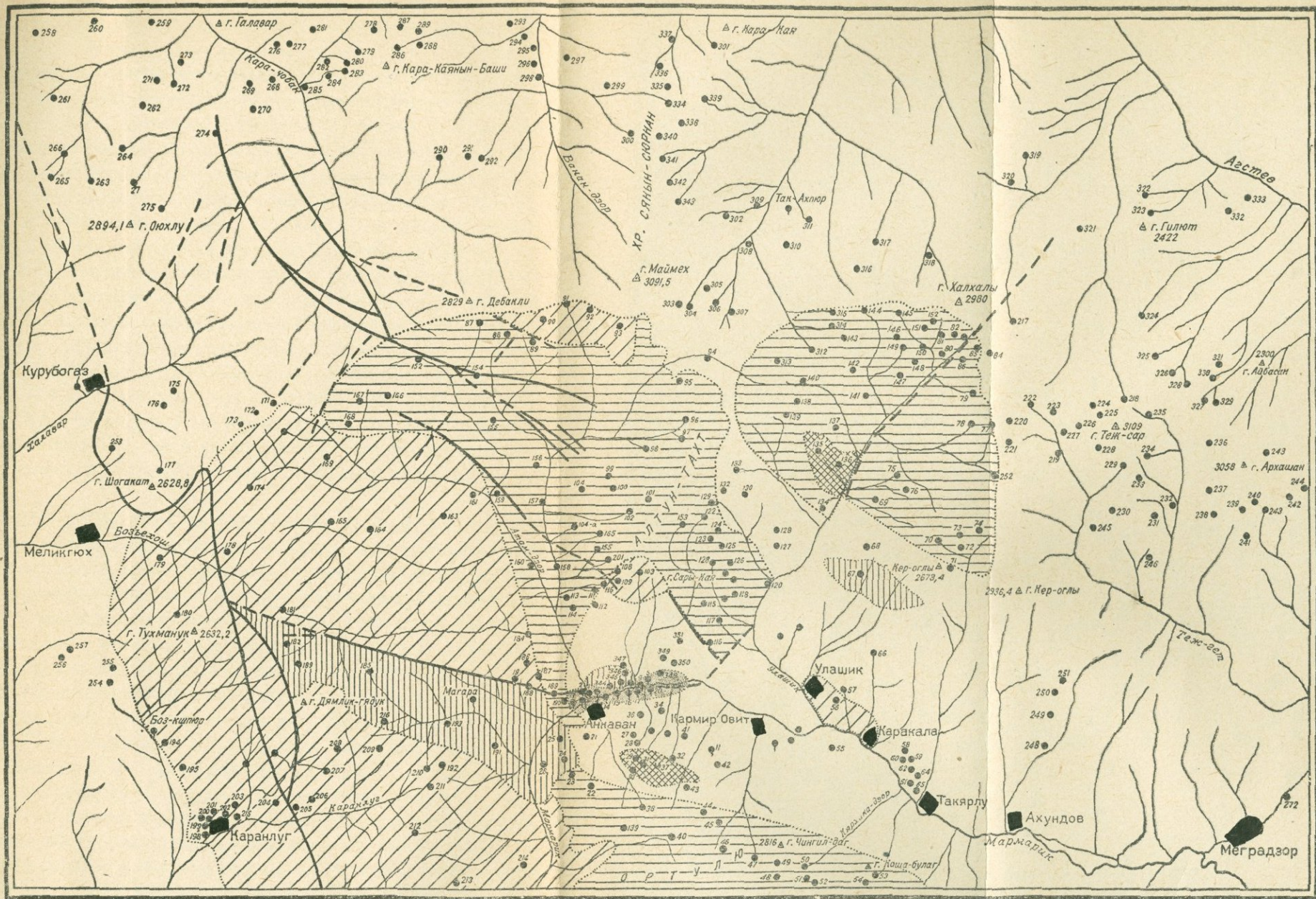
Танзутский интрузив вытянут в северо-восточном направлении. Общая площадь интрузива — 0,85 кв. км. Сложен преимущественно гранитоидными, нефелиновыми и щелочными сиенитами.

## **VII. ХАРАКТЕР ВОДОНОСНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ**


В целом район средней части Памбакского хребта сложен породами слабопроницаемыми, обладающими только трещинным типом водопроницаемости. Главным источником питания подземных вод являются атмосферные осадки. Благодаря пересеченности рельефа и слабой водопроницаемости пород большая часть атмосферных осадков уходит в виде поверхностного стока. Небольшая часть формирует подземный сток — воды, циркулирующие в большинстве своем в поверхностной трещиноватой зоне пород. Трещины в породах сообщаются между собою, иногда изолированы и заполнены глинистыми продуктами разрушения, что, в свою очередь, уменьшает водопроницаемость породы.


Степень трещиноватости различна для различных пород, а также и для одной и той же породы в разных условиях, что создает некоторую неравномерность в распределении родников. На трещиноватых участках создаются группы сосредоточенных выходов воды. Крупные родники приурочены к крупным дислокационным трещинам.


Водоносные горизонты отсутствуют. Существуют только




В ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ВОД:


 Na > Ca > Mg


 Ca > Na > Mg


 Область анкаванских минеральных вод

 Родники

М 840 0 840 2520 4200 м

 Na > Mg > Ca

 Ca > Mg > Na

 Надвиги и сбросы


 Минеральные источники

Рис. 2. Гидрогеологическая карта средней части Памбакского хребта.

незначительные обводненные зоны, так как ввиду сильной пересеченности рельефа области питания, циркуляции и дренажа подземных вод небольшие и обычно совпадают. Последнее вызывает непродолжительность циркуляции подземных вод, что, в свою очередь, приводит к зависимости дебита родников от количества выпадающих осадков. Неравномерность выпадающих осадков создает некоторую неравномерность дебита родников, сглаживаемую в высокогорных частях района дополнительным источником питания — конденсацией водяных паров.

Как общее правило, на северных склонах хребтов все породы более обводнены, чем на южных, хотя растительный покров ввиду крутизны склонов играет в увеличении подземного стока весьма незначительную роль. Первым покровным образованием, принимающим атмосферные осадки, является делювий. Делювий состоит из обломочного материала. Мощность и глинистость его увеличиваются от вершин к подножью. Делювий сильно обводнен, так как в районе выпадает много осадков. Подножья склонов, где в делювиальных отложениях преобладает глинистый материал, зачастую бывают сильно заболочены.

Почти все родники, за редким исключением, выходят из делювия, но приурочены обычно не к нему, а к подстилающим коренным образованиям. Делювий, в основном, очень проницаем, ограничен в распространении и маломощен и поэтому не образует водоносного горизонта. По характеру своих выходов, а отчасти и по химизму воды отражают характер коренных образований и, несомненно, в большинстве случаев приурочены к ним. Возможно, конечно, что многие источники и не являются трещинными, а, следуя по контакту водопроницаемого делювия с нижележащими водоупорными породами, являются делювиальными. Но такие родники не играют значительной роли и выделяются большим непостоянством своего дебита. Иногда они совсем пересыхают. Таким образом, затрудняясь отделить собственно делювиальные воды от трещинных и не придавая первым особого значения, мы в нашем очерке рассматриваем только родники с более или менее постоянным дебитом, несомненно приуроченные к трещинам коренных образований, а вопрос о водах делювиальных оставляем открытым.

Верхним членом геологического разреза района являются

лавы, относимые по возрасту к олигоцену (плиоцену?). Как уже было сказано, лавы слагают водораздельные части хребтов и редко спускаются на склоны; хорошо обнажаются, трещиноваты и благодаря хорошо выраженной вертикальной трещиноватости и мощному покрову каменистых россыпей, «чингилей», являются исключительно высококачественными коллекторами атмосферных осадков и конденсаторами влаги. Такие россыпи глыб лавового делювия местами, например на Цахкунинском хребте у с. Кармир Овит, почти полностью покрывают склоны. Так как лавы занимают вершинные части хребтов, то, безусловно, вода в них не может дренироваться извне и образуется в результате инфильтрации и конденсации атмосферных осадков. Они просачиваются по лавам вниз и выходят на контакте лав с подстилающими водоупорными породами. Они выходят обычно на месте окончания лавового потока и, таким образом, как бы оконтуривают его. Такое явление прослежено нами в урочищах Алтунтахт и Ортулю, сложенных лавами. В последнем наиболее мощные родники выходят из лав в вершинных частях у перегиба рельефа, где пологие вершины переходят в более крутые склоны. Таким образом, выходы родников приурочены к наиболее высоким гипсометрическим отметкам. Лавы налегают непосредственно на метаморфические сланцы, на верхнемеловые отложения, а также на интрузивные породы — щелочные сиениты и кварцевые диориты. Соответственно этому нами выделено по характеру выходов и по химизму вод четыре типа вод подлавовых:

- 1) воды на контакте лав с метаморфическими сланцами;
- 2) воды на контакте лав с верхнемеловыми отложениями;
- 3) воды на контакте лав с кварцевыми диоритами;
- 4) воды на контакте лав со щелочными сиенитами.

Для первого типа вод нами было зарегистрировано 10 родников, для второго — 13 родников, для третьего — 23 родника, и для четвертого — 15 родников. Средний дебит родников первого типа — 3,5 л/сек., родников второго типа — наименьший среди подлавовых вод — 0,5 л/сек.; родников третьего типа — 1—1,5 л/сек.; четвертого типа — 5,0—5,5 л/сек. Наименьший дебит имеют родники, выходящие на контакте лав с меловыми отложениями. Объясняется это явление наименьшей водоупор-

ностью подстилающих отложений. Верхнемеловые породы, представленные конгломератами, песчаниками, мергелями и известняками, сами пропускают воды и являются плохим водопором для подлавовых вод. Наоборот, практически водоупорные, проницаемые только по трещинам щелочные сиениты являются хорошим водопором, и родники, выходящие из лав на контакте с сиенитами, обладают наибольшим дебитом. Подлавовые воды холодные; принадлежат к самым холодным в районе. Средняя температура — от 4,2 до 6,6°C. Наблюдаются источники с температурой 2,5—3,5°C. Воды, выходящие на контакте лав с сиенитами и метаморфическими сланцами (первого и четвертого типов), имеют самую низкую температуру. Объясняется это тем, что из всех подлавовых вод воды этого типа приурочены к наиболее высоким отметкам рельефа, где среднегодовая температура очень низка.

При детальном изучении подлавовых родников урочища Ортулю, где воды выходят на контакте лав с метаморфическими сланцами и кварцевыми диоритами, были замечены следующие закономерности. Родники выходят на высоте от 2000 до 2500 м; чем выше расположен источник, тем ниже его температура и тем больше его дебит.

Родники выходят большей частью в делювиальных осыпях — «чингилях» и в наносных образованиях. Вода отличается большой прозрачностью.

Наиболее мощные родники образуют ручьи, стекающие с вершин в ущелья. Они сносят вниз обломки и глыбы лавовых пород. Ими усеяны донья ручьев.

Следующая по возрасту вулканогенная толща эоцена имеет в районе широкое распространение. Породы дислоцированы. К ряду трещин приурочены мощные родники. Средний дебит родников, связанных с этой толщей, представленной сравнительно водопроницаемыми и водообильными породами, велик и достигает величины среднего дебита родников подлавовых вод. Такое обстоятельство не увязывается с литологическим составом пород и объясняется их трещиноватостью. Воды преимущественно контактовые или связанные с трещинами. Количество родников, приуроченных к самой вул-

*Зависимость между высотой выхода источника,  
его дебитом и температурой*

Интервалы высот в м	Средняя температура	Средний дебит л/с.
2000 — 2100	5,8	0,3
2100 — 2200	5,5	0,2
2200 — 2300	4,7	1,1
2300 — 2400	4,3	1,6
2400 — 2500	3,3	3,5

*Зависимость между дебитом источника и его температурой*

Интервалы температуры	Средний дебит л/сек.
2 — 3	5,6
3 — 4	2,1
4 — 5	1,9
5 — 6	0,4
6 — 7	0,4

каногенной толще и выходящих по трещинам на южном склоне Памбакского хребта, невелико. Нами зарегистрировано на южном склоне всего 8 крупных родников со средним дебитом 1,2 л/сек. Максимальный дебит на контакте с сиенитами равен 27,5 л/сек. Для вод, циркулирующих по контактам, в одном случае вулканогенная толща выступает в роли водоупора, в другом случае в роли водоносных пород. На контакте с верхним мелом вулканогенная толща выступает в роли водоупора. Здесь зарегистрировано 6 крупных родников со средним дебитом 5,2 л/сек.

На контакте со щелочными сиенитами вулканогенная толща выступает в роли водоносных пород. Контакт имеет большое протяжение. Зарегистрировано 33 родника со средним дебитом 1,6 л/сек. Средняя температура вод, связанных с вулканогенной толщей, колеблется от 6,1 до 6,8°C. На северном склоне Памбакского хребта в эоценовых порфиритах выходят 49 родников со средним дебитом 4 л/сек. Дебит этих родников больше дебита родников, выходящих из вулканогенной толщи эоцена на южном склоне хребта. Зарегистрировано несколько мел-

ких родников с дебитом от 0,5 до 1 л/сек. и два крупных с дебитом, доходящим до 10 л/сек.

Верхнемеловые отложения в гидрогеологическом отношении представляют весьма интересную картину. Образованию мощных водоносных горизонтов способствуют 1) литологический состав самой осадочной толщи верхнемеловых пород, представленной известняками, песчаниками и др.; 2) наличие хорошего водоупора и 3) перекрывание верхнемеловых отложений лавами, откуда они могут получать инфильтрующиеся воды. О наличии в меловых отложениях водоносного горизонта указывает и геолог П. Епремян (27). Но нам водоносные горизонты выделить не удалось. Вдоль ущелий притоков рч. Ятам-дзор, сложенных породами верхнего мела, с почти сплошной обнаженностью склонов, отсутствуют выходы воды и только вверху, у истоков этих ручьев, у самого подножья г. Дебахли, на контакте меловых отложений с эоценовой вулканогенной толщей зарегистрирован ряд крупных родников. Меловые отложения тянутся неширокой полосой. Видимо, те же причины — небольшая площадь питания и циркуляции, ввиду сильной пересеченности и крутизны рельефа, отсутствие растительного покрова и большая обнаженность мешают образованию постоянных водоносных горизонтов, а мелкие непостоянные родники пересыхают в засушливое лето, каким и было лето 1947 г., в период наших работ.

В сенонских трещиноватых водопроницаемых и водообильных известняках можно было допустить существование водоносного горизонта, но этому препятствует ограниченность их распространения и пересеченность рельефа. Они образуют, вероятно, обводненную зону, оконтурить которую не представляется возможным.

Родники, приуроченные к отложениям мела, имеют средний дебит 2,4 л/сек. и среднюю температуру 7°C. Всего зарегистрировано 16 родников. Кроме родников, зарегистрированных на контакте верхнего мела с вулканогенной эоценовой толщей, описанных выше, прослежены родники также и на контакте верхнего мела с гранитами и метаморфическими сланцами. Средний дебит этих родников колеблется от 0,8 до 3,8 л/сек.; температура — от 6,3 до 8°C.

Вулканогенная толща палеозоя, представленная порфиритами и их туфами, туфобрекчиями и слоистыми габбро, развита на значительной площади в юго-западной части нашего планшета. Всего нами зарегистрирован здесь 21 родник. Родники приурочены к трещинам. Дебит чрезвычайно разнообразен — от небольшого 0,1—0,2 и до 3,5—6 л/сек. (дебит одного крупного родника достигает 12 л/сек.). Температура колеблется от 3,5 до 10°C. Как и во всех вышеописанных образованиях, выходы воды приурочены к поверхностной трещиноватости и к крупным дислокационным нарушениям. К последним приурочены наиболее мощные родники.

Метаморфические сланцы слабо трещиноваты. Трещины заполнены карбонатным материалом, характеризуются небольшими размерами. Метаморфические сланцы слабо водоносны. Подземные воды связаны почти исключительно с поверхностной трещиноватостью пород. За редким исключением (в случае приуроченности к дислокационным трещинам), родники характеризуются незначительным дебитом. Очень часты чрезвычайно мелкие выходы воды, доходящие до просачивания ее из трещин в сланцах. Такие выходы прослежены нами целыми полосами у подножья склонов. Средний дебит родников, выходящих из метаморфических сланцев,—2,5—3 л/сек. Сравнительно большой средний дебит обусловлен рядом мощных родников.

Интрузивные породы практически водоупорны, но, несмотря на значительную плотность пород, они сильно выветриваются в поверхностной зоне и, помимо дислокационных тектонических трещин, имеющих значительную глубину, в них имеют место также и трещины выветривания, распространенные только в поверхностной зоне и имеющие небольшие размеры. По этим трещинам циркулируют подземные воды, выходящие в виде небольших родников. За редким исключением, в расположении родников отсутствует какая-либо закономерность. Величина инфильтрации этих пород небольшая. В общей сложности интрузивные породы слабо водоносны, особенно кварцевые диориты. В них наличие большого количества родников, но с малым дебитом, указывает на су-

ществование мелкой и густой сети трещин. В Такярлинском интрузиве прослежен ряд мелких родников с дебитом, достигающим всего до 0,02 л/сек. и с температурой 11—14°C. Они приурочены к неглубоким трещинам выветривания в измененных кварцевых диоритах. По своему течению воды этих родничков образуют в разрушенных кварцевых диоритах вертикальные каньончики. Здесь кварцевые диориты местами превращены в крупнозернистый песок. Роднички, вероятно, приурочены к неглубоким трещинам выветривания в кварцевых диоритах. Дебит их увеличивается после выпадения дождей. В засушливый период они сильно снижают свой дебит до малозаметного просачивания.

Из трещин массива щелочных и нефелиновых сиенитов выступает ряд мощных родников. Прослежено закономерное распределение родников вдоль трещин. В щелочных сиенитах на трещиноватых участках создаются отдельные участки сосредоточенных выходов воды, как правило, с незначительным дебитом, порядка 0,3—1,2 л/сек. Так, вдоль правого борта ущелья р. Уляшик, на небольшом протяжении, в гидротермально-измененных сиенитах прослежено вдоль одной тектонической линии 12 некрупных выходов воды.

Сравнительно большой дебит (средний 5,7 л/сек.) имеют родники, выходящие по крупным трещинам массива порфировидных гранитов. Объясняется это, видимо, расположением массива целиком на северном, более обводненном склоне Памбакского хребта. В палеозойских гранитах родники малочисленны и малодобитны, приурочены к поверхностной трещиноватой зоне.

### VIII. ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОД

По имеющимся в нашем распоряжении полевым и полным химическим анализам можно сделать некоторые выводы о химическом составе пресных подземных вод изучаемого района.

Все воды минерализованы очень слабо (сухой остаток колеблется от 0,052 до 0,310 г/л). Относятся к типу гидрокарбонатных. Ион  $SO_4$  в водах отсутствует. Хлор содержится в сравнительно небольшом количестве. В составе катионов в

большинстве случаев преобладает кальций, реже натрий и совсем незначительно содержание магния. Зачастую магний совершенно отсутствует.

Химический состав вод до некоторой степени отражает глубину циркуляции вод и химический характер «вмещающих» пород. Влияние их сказывается в первую очередь на минерализации вод.

Наиболее минерализованными являются воды, приуроченные к крупным тектоническим разломам. Таковы источник № 117, выходящий из разлома в верхнемеловой толще, с общей минерализацией 0,31 г/л сухого остатка, и источник № 136, выходящий из разлома в массиве щелочных и нефелиновых сиенитов. Минерализация последнего равна 0,222 г/л сухого остатка.

Следующими наиболее минерализованными водами являются воды, связанные с верхнемеловыми отложениями. Средняя минерализация этих вод равна 0,285 г/л сухого остатка. Вероятно, воды меловой осадочной толщи в более проницаемых породах имеют более длительную циркуляцию и лучшую возможность выщелачивания пород. За ними следуют воды метаморфических сланцев с минерализацией 0,13 г/л сухого остатка, что в данном случае объясняется присутствием в метаморфической толще легко выщелачиваемых мраморизованных известняков.

Воды на контактах верхнемеловых отложений с породами других образований имеют среднюю минерализацию от 0,114 до 117 г/л сухого остатка. Но на контакте верхнемеловых отложений с гранитами выходят уже очень слабо минерализованные воды, содержащие в среднем всего 0,084 г/л сухого остатка. Также слабо минерализованы воды эоценовой вулканогенной толщи (0,096 г/л сухого остатка). Воды палеозойской вулканогенной толщи имеют среднюю минерализацию 0,13 г/л сухого остатка.

Воды интрузивных пород имеют минерализацию от 0,091 (сиениты) до 0,124 г/л (граниты). Как уже было сказано, в сиенитах наблюдается целая сеть мелких родников, приуроченных к поверхностной трещиноватой зоне. Эти роднички и относятся к наименее минерализованным. В кварцевых

диоритах и гранитах воды имеют более длительную циркуляцию по трещинам.

Подлазовые воды наименее минерализованы. Минерализация колеблется от 0,072 до 0,195 г/л в зависимости от водоупорных пород, причем наблюдается интересное соотношение, обратное предыдущему, а именно, наименее минерализованными являются подлазовые воды на контакте лав с меловыми отложениями (0,072 г/л) и кварцевыми диоритами (0,075 г/л), а наиболее минерализованы подлазовые воды, когда водоупором служат щелочные сиениты (0,195 г/л). Такая закономерность может быть легко объяснима. Щелочные сиениты являются хорошим водоупором. Поэтому здесь подлазовые воды имеют более длительную циркуляцию и большой дебит родников, на что нами указывалось и ранее. Проницаемые меловые породы и трещиноватые кварцевые диориты являются худшим водоупором. Подлазовые воды легко просачиваются в них и только небольшое количество воды после непродолжительной циркуляции в лавах выходит в виде малodeбитных и маломинерализованных родников.

По анионному составу воды идентичны. Ион  $\text{HCO}_3$  составляет от 30 до 48% химического состава вод. Ион  $\text{SO}_4$  отсутствует. Ион  $\text{Cl}$  составляет всего от 2 до 10% его. Исключение составляют всего несколько источников, где при преобладающем содержании в водах  $\text{HCO}_3'$  близко к нему подходит содержание  $\text{Cl}'$  иона. Так, в источнике № 164 (метаморфические сланцы)  $\text{Cl}'$  составляет 20,1%;  $\text{HCO}_3'$ —29,9%; в источнике № 203  $\text{Cl}'$  составляет 19,92%,  $\text{HCO}_3'$ —30,08%; в источнике № 67 (эоцен)  $\text{Cl}'$  составляет 21,1%,  $\text{HCO}_3'$ —28,9%; в источнике № 158 (контакт мела со сланцами)  $\text{HCO}_3'$  составляет 25,26%,  $\text{Cl}'$ —24,74%. Наибольшее содержание  $\text{HCO}_3'$  прослежено в водах, выходящих из меловой осадочной толщи (0,183—0,335 г/л), наименьшее в щелочных сиенитах (0,061—0,20 г/л). Хлора содержится в водах от 0,008 до 0,035 г/л.

Итак, ввиду идентичности состава анионов, дальнейшее изложение будет касаться только состава катионов.

Учитывая приуроченность вод к тем или иным геологическим образованиям, подземные воды района по составу катионов разбиты нами на 6 типов вод, отличающихся друг от друга

*Соотношение катионов в водах наиболее характерных источников (в % эквивалентах)*

Породы	№№ источн.	Na <sup>·</sup>	Ca <sup>·</sup>	Mg <sup>·</sup>
Воды палеозойских образований Ca <sup>·</sup> > Mg <sup>·</sup> > Na <sup>·</sup>	164	8,75	26,25	15,0
	203	7,11	26,22	16,67
	161	2,06	26,18	21,76
	207	2,04	29,55	18,22
	169	6,62	28,31	15,07
Воды верхнемеловых отложений Ca <sup>·</sup> > Na <sup>·</sup> > Mg <sup>·</sup>	157	16,16	18,59	15,25
	117	14,85	28,01	6,88
Воды эоцена Na <sup>·</sup> > Ca <sup>·</sup> Mg <sup>·</sup> нет	67	27,15	22,85	—
	80	3,52	45,07	—
Воды щелочных сиенитов Ca <sup>·</sup> > Na <sup>·</sup> Mg <sup>·</sup> нет	120	2,92	47,08	—
	69	10,65	38,53	—
	118	11,06	38,53	—
Воды кварцевых диоритов Na <sup>·</sup> > Ca <sup>·</sup> Mg <sup>·</sup> нет	25	26,06	23,08	—
	191	31,97	18,03	—
	190	12,40	25,97	11,05
	56	9,29	26,86	13,85
Воды крупных разломов Na <sup>·</sup> > Ca <sup>·</sup> > Mg <sup>·</sup>	136	35,86	6,82	7,32
	182	46,60	3,34	—

соотношением основных катионов Na, Ca, Mg. Железа во всех водах содержится очень незначительное количество — от следов до 0,0009 г/л.

Воды палеозойских образований. Сюда отнесены воды, приуроченные к метаморфическим сланцам, палеозойской вулканогенной толще и палеозойским лейкократовым гранитам. Эти воды характеризуются преобладающим содержанием кальция (26—29%) при значительном количестве магния (15—21%) и очень небольшом натрия (2—8%).

Следующим типом вод (вверх по разрезу) являются воды верхнемеловых отложений. При преобладающем значении в этих водах кальция (18—28%) они в процентном отношении содержат почти одинаковые количества натрия (14—16%) и магния (6—15%).

Воды эоценовых образований не содержат магния. При преобладающем значении натрия (27%) содержание кальция почти равновелико (23%).

Среди вод интрузивных пород особенно четко выделяются воды, приуроченные к щелочным и нефелиновым сиенитам. Это совершенно определенно и четко выраженный тип вод, характеризующийся значительным содержанием кальция, составляющего от 38 до 47% состава катионов. Натрия содержится в этих водах от 2 до 11%. Магний отсутствует совершенно.

Среди вод, приуроченных к кварцевым диоритам, отчетливо выделяются два типа вод: 1-й характеризуется преобладанием натрия (26—31%) и большим содержанием кальция (18—23%) при полном отсутствии магния. Эти воды близки по тилу к водам эоценовой толщи. 2-й тип характеризуется преобладанием кальция (25—26%) при почти одинаковом содержании натрия (9—12%) и магния (11—13%).

Отдельную группу составляют воды крупных разломов. Они характеризуются значительным преобладанием натрия (35—46%) при небольшом содержании кальция (3—6%) и магния (0—7%).

Воды, циркулирующие на контактах различных геологических образований, это совершенно самостоятельные типы. Воды на контакте верхнемеловых отложений с палеозойскими образованиями и эоценовой толщи с верхнемеловыми отложениями по типу отличаются от вод, циркулирующих непосредственно в этих породах. Вода источника № 92, выходящего на контакте эоцена с верхним мелом, скорее похожа на воду палеозойских образований, чем на воду эоценовых или верхнемеловых отложений.

Совершенно особым типом вод являются воды подлавоые. Как уже было сказано, они выходят в местах с высокими гипсометрическими отметками, отличаются высоким дебитом, низкой температурой и низкой минерализацией. В своем химическом составе они в ряде случаев отражают характер водоупора.

Таким образом, воды, выходящие по контакту лав со щелочными и нефелиновыми сиенитами, совершенно идентичны водам, выходящим из трещин в этих сиенитах, и химический состав их полностью отражает зависимость от водоупорных пород. Так же, как и в водах, циркулирующих в щелочных и нефе-

*Соотношение компонентов в подлавовых водах наиболее  
характерных источников (в % эквивалентах)*

Водоупорные породы	№№ источн.	Na·	Ca·	Mg·
Воды на контакте лав с палеозойскими образованиями	32	24,14	11,82	14,04
Воды на контакте лав с верхнемеловыми отложениями	103	6,88	19,57	23,55
Воды на контакте лав с нефелиновыми и щелочными сиенитами	97	2,02	47,37	—
	98	7,29	42,30	—
Воды на контакте лав с кварцевыми диоритами	54	23,47	26,53	—
	38	22,65	27,35	—

линовых сиенитах, в этом типе подлавовых вод значительно преобладает кальций (42—47%), незначительно содержание натрия (2—7%) и совершенно отсутствует магний.

Подлавовые воды, приуроченные к контакту с кварцевыми диоритами, до некоторой степени отражают в своем составе связь с водоупором, напоминая воду источников 1-го типа (25, 191), выходящих из кварцевых диоритов. В этих водах незначительно преобладает кальций (26—27%) над натрием (22—23%) при полном отсутствии магния.

Остальные два других типа подлавовых вод, выходящие на контакте с палеозойскими образованиями и верхнемеловыми отложениями, отражают в своем химизме связь с водоупорами только по содержанию магния.

Итак, чисто натриевыми являются воды крупных разломов, чисто кальциевыми—воды щелочных и нефелиновых сиенитов и связанные с ними воды подлавовые. Равновеликим содержанием натрия и кальция при отсутствии магния характеризуются воды, приуроченные к эоценовым образованиям, отчасти к кварцевым диоритам и связанные с последними воды подлавовые. Воды с равновеликим содержанием кальция и магния при незначительном содержании натрия целиком относятся к палеозойским образованиям. Магний присутствует, кроме того, еще в водах верхнемеловых отложений, где содержание всех трех компонентов почти равновелико, и отчасти в водах кварцевых

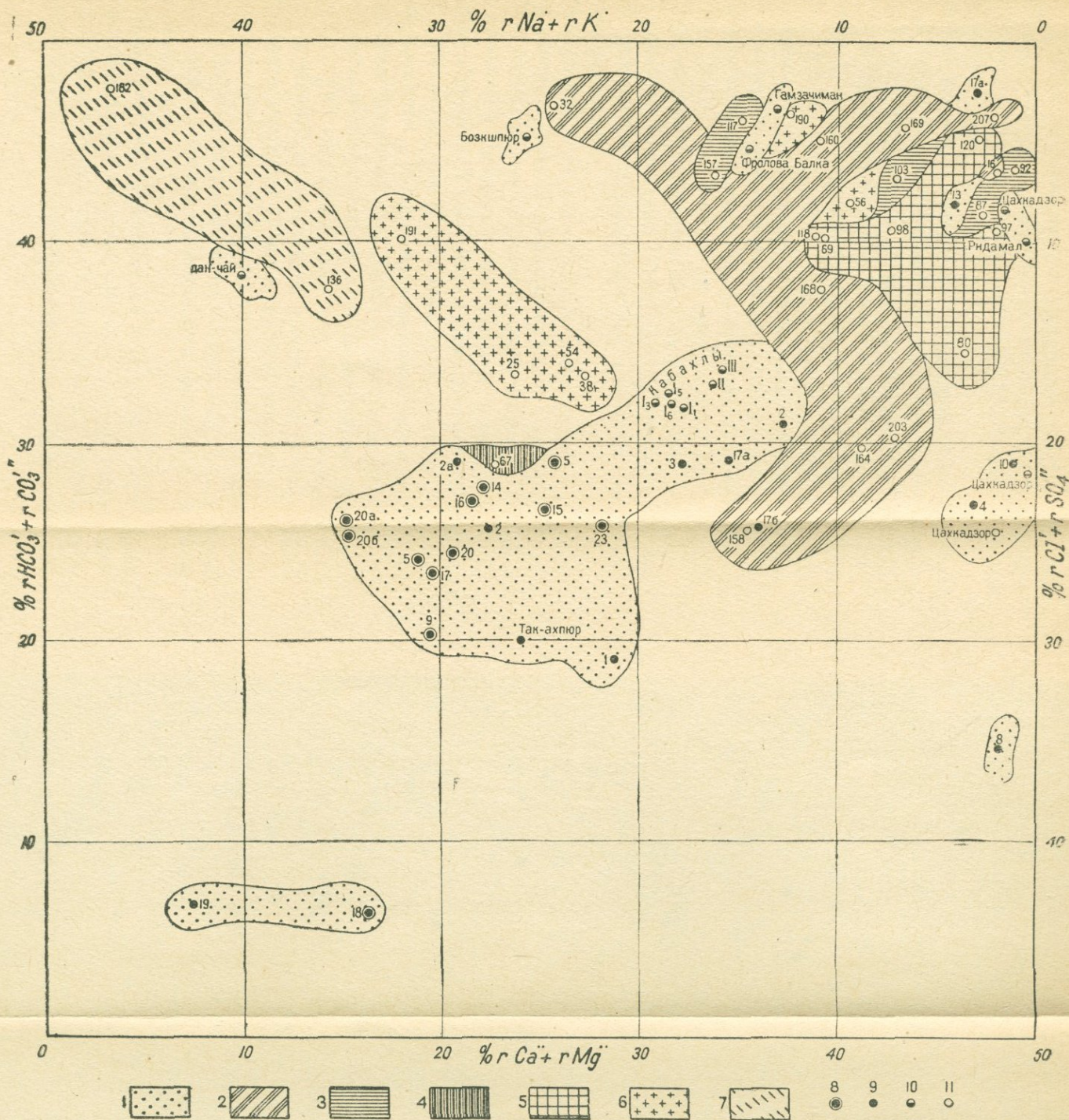


Рис. 3. Квадрат Толстихина для подземных вод средней части Памбакского хребта. 1—минеральные воды; 2—воды палеозойских образований (и контакта с ними верхнемеловых отложений и третичных лав); 3—воды верхнемеловых отложений (и контакта с ними эоценовых образований и третичных лав); 4—воды эоценовой вулканогенной толщи; 5—воды щелочных и нефелиновых сиенитов и контакта с ними третичных лав; 6—воды кварцевых диоритов и контакта с ними третичных лав; 7—воды крупных разломов; 8—минеральные источники Мармарикской группы; 9—минеральные источники Мисхана, Кармир Овит, Улашик; 10—другие минеральные источники района; 11—пресные источники.

диоритов и тех подлавовых, где водоупором служат палеозойские образования и верхнемеловые отложения. В водах, приуроченных к остальным геологическим образованиям, магний отсутствует.

Соответственно этому на гидрогеологической карте (рис. 2) область распространения вод, характеризующихся соотношением катионов  $\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^+$ , в основном совпадает с областью распространения палеозойских образований.

Область распространения вод, характеризующихся соотношением катионов  $\text{Ca}^{++} > \text{Na}^+ < \text{Mg}^{++}$ , совпадает с областью распространения щелочных и нефелиновых сиенитов, третичных лав и верхнемеловых отложений; область распространения вод, характеризующихся соотношением катионов  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++}$  и  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++}$ , — с областью распространения кварцевых диоритов, эоценовых образований и направлением разломов.

В квадрате Толстихина (114) (рис. 3) пресные воды изученного района, как гидрокарбонатные, занимают полосу верхних двух квадратов.

Выделенные типы вод отчетливо располагаются группами справа налево в порядке убывания кальция и увеличения натрия. Так, справа налево следуют: 1) воды щелочных и нефелиновых сиенитов и контакта с ними третичных лав; 2) воды палеозойских образований и контакта с ними верхнемеловых отложений и третичных лав. У этих двух групп отдельными пятнами располагаются: 3) воды верхнемеловых отложений и контакта с ними третичных лав. Далее налево (кальций убывает, натрий увеличивается) следуют: 4) воды кварцевых диоритов и контакта с ними третичных лав; под ними располагаются 5) воды эоценовой вулканогенной толщи и в крайнем левом углу квадрата находятся 6) воды крупных разломов.

Присутствие в водах тех или иных катионов связано, вероятно, с глубиной циркуляции вод и, таким образом, косвенно связано с самими породами, имеющими различные глубины трещиноватых зон.

В водах глубоких разломов мы встречаемся с огромным преобладанием натрия в составе катионов. В водах хорошо пронизываемых верхнемеловых пород, трещиноватых кварцевых диоритов и эоценовой вулканогенной толщи у разлома, где они

имеют большую глубину циркуляции, содержится больше натрия, чем в водах щелочных и нефелиновых сиенитов и палеозойских образований, где они циркулируют в самой поверхностной трещиноватой зоне. Доказательства этому уже приводились выше. Таким образом, воды более глубокой циркуляции содержат больше натрия, воды более поверхностной циркуляции больше кальция и иногда магний.

Кроме того, химический состав вод отражает до некоторой степени зависимость от химизма породообразующих минералов «вмещающих» пород. Например, можно высказать предположение, что сравнительно большее содержание магния в водах палеозойских образований и верхнемеловых осадочных пород, получившее свое отражение даже в водах подлавовых, где указанные породы служат водоупором, обязано в первом случае содержанию в метаморфических сланцах и палеозойских гранитах большого количества магний-содержащих минералов, как-то: биотита, хлорита и амфиболов,— во втором случае оно обязано содержанию в верхнемеловых известняках углекислого магния.

Нижеприводимый анализ метаморфических сланцев, произведенный аналитиком Э. А. Кюрегян, показывает большое содержание в породе MgO:

Наименование пробы	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	Влага	Потеря при прокал.
Метаморфич. сланец	51,20	следы	13,28	4,97	21,81	5,19	1,19	0,10	1,97

В щелочных, а особенно в нефелиновых сиенитах района содержится множество богатых известью минералов, как-то: меланит, сфен, биотит, апатит, скаполит, диопсид и др. Нижеприводимый химический анализ нефелиновых сиенитов из Тежсарского интрузива, заимствованный у Д. С. Белянкина, показывает сравнительно большое содержание в породе CaO. Этим, видимо, и можно отчасти объяснить значительное преобладание кальция в водах, связанных с сиенитами.

Наименование пробы	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	п. п. п.	H <sub>2</sub> O гигр.	Сумма
Нефелиновый сиенит	54,16	0,45	19,77	1,93	2,57	0,28	1,89	5,82	4,98	5,18	2,44	0,44	99,91

Итак, с небольшими допущениями можно сделать вывод, что, несмотря на непродолжительность циркуляции, малую площадь питания, циркуляции и дренажа подземных вод, что нашло свое отражение в небольшой минерализации вод, все же инфильтрирующиеся атмосферные осадки успевают выщелачивать «вмещающие» их породы, и в химизме вод находят свое отражение как химический состав породы, так и характер ее трещиноватости, определяющий глубину зоны циркуляции вод.

## IX. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

### 1. АНКАВАНСКИЕ (МИСХАНО-МАРМАРИКСКИЕ) МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

#### а) Изученность Анкаванских (Мисхано-Мармарикских) минеральных вод

Минеральным источникам принадлежит одно из главных мест среди естественных богатств Армении. Многие из них имеют многовековую известность у населения, которое издавна использует их в лечебных целях. Такими являются минеральные источники, выходящие у с. Анкаван (Мисхана) в северо-западной части Ахтинского района Армянской ССР.

Наличие обильных выходов минеральной воды в сочетании с прекрасной климатической обстановкой и замечательными красотами природы открывают перед районом Анкавана широкие перспективы развития. Однако до самого последнего времени Мисхано-Мармарикские минеральные источники не были изучены.

Анкаван (Мисхану) посещал ряд исследователей с целью изучения общей геологии района, но они только вскользь отме-

чали наличие выходов минеральной воды, не уделяя им должного внимания, хотя бальнеологическая ценность этих вод всегда признавалась местным населением, и источники заслуженно пользуются в районе большой славой своей целебной минеральной водой.

Проф. Л. А. Оганесов в своей книге «Минеральные источники Армении» (65) указывает, что Мисхянские источники были описаны еще в 1830 г., но это ни к чему не привело, и сведений о них в литературе не сохранилось.

Первые сохранившиеся сведения об этих источниках мы находим у Г. Абиха (1), который в 1867 г. посвятил им следующие строки: «...еще большего интереса заслуживают углекислые источники, связанные с мраморообразованием, выходящие по обе стороны долины Мисхана на дневную поверхность большей частью на уровне реки. Особенностью этих источников являются отложения плотного желтовато-белого известкового туфа с пористым строением, просвечивающего у краев и отлагающегося концентрически или чашеобразно; в настоящее время это образование идет незначительно, но в прежние доисторические времена оно было чрезвычайно интенсивно. Доказательства этому получены всего 6 лет тому назад в результате правильно поставленных комбинированных наблюдений. В непосредственной близости у наиболее выдающихся кислых источников в довольно широкой поперечной долине у ее соединения с главной долиной, у подножья крутого утесистого обрыва были поставлены раскопки в аллювиальном грунте. Подрыхлыми, загрязненными осыпями травертиновыми слоями была найдена заключенная между двумя слоями очень крепкого делювиального конгломерата, сцементированного отложениями источников и состоящего большей частью из угловатых обломков пород окружающих гор, правильная залежь источникового мрамора, распространенная, вероятно, по всему дну долины; из него можно добывать совершенно чистые пласты. Я видел плиты, уже обработанные, размером 7,5×4 фута».

В 1907 г. горный инженер К. Карницкий (34), посетивший Анкаван, с целью обследования медного месторождения, отмечает и следующее: «...заслуживают внимания распространенные здесь по берегу и руслу реки Мармарик

углекислые источники. Источники эти выбиваются с большой силой на поверхность, образуя по середине речки настоящие фонтаны, по берегу реки из трещин выбивается с шумом углекислый газ. Углекислоту этих источников с пользой можно обращать в жидкую углекислоту. Желательно произвести анализ углекислых вод; вода эта, мне кажется, должна иметь значительный сухой остаток, что не говорит в ее пользу, как питьевой воды, но она может заключать в себе целебные свойства.

Углекислые источники отлагают по берегу реки целые пласты мраморовидного известняка, тонкослойного, пласты достигают аршина толщины и окрашены в светложелтый цвет, встречаются и разновидности белого мрамора. Мрамор в обработке очень красив и пригоден для мелких поделок и облицовок».

После установления в Армении Советской власти минеральные источники района с. Анкаван были обследованы Б. П. Ефимовым (28) в 1928 г. и проф. Л. А. Оганесовым (65) в 1933 г. Результаты их работ приводятся в рукописи Б. П. Ефимова: «Предварительный отчет по работам 1928 года» и в книге проф. Л. А. Оганесова: «Минеральные источники Армении».

Б. П. Ефимовым был обследован один источник в районе с. Анкаван. По приводимой им физической и химической характеристике минеральной воды трудно установить о каком источнике идет речь в его отчете. Данные анализов не совпадают с полученными нами.

В книге проф. Л. А. Оганесова (65) дается очень краткое описание трех источников в районе с. Анкаван и крупного источника, выходящего в русле р. Мармарик, ниже указанного села.

Геологи В. Н. Котляр и П. Н. Соколов, работавшие в районе с. Анкаван в 1931—1932 гг., в одном из своих отчетов о работе Мисханской геолого-разведочной партии (45) вскользь касаются вопроса о минеральных источниках района: «...нельзя не упомянуть также о мелких минеральных источниках в районе сел. Мисхана, обследование которых, однако, не являлось задачей нашей партии».

В 1944 г. геолог Г. П. Багдасарян обратил внимание на

крупный выход минеральной воды в русле р. Мармарик, о чем сообщил дирекция Института геологических наук Академии наук Армянской ССР. В связи с этим, а также с общим изучением минеральных источников северной части Армянской ССР, в 1945 г. была снаряжена в район Анкавана гидрогеологическая экспедиция. С 1945 по 1948 гг. этой экспедицией, руководимой автором, проводилось систематическое изучение Мисхано-Мармарикских минеральных вод. Были тщательно обследованы все выходы минеральной воды и углекислого газа, изучена их геологическая и гидрохимическая обстановка, и в течение четырех сезонов (1945—1948 гг.) велись систематические наблюдения над источниками.

Работы автора были продолжены в 1952—1953 гг. Армянским геологическим управлением (геологи А. Тер-Мартirosян, А. Захарян).

В районе с. Анкаван и ниже его по течению реки были заложены буровые скважины, вскрывшие на небольших глубинах приток минеральной воды с колоссальным дебитом. Пробурено всего 19 неглубоких скважин. Из них 9 скважин пробурено в районе самого Анкаванского месторождения: 6 скважин в районе Мисханской группы источников (№№ 9, 10, 8, 7, 18 и 14), 3 скважины в районе Мармарикской группы (№№ 3, 4 и 17). 2 скважины были пробурены в ущельи между селами Анкаван и Кармир Овит (№№ 13 и 19), 6 скважин в районе с. Кармир Овит (№№ 2, 5, 16, 1, 6 и 15) и 2 скважины (№№ 11 и 12) в ущельи р. Улашик.

Из скважин, пробуренных в районе Анкаванского месторождения минеральных вод, обильно фонтанировали скважины №№ 3, 4, 7, 8, 10, 14 и 17 (рис. 11). Скважина № 3 фонтанировала непродолжительный срок и высохла через несколько дней после получения фонтана из скважины № 4. Скважины №№ 10, 7 и 8 высохли после получения фонтана в скважинах №№ 17 и 14. В настоящее время фонтанируют только три скважины: №№ 17, 14 и 4. Последняя эксплуатируется заводом минеральных вод «Анкаван».

В районе с. Кармир Овит фонтанируют скважины №№ 1 и 5 с общим дебитом 0,75 л/сек. На базе этих скважин проектируется розлив столовой минеральной воды.

В районе с. Улашик в скважине № 1 был получен фонтан минеральной воды с колоссальным дебитом; высота фонтана достигала 30 метров. В настоящее время скважина фонтанирует с небольшим дебитом и пульсацией.

Таким образом, в настоящее время фонтанирует в районе всего 6 скважин с общим дебитом до 2,5 млн. литров в сутки, могущим обеспечить потребность самого курорта и розлив.

### **б) Общие физико-географические условия района выходов минеральных вод**

Выходы минеральной воды приурочены к живописному ущелью р. Мармарик (верховья р. Маман — левого притока р. Зангу) и протягиваются от с. Анкаван (Мисхана), Ахтинского района, на расстояние  $\sim 1$  км вниз по течению реки.

Село Анкаван, как мы указывали, находится на расстоянии 85 км от гор. Еревана и в 35 км от административного центра района — Н. Ахта, с которым связано хорошей проселочной дорогой, вполне пригодной для автомобильного транспорта. Расстояние до ж.-д. станции Кировакан, как было отмечено, составляет 17 км, но путь лежит через труднопроходимый Маймехский перевал и представляет собою выючную тропу.

Абсолютная высота расположения села Анкаван достигает 2000 м над уровнем моря. Ущелье р. Мармарик-Маман, разделяющее Памбакский хребет от его отрога — хребта Цахкуняц (Мисханского), по своим природным красотам и климатическим данным принадлежит к числу наилучших мест республики. Рельеф района сравнительно мягкий, склоны хребтов изрезаны неглубокими и живописными ущельями и оврагами.

Климатически район Анкавана, как было указано, входит в область Закавказского плоскогорья, в зону альпийских высот. Климат умеренный, влажный. Лето прохладное, зима сравнительно мягкая, но продолжительная. Среднегодовая температура равна  $5,3^{\circ}\text{C}$ . Средний максимум температуры приходится на июль—август, средний минимум на январь и февраль. Абсолютный максимум температуры  $29\text{--}30^{\circ}\text{C}$ , абсолютный минимум  $\text{--}20\text{--}21^{\circ}\text{C}$ . С ноября по март включительно температура может опускаться ниже нуля. Выпадающие осадки обильны.

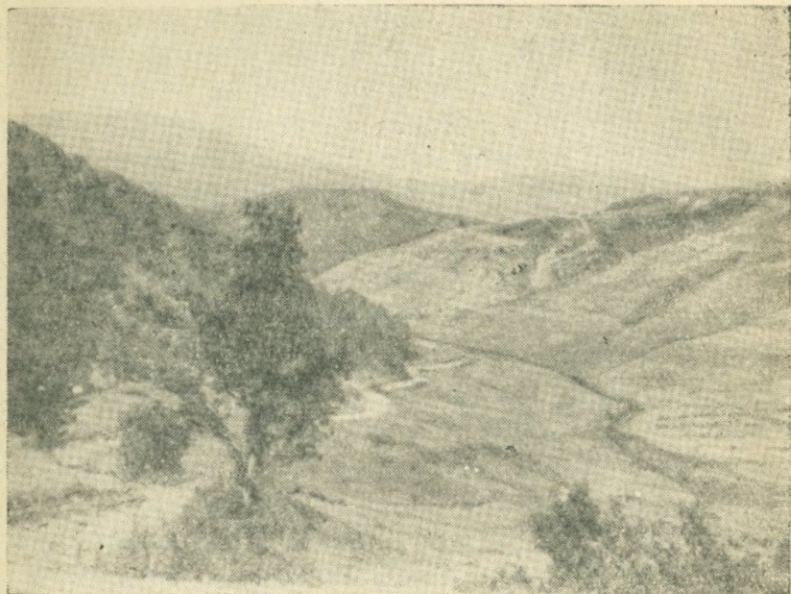


Рис. 4. Дорога в с. Анкаван (Мисхана).

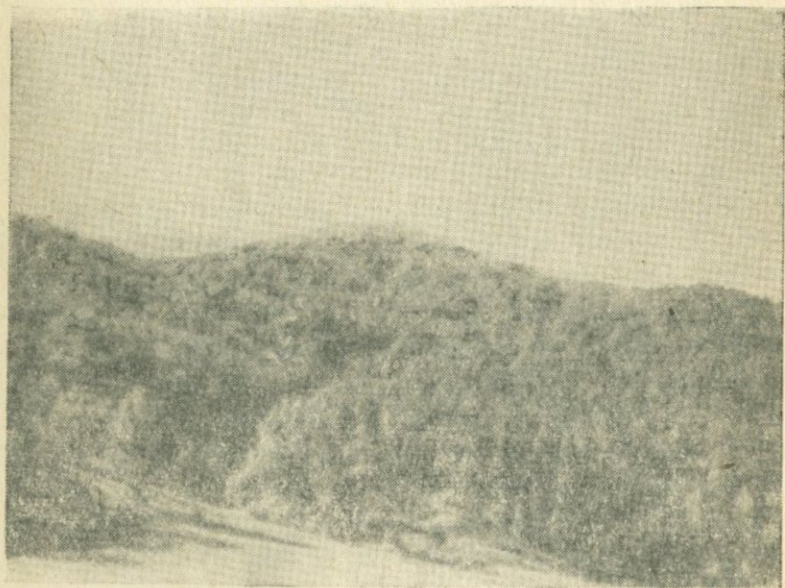


Рис. 5. Лес у с. Анкаван (Мисхана).

Максимум осадков выпадает поздней весной или ранним летом — в мае и июне. Середина и конец лета сравнительно сухи. Второй максимум, осенний, наступает в октябре. Сильно развита грозовая деятельность. Грозы начинаются в мае и продолжаются до октября. Наибольшее число гроз приходится на июнь и июль. Снежный покров устанавливается в декабре и держится до апреля. Более высокие части рельефа остаются под снежным покровом до мая.

Дебит реки Мармарик-Маман и впадающих в нее ручьев зависит от таяния снегового покрова и количества выпадающих дождей. Поэтому она многоводна весной и ранним летом и мелеет к середине лета.

В районе богата луговая флора субальпийской зоны. Благодаря обилию влаги, света и тепла склоны гор покрываются роскошным ковром трав и разнообразных цветов. Между ними растут кусты смородины, шиповника и малины. Северные склоны хребта Цахкуняц покрыты молодым лиственным лесом и кустарником. Развиты низкорослые ивы, березы, дубки, карликовый можжевельник и др.

#### **в) Геологическое строение района выходов минеральных вод и слагающие его породы**

Район выхода Мисхано-Мармарикских минеральных вод представляет собою северное крыло громадной Мисхано-Арзаканской антиклинали, сложенной метаморфическими сланцами кембрия-докембрия, переслаивающимися с мраморизованными известняками и инъецированными палеозойскими лейкократовыми гранитами. Метаморфические сланцы имеют широтное простираие при преимущественно крутом до отвесного падении на север. Прослой мраморов синхроничны общей толще. Они наблюдаются в разных участках метаморфической толщи, выдержаны по простираию, но редки. Мощность прослоев варьирует от нескольких сантиметров до нескольких метров.

Лейкократовые граниты, распространенные исключительно среди метаморфических сланцев, образуют как отдельные интрузии, так и небольшие инъекции в метаморфической толще.

Жильные разности их — светлые аплиты — играют большую роль. Жилы как пластовые, так и секущие — мощностью от долей сантиметра до десятка метров.

По левому берегу р. Мармарик к востоку от ущелья рч. Алтунтахт и по левому берегу рч. Ятам-дзор они образуют область магматитов, где послойно чередуются аплиты и метаморфические сланцы.

В районе основных выходов минеральных вод отсутствуют метаморфические сланцы; левый берег р. Мармарик сложен исключительно гранитами. Внедрение гранитов в палесзое послужило причиной метаморфизации пород — образования метаморфических сланцев и мраморов.

Мисхано-Арзаканская антиклиналь хорошо оконтуривается отложениями верхнего мела и эоцена, прослеженными уже за пределами района выхода минеральных вод.

Наиболее молодыми изверженными породами района являются плиоценовые (?) андезито-дацитовые лавы. Спускаясь с вершин Цахкунинского хребта, они в районе минеральных источников покрывают плагиограниты и верхнетретичные кварцевые диориты, прорывающие в районе Анкавана древнюю метаморфическую толщу.

Кварцевые диориты, обнажающиеся у с. Анкаван и по обоим берегам истоков р. Мармарик, образуют удлиненный шток, размером  $5 \times 2$  км, вытянутый на запад от села. У с. Анкаван в кварцевых диоритах получают некоторое развитие дайки гранодиорит-порфиров. Мощность их от 20 см до 20 и более метров.

На контакте древнего комплекса сланцев, мраморов и гранитов, с одной стороны, и интрузии кварцевых диоритов, с другой, образовалась полоса эпидото-гранатовых скарнов, состоящая из 3 основных участков, расположенных вдоль контактовой полосы, имеющей широтное простирание. Вблизи скарнов, с которыми имеет связь оруденение, известны остатки мраморов. Главный участок расположен у самого с. Анкаван, сложен лимонитизированными и оруденелыми скарнами. К западу от Главного участка, на расстоянии 700 м, находится участок Ближний Дамир-Магара, представленный окисленной рудой, переходящей в скарновую породу, разбитую сетью кварце-

вых жилок, выполненных молибденитом и халькопиритом. Отсюда на расстоянии 800 м к западу находится участок Дальний Дамир-Магара, представленный плотной охристо-скарновой рудой, с общим падением залежи  $330 \angle 60^\circ$ . Залежь той же удлиненной формы расположена вдоль того же контакта кварцевых диоритов с древней метаморфической толщей, что и первые два участка.

Контакт на всем протяжении совпадает с крупным Мисханским разломом, появившимся в результате последующих за внедрением интрузии кварцевых диоритов тектонических движений. Мисханский разлом имеет региональное значение. Он протягивается от г. Дамлик-Гядук через Анкаван на восток, совпадая на некотором протяжении с руслом р. Мармарик. Разлом контролируется полосой заохренных и окварцованных тектонических брекчий, хорошо прослеженных в поверхностных выходах, а также в ряде штолен и в разрезах буровых скважин. Полоса брекчий достигает мощности 15 м, сопровождается каолинизированными аплитами. К востоку разлом протягивается уже в однородной толще метаморфических сланцев и гранитов. Здесь, в р. Мармарик, на участке, ослабленном речной эрозией, наблюдаются обильные выходы минеральной воды, сопровождающиеся арагонито-конгломератовым комплексом отложений ранее существовавших мощных и, повидимому, высокотемпературных минеральных источников. Разлом протягивается до с. Меградзор. Простираение его почти широтное. Падение северное при меняющемся угле от  $40$  до  $60^\circ$ . С главным разломом сопряжены другие, более мелкие перемещения. Следы этих перемещений чрезвычайно густы непосредственно в рудной залежи и наблюдаются в боковых породах, особенно в кварцевых диоритах.

Широкая полоса тектонических брекчий широтного простираения ( $\angle$  пд  $50-60^\circ$ ) в центре главного участка разветвляется на полосу направления СВ:  $60^\circ$  и полосу широтного направления В:  $90^\circ$ . Обе полосы контролируются минеральными источниками. Два нарушения, также сопряженные с главным разломом, имеющие простираение  $310-130^\circ$  и прослеженные в метаморфической толще, контролируются полосой выходов минеральной воды и боковым ущельем рч. Алтун-

тахт, образовавшимся, вероятно, в ослабленной зоне пород. Нарушение простирания  $200-20^\circ$  также сопровождается выходами минеральной воды. Все эти сбросы сравнительно небольшие и образовались как следствие крупного Мисханского разлома.

Работами Арм. геол. управления в последние годы, помимо известных участков скарновых руд, установлено в кварцевых диоритах значительное медно-молибденовое оруденение.

### Описание пород

Метаморфические сланцы представлены эпидот-амфиболовыми, амфиболовыми, серицит-амфиболовыми и эпидот-хлоритовыми разностями.

Эпидот-амфиболовые сланцы макроскопически представляют собою темносерые породы с зеленоватым оттенком, с более или менее четкой слоистостью и шелковистым блеском. Мощность отдельных слоев небольшая. Нередко несут на себе следы микротектоники. Под микроскопом структура порфиробластовая. Минералогический состав: эпидот, зеленый амфибол, плагиоклаз, кварц, калиевый полевой шпат и акцессорные минералы. Преобладает эпидот. Представлен отдельными зернами характерного фишашко-зеленого цвета, с резким плеохроизмом и аномальными цветами интерференции. Амфибол представлен обычной зеленой роговой обманкой в крупных призматических кристаллах. Плагиоклаза значительно меньше и серицитизирован. Кварц встречен в виде редких ксеноморфных зерен небольшого размера. Калинатровый полевой шпат встречен в еще меньшем количестве, в виде зерен неправильной формы.

Из акцессорных минералов представлены апатит в виде мелких кристаллов призматической формы и бесформенных зерен и сфен в виде мелких округлой формы зерен, неравномерно рассеянных в породе.

Амфиболовые сланцы макроскопически представляют собою темносерые, почти черные породы с шелковистым блеском. Сланцеватость выражена более или менее четко. Под микроскопом структура гранобластовая. В основной полево-

шпатовой массе в почти равном с ней количестве наблюдается зеленая роговая обманка в виде мелких вытянутых призмочек. В ряде участков мелкие призмочки переплетаются между собою, образовав сеть с едва заметными зернами полевых шпатов. Роговая обманка ассоциирует с рудным минералом, который встречается в виде мелких вкрапленников, реже встречается в виде крупных зерен.

Серицит-амфиболовые сланцы макроскопически представляют собою белую породу с зеленоватым оттенком, с лучистой структурой и шелковистым блеском. Под микроскопом структура параллельно-игольчатая (лепидобластовая). Состоит из игольчатых зерен бесцветного амфибола (преобладает), промежутки между которыми заполнены серицитом. Редко попадаются зерна кварца и плагиоклаза.

Эпидот-хлоритовые сланцы макроскопически представляют собою темносерые породы, лишенные блеска и слоистости. Под микроскопом структура гранобластовая, катакластическая. Основная масса состоит из эпидотизированного и в сильной степени сосюритизированного плагиоклаза и незначительных количеств пироксена.

Вторичные минералы — хлорит, цоизит, эпидот. Из акцессорных минералов представлен сфен в виде мелких оваловидных зерен, неравномерно рассеянных в породе. Из рудных минералов — пирит.

*Химический состав метаморфических сланцев*

Разновидность сланцев	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	Вла-га	п. п. п.	Сум-ма
Эпидот-амфиболовые	46,74	0,23	22,39	7,89	3,13	17,77	0,15	—	0,70	—
Амфиболовые	72,10	сл.	0,76	6,20	14,20	3,65	0,19	—	2,90	—
Серицит-амфиболовые	60,64	нет	0,35	1,15	25,07	6,37	нет	нет	1,42	10000

Палеозойские граниты макроскопически представлены крупно- и среднезернистыми сероватыми с розоватым оттенком лейкократовыми породами, почти равномернозернистыми с ма-

лым присутствием цветного минерала. Под микроскопом структура гранулит-аплитовая. Минералогический состав: калиевый полевой шпат, кварц, зеленый амфибол, моноклинный пироксен, из аксессуарных минералов — апатит. Калиевый полевой шпат встречается в виде крупных ксеноморфных зерен, количественно преобладает над остальными минералами. Кварц наблюдается в виде отдельных мелких изометрических зерен, зеленый амфибол в продолговатых и нехорошо развитых призмах. Количественно его меньше кварца. Моноклинный пироксен и апатит отмечаются очень редко в виде мелких зерен.

Несколько иначе выражены жильные и крайние разности этих пород — аплиты. Макроскопически это — белые породы, иногда с желтоватым оттенком, мелкозернистые с ясно различимыми зернами кварца, полевого шпата и мусковита. Цветной минерал почти отсутствует. Под микроскопом структура аплитовая, панидиоморфнозернистая. Минералогический состав: калиевый полевой шпат, кварц, серицитизированный плагиоклаз, мусковит. Калиевый полевой шпат представлен таблитчатыми кристаллами и изометрическими зернами. Кварц встречается в подчиненном количестве, как первичный, так и вторичный в виде мелких зерен между зернами калиевого полевого шпата. Плагиоклаз наблюдается в значительно меньшем количестве. Мусковит встречается в виде вытянутых зерен, часто в сильной степени изогнутых. По изогнутости мусковита и наличию мелких зерен вторичного кварца можно сделать вывод, что порода в слабой степени метаморфизована.

*Химический состав лейкократовых гранитов*

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O+ K <sub>2</sub> O	Влага	п.п.п.	Сумма
72,14	0,20	12,08	6,02	0,80	0,84	6,88	0,11	0,93	10000

Кварцевые диориты макроскопически представляют собою серые от светло- до темносерых породы, разбитые сетью мало-мощных кварцевых жил. Порода темносерого цвета. Наблюдаются и светлые окварцованные разности кварцевых диоритов. Под микроскопом структура порфириовидная. Минералогиче-

ческий состав: плагиоклаз средней кислотности, амфибол, биотит, кварц, вторичные и акцессорные минералы. Плагиоклаз встречается в виде кристаллов таблитчатой формы, иногда сдвоенных. Амфибол встречается в кристаллах тонкопризматической формы, частично разложенных. Биотит встречается в крупных кристаллах толстопризматической формы, испещренных мелкими зернами апатита и, повидимому, магнетита. Кварц встречается в виде трещиноватых крупных кристаллов. Акцессорные минералы: сфен в виде довольно крупных идиоморфных кристаллов, двойников моноклинной сингонии; циркон в виде мелких кристаллов овальной формы, апатит в виде призматических крупных и мелких кристаллов.

*Химический состав кварцевых диоритов*

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	п.п.п.	Na <sub>2</sub> O+ K <sub>2</sub> O
65,80	0,20	17,26	5,64	1,81	нет	1,10	8,19

Гранодиорит-порфиры, дайки которых секут кварцевые диориты, макроскопически представляют собою светлосерые породы, порфировидные с выделениями ортоклаза, достигающими 10 см. Под микроскопом структура порфировая. Основная масса кристаллически зернистая, состоит из мелких зерен полевого шпата и кварца. Вкрапленники состоят из свежих зерен плагиоклаза, мелких зерен кварца и призматических зерен биотита. Акцессорные минералы — апатит.

Плиоценовые лавы представляют собою породы светлосерого цвета, сильно пористые и являются пироксеновыми андезитобазальтами. Под микроскопом структура порфировая, микролитовая. Основная масса состоит из очень густо расположенных коротких микролитов плагиоклаза средней основности. Стекло почти отсутствует. Вкрапленники, в основном, состоят из мелких неправильной формы зерен моноклинных пироксенов и очень редких кристаллов плагиоклаза в виде простых двойников.

Эпидото-гранатовые скарны темнокоричневые, иногда розовые с кристаллами граната и эпидота. Это почти мономинер-

ральные породы, содержащие до 90—95% граната. Во всех случаях он принадлежит к изоморфному ряду гроссуляр-андрадита. Они интенсивно рассечены маломощными кварцевыми жилками.

В. Н. Котляр (41) разделяет их на три типа: 1) скарны, сопровождающие магнетитовые залежи (Дальний Дамир-Магара); 2) скарны, несущие молибденово-медное оруденение (Главный участок и Ближний Дамир-Магара); эти скарны охристые и оруденелые; 3) безрудные скарны

Окисленную зону месторождения составляют лимонит и железная охра, халцедон, кварц, реже опал, малахит, куприт, азурит, молибдит. Наиболее распространены первые два минерала. Сульфидную зону составляют пирит, халькопирит и молибденит. На участке Ближний Дамир-Магара, кроме того, встречены борнит и ковеллин. Здесь же встречаются небольшие гнезда магнетита с вкрапленностью халькопирита.

Заохренная и окварцованная тектоническая брекчия, прослеженная широкой полосой во всех трех участках месторождения, в своем составе содержит обломки аплита, включения халцедона, кварца, окремневших и заохренных пород, обычно плотно сцементированных. Размеры обломков различны, но не превышают 5—10 см в поперечнике. Брекчии слабо оруденелы. Оруденение их выражено мелкой вкрапленностью пирита, халькопирита и молибденита. Эти брекчии обычно сопровождаются мощной зоной измененных каолинизированных аплитовидных пород белого цвета. В них наблюдаются зеркала скольжения.

Арагонито-конгломератовый комплекс отложений, занимающий русло р. Мармарик в районе минеральных источников, подробно описан в главе об отложениях минеральных источников.

#### **г) Мисхано-Мармарикские источники, как месторождение минеральных вод**

Для пространственного распределения минеральных вод на территориях крупных геотектонических элементов закономерным по аналогии с рудными полями является террито-

риальное распространение вод главнейших генетических типов. Минеральные воды преимущественно свойственны областям с нарушенным залеганием горных пород, где различные тектонические и дислокационные трещины служат путями для минеральной воды из недр на земную поверхность.

По Н. И. Толстихину (89), выделяющему три главные провинции минеральных вод, Кавказ относится к 1-й провинции — щелочно-земельные, реже натриевые и смешанные гидрокарбонатные воды, газлирующие углекислым газом, преимущественно холодные. Они выходят в пределах альпийской складчатости в областях погасшей недавно вулканической деятельности. Отчасти Кавказ относится и ко 2-й провинции минеральных вод. Это натровые, термальные воды, бикарбонатные, сульфатные, хлоридные, газлирующие азотом, реже метаном. Эти воды приурочены к областям молодых четвертичных оротических движений и крупных поднятий и выходят по глубоким радиальным разломам.

Кавказ, в свою очередь, по А. М. Овчинникову (64), разделяется на семь гидрогеохимических зон, которые отражают закономерности формирования и распространения главных генетических типов минеральных вод. Зоны установлены по совокупности геологических и гидрогеохимических факторов. Армения отчасти находится в пределах VI зоны — так называемой зоны углекислых вод и терм Малого Кавказа.

Тектоническая зона Армении, по К. Н. Паффенгольцу (75), разбита на 9 подзон. А. П. Демехиным установлена закономерная связь распределения минеральных источников с тектоническими подзонами. Минеральные источники располагаются по этим подзонам отдельными группами вдоль крупных тектонических нарушений и контактовых зон интрузивов. По мнению А. М. Овчинникова (58), как общее правило, «районы наиболее крупных известных выходов минеральных вод располагаются в пограничных зонах между двумя тектоническими единицами».

Исследованные нами Мисхано-Мармарикские минеральные источники приурочены к Мисханскому разлому и выходят на границе второй и третьей тектонических подзон. Вторая тектоническая подзона это Памбакский хребет, сложенный вул-

каногенными породами, дислоцированными, с наличием ряда интрузивов. Здесь выходы минеральных источников связаны с линиями нарушений. Третья тектоническая подзона это высокое нагорье, образующее водораздел между р. Зангу и ее северным притоком, р. Маман. В строении участка принимают участие породы палеозоя, мезозоя и третичные. Многочисленные источники приурочены к нарушениям и контактовым зонам интрузивов.

По аналогии с месторождениями полезных ископаемых форма и условия залегания минеральной воды определяются геологической структурой, а также литологией окружающих пород, и, таким образом, могут быть названы месторождением минеральной воды.

В настоящее время в литературе все шире начинает применяться термин месторождение минеральных вод или же залежь минеральных вод. Но минеральные воды являются динамическими полезными ископаемыми. Еще в 1889 г. Де-Лонэ (102), занимавшийся систематизацией геологических условий выхода и циркуляции минеральных вод, образно сравнивал рудные месторождения и термальные источники с живым организмом и трупом. Он же разделяет источники на две группы: жильные, встречающиеся в самых разнообразных формах, и пластовые. Эти основные положения Де-Лонэ получили развитие в трудах А. М. Овчинникова (58, 62, 63), сделавшего первую попытку систематизации геологических структур минеральных вод. Мисхано-Мармарикские минеральные воды относятся к типу жильного месторождения термальной воды. Оно связано с крупным тектоническим разломом. И, как рудные жилы, заполняют трещины, так и в данном случае горячие глубинные воды заполняют Мисханский разлом.

Общеизвестно положение, что каждое месторождение складывается из отдельных выходов и по общему правилу может быть изучено только путем тщательного исследования каждого из них. Условия выхода воды для каждого источника определяются 1) положением канала, служащего путем движения воды, и 2) эрозионным срезом.

Высказываясь об отдельных источниках, А. М. Овчинников (58) выдвигает следующее положение: «Грифон термаль-

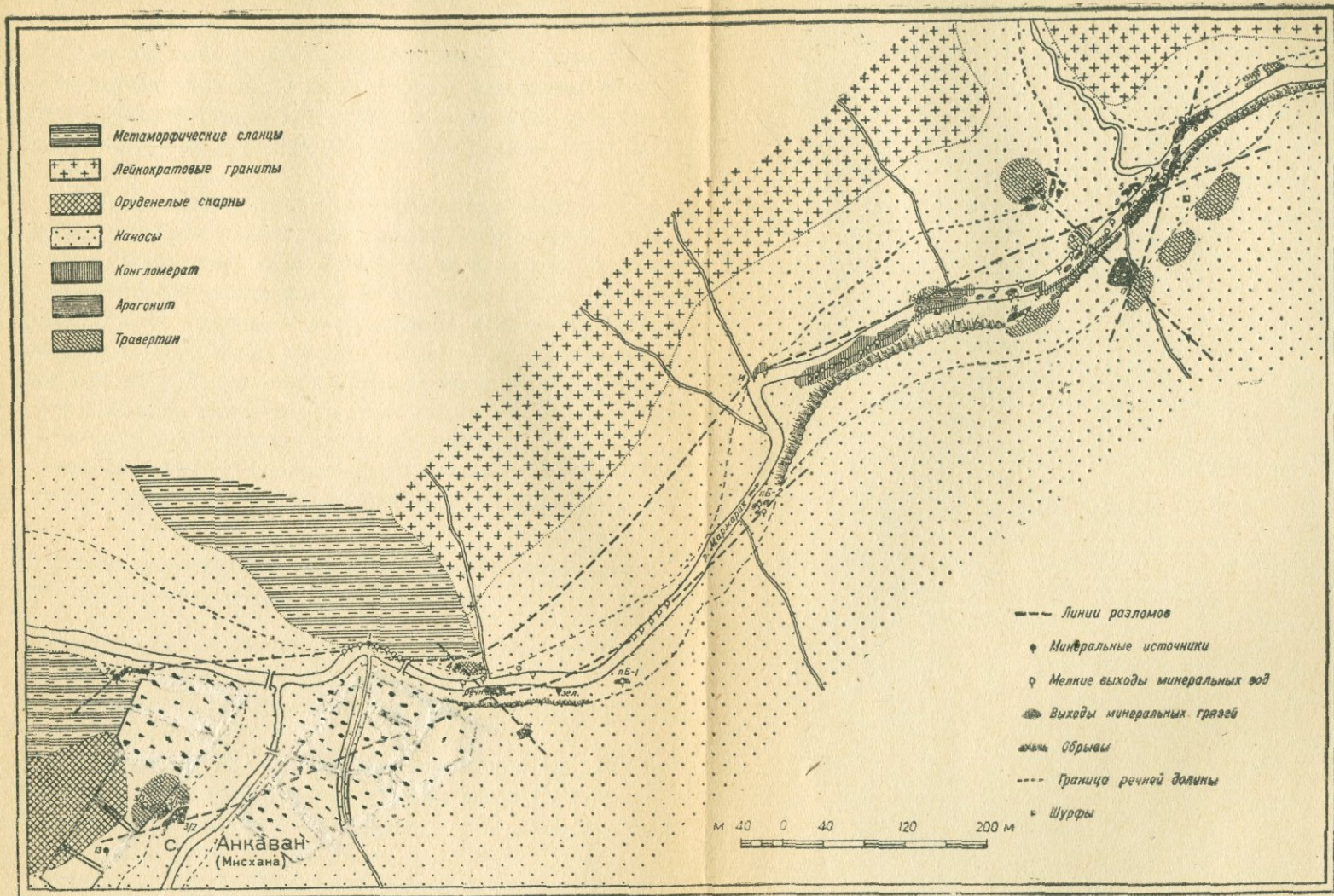


Рис. 6. Карта глазмерной съемки района выходов Мисхано-Мармарикских минеральных вод.

ного источника находится на месте пересечения глубокого нарушения, по которому поднимается минеральная вода, с линией топографического понижения рельефа, определяющего высоту столба наименьшего гидростатического давления». В данном случае линией топографического понижения рельефа является русло р. Мармарик, и минеральная вода выходит на дневную поверхность на том участке, где разлом совпадает с руслом реки.

Территориально и отчасти по некоторым геологическим и физико-химическим признакам выходы минеральной воды в ущелье р. Мармарик можно разбить на 2 группы: I группа это минеральные источники района самого села Анкаван (Мисхана); II группа — минеральные источники ущелья р. Мармарик, выходящие на расстоянии ~ 9,6 км вниз по течению этой реки. В дальнейшем изложении мы будем называть I группу выходов минеральной воды Мисханскими источниками, а II группу — Мармарикскими источниками.

Большинство из описываемых источников в настоящее время, после бурения скважин, прекратило свое существование.

#### **д) Описание выходов минеральных вод и результаты проведенных разведочных работ**

Минеральные источники, выходящие в районе самого с. Анкаван (Мисхана), приурочены к руслу р. Мармарик.

Источники зарегистрированы под №№ 13, 3, 12, 2 (2а), 1, 4 и 21 (речной).

Для правого берега р. Мармарик характерно обильное отделение углекислого газа, зачастую даже сухого, а также образование лечебных грязей. В районе села находится большой выход грязи, названный нами источником № 22.

Источники №№ 2 (2а) и 1 приурочены к главному Мисханскому разлому. Остальные источники связаны с более мелкими перемещениями, сопряженными с главным разломом. Так, источники №№ 3 и 12 и другие мелкие выходы в р. Мармарик и по ее берегам связаны с дополнительным перемещением почти широтного простирания, сопровождающим главный разлом

в районе с. Анкаван. Источники №№ 4, 21 (речной) и 22 выходят вдоль нарушения, имеющего простирание 130—310°, также сопряженного с главным разломом.

Собственно Мисханская группа минеральных источников заканчивается линией выходов этих источников. В районе Мисханской группы источников в 1952—1953 гг. Арм. геол. управлением было пробурено 6 скважин: №№ 9, 10, 8, 7, 18 и 14. С бурением скважин часть источников пересохла. Например, когда появилась вода в скважине № 10, дебит источника № 3 намного уменьшился. После получения мощного фонтана из скважины № 8 источник № 2 совсем высох, а источники №№ 1 и 4 уменьшили свои дебиты. Такая взаимосвязь наблюдалась и между скважинами. Вода в скважине № 9 исчезла после получения фонтана в скважине № 8. После получения фонтана в скважине № 14 высохли скважины №№ 7, 8 и 10. В скважине № 18 был встречен небольшой приток минеральной воды, но она не фонтанировала. В настоящее время фонтанирует только скважина № 14, наиболее восточная в Мисханской группе. Она каптировала весь поток минеральной воды, идущий с востока, и преградила доступ ее в район села.

Мармарикская группа начинается отсюда на расстоянии ~ 0,5 км вниз по течению реки. На этом промежутке между Мисханской и Мармарикской группами источников река два раза — в начале и в конце — круто меняет направление своего течения и по нашим представлениям отходит от направления крупного Мисханского разлома. Он здесь проходит севернее русла реки от источников №№ 1 и 2 к источнику № 14, что подтверждается и химическим составом этих вод. Соответственно уменьшаются, а затем совсем прекращаются в русле реки проявления минеральной воды и углекислого газа. По левому берегу здесь наблюдается один участок обильного отделения газовых пузырьков. Он начинается на расстоянии ~ 150 м от источника № 4 и протягивается у самого левого берега на расстоянии ~ 50 м. По правому берегу на этом промежутке прослежены один небольшой выход минеральной воды, зарегистрированный нами под № 23, а также выходы минеральной грязи №№ 24 и 25. Все перечисленные выходы, вероятно, приурочены к небольшому дополнительно-

му нарушению широтного простирания, сопровождающему на этом участке главный Мисханский разлом. Далее, на значительном расстоянии вниз по течению, как по правому, так и по левому берегу прекращаются всякие выходы минеральной воды и газа. Мармарикская группа начинается у крутого изгиба реки выходом на левом берегу источника № 14 и связанного с ним первого конгломерата.

Мармарикская группа минеральных источников даже на беглый взгляд представляет собою один сплошной выход минеральной воды и углекислого газа, протягивающийся на расстояние 0,5 км.

Многочисленные мелкие и крупные выходы воды и газа в реке и по берегу сопровождаются пластами арагонита и речного конгломерата, цементом которого является тот же карбонат кальция.

Как видно будет из дальнейшего изложения, здесь под толщей переслаивающихся пластов арагонита и конгломерата скрыта термальна́я вода с практически неисчерпаемыми запасами. По нашим представлениям, именно здесь русло реки совпадает с Мисханским разломом и с целым узлом сопряженных с ним других нарушений, проходящих в древней метаморфической толще. Здесь были зарегистрированы 9 больших выходов минеральной воды и углекислого газа, зачастую сопровождающихся образованиями лечебной грязи (№№ 14, 15, 16, 17 (а и б), 18, 20 (а, аб и б), 5, 9 и 6), и бесчисленные небольшие выходы углекислого газа и минеральной воды, непрерывно продолжающиеся вдоль русла р. Мармарик. В районе Мармарикской группы источников в 1952—1953 гг. Арм. геол. управлением были пробурены 3 скважины, из них скважины №№ 3 и 4 на территории собственно Мармарикских источников и скважина № 17 в промежутке между обеими группами источников. В настоящее время фонтанируют скважины №№ 4 и 17. Скважина № 3 высохла через несколько дней после получения фонтана в скважине № 4.

#### МИСХАНСКАЯ ГРУППА ИСТОЧНИКОВ

**Источник № 13.** Выходит на территории главного участка Мисханского медно-молибденового месторождения. По левому

берегу р. Мармарик из устья старой заваленной штольни тонкой струйкой вытекает вода и по отвалу стекает вниз. Над штольней на высоте  $\sim 50$  м над рекой обнажаются охристые скарны. Вода прозрачная, бесцветная, без запаха, слегка кислого вкуса, слабой минерализации. Температура воды  $11^{\circ}\text{C}$ . Дебит  $0,1$  л/сек. По химическому составу вода гидрокарбонатно-кальциевая ( $\text{HCO}_3^-$ — $41,8\%$ ;  $\text{Ca}^{++}$ — $41,2\%$ ), содержит сухого остатка  $0,46$  г/л.

**Источник № 3.** Выходит на дневную поверхность на левом берегу р. Мармарик, несколько южнее главного участка медно-молибденового месторождения, в непосредственной близости к нему. У подошвы горы на заболоченной площадке размером  $30 \times 10$  м бурлит множество небольших грифончиков с обильным отделением углекислого газа. Местами наблюдаются отдельными участками известковистые и железистые натёки. Особенно обильны выходы воды на неширокой полосе простирающейся  $130$ — $310^{\circ}$ . Над выходами грифонов на измененных охристых скарнах и окварцованной тектонической брекчии залегают пласты травертина и арагонита, образующие небольшой купол высотой до  $10$  м и площадью  $45 \times 50$  м. В 1936 г. здесь производилась разработка арагонита, и вода источника появилась после того, как были сняты пласты арагонита значительной мощности.

Дебит источника равен  $\sim 0,6$  л/сек., расчисткой источника мог бы быть увеличен в несколько раз. Вода прозрачная, бесцветная, кисло-сладкого неприятного вкуса. Температура отдельных грифонов от  $18$  до  $24^{\circ}\text{C}$ . По химическому составу вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ — $29,06\%$ ;  $\text{Cl}^-$ — $15,96\%$ ), кальциево-натриевая ( $\text{Ca}^{++}$ — $22,81\%$ ,  $\text{Na}^+$ — $17,82\%$ ), содержит сухого остатка  $5,76$  г/л.

В 1948 г. травертиновый купол источника № 3 разведывался шурфованием. Разведку проводила геолого-разведочная партия Арм. геол. управления. Были пройдены три шурфа: шурф 3/1 в выходах пластов арагонита, залегающих непосредственно над грифонами источника № 3; шурф 3/2 на самой вершине купола и шурф 3/3 под травертиновым куполом у самого берега реки (нумерация шурфов наша).

**Шурф 3/1** был пройден до глубины  $80$  см. Он встретил пла-

сты арагонита пд  $130^\circ \angle 45^\circ$  видимой мощности 45 см, после чего вошел в охристую окварцованную брекчию, пронизанную жилками арагонита. Сильный приток углекислого газа начался сейчас же при входе в брекчию. Приток воды незначительный. Температура воды  $26,5^\circ\text{C}$ . По химическому составу вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —30,1%,  $\text{Cl}^-$ —16,6%), натриево-кальциевая ( $\text{Na}^+$ —28,6%,  $\text{Ca}^{++}$ —16,7%), содержит сухого остатка 3,04 г/л.

**Шурф 3/2** пройден до глубины 3 м 15 см. Встретил пласты арагонита пд  $100^\circ \angle 45^\circ$  видимой мощности 80 см, после чего вошел в темносерую окварцованную брекчию с отдельными охристыми участками и обломками окварцованного аплита. В ней были отмечены пропластки арагонита. Приток воды и углекислого газа небольшой. Вода гидрокарбонатная ( $\text{HCO}_3^-$ —36,7%), кальциево-натриевая ( $\text{Ca}^{++}$ —31,2%,  $\text{Na}^+$ —16,7%), содержит сухого остатка 1,49 г/л.

**Шурф 3/3**, пройденный в речной гальке, был остановлен на глубине 1 м, ввиду сильного притока речной и минеральной воды. В шурфе выделялся углекислый газ и происходило сильное бурление.

**Источник № 2.** Находится на северной окраине села Анкаван.

Выходит на правом берегу р. Мармарик. Непосредственно над источником обнажаются сильно измененные метаморфические сланцы. Источник выходит из наносов у основания склона.

В 1946 г. был каптирован на средства местного населения. Создан небольшой сборный бассейн, закрытый каменной кладкой, из которого вода изливается по тонкой трубке.

Вода источника приятного вкуса, кисловатая, бесцветная, прозрачная, с обильным содержанием углекислоты. Дебит источника 0,06 л/сек. Средняя температура воды  $9,8^\circ\text{C}$ . По химическому составу вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —25,5%,  $\text{Cl}^-$ —21,7%), натриевая ( $\text{Na}^+$ —27,52%), содержит сухого остатка 6,7 г/л. После бурения скважин летом 1952 г. источник № 2 полностью иссяк.

**Источник № 2а.** На расстоянии 30 м от источника № 2 по тому же правому берегу реки отмечен небольшой выход минеральной воды с интенсивным бурлением и выделением пузырь-



Рис. 7. Источник № 2.

ков углекислого газа. Между этим выходом и источником № 2 наблюдается сплошная заболоченность склона. Температура воды  $10^{\circ}\text{C}$ . Дебит очень незначительный. Вода приятного вкуса, кисловатая, бесцветная, прозрачная. Вытекающий ручеек по своему течению вниз к реке откладывает железистый и известковый налет. После небольшой расчистки стало очевидно, что вода выходит из метаморфических сланцев, сильно измененных, каолинизированных, почти превращенных в глинистый песок. Такие же измененные сланцы и лейкократовые граниты обнажаются несколько выше выхода воды. Они сопровождают

полосу окварцованных тектонических брекчий главного разлома, хорошо прослеженных в поверхностных выходах.

По химическому составу вода источника № 2а гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —29%,  $\text{Cl}^-$ —20,9%), натриевая ( $\text{Na}^+$ —29,1%), содержит сухого остатка 5,07 г/л.

По сходству химического состава и физической характеристике вод источников №№ 2 и 2а, а также по их территориальной близости, очевидно, что они являются одним выходом воды.

**Источник № 1.** Находится также на северной окраине с. Анкаван. Это группа из 15—20 незначительных выходов минеральной воды, бьющей из наносов на протяжении 56 метров на склоне у самого левого берега р. Мармарик, и сопровождается такими же выходами в самой реке, вблизи ее левого берега, причем в реке насчитывается до 30 таких же выходов.

Здесь же и на склоне обнажаются темносерые с синеватым отливом плотные метаморфические сланцы с прослоями мощностью до 15 см белых крупнозернистых мраморизованных известняков пд  $10 \angle 80^\circ$ . Метаморфические сланцы, выходящие у источника № 1, прослежены и дальше, вниз по левому берегу реки, на расстояние 50 м до выхода источника № 4, причем они в следующем выходе у моста сохраняют свое простирание  $280-100^\circ$  пд  $10 \angle 80^\circ$ , а в выходе над источником № 4 сильно перемяты. Выходы воды приурочены только к наносам и очень непостоянны. При расчистках вода зачастую уходит или, наоборот, появляется. Вероятно, один или несколько больших выходов воды распыляется, попадая в наносы.

Вода бесцветная, прозрачная. Вкус приятный, кислый, чуть солоноватый. Средняя температура воды  $14,5^\circ\text{C}$ . Суммарный дебит 0,2 л/сек. По химическому составу вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —24,4%;  $\text{Cl}^-$ —22%), натриево-кальциевая ( $\text{Na}^+$ —29,7%,  $\text{Ca}^{++}$ —19%), содержит сухого остатка 4,26 г/л.

**Источник № 4.** Находится на восточной окраине села Анкаван, на расстоянии 55 м от источника № 1. Минеральная вода выходит на дневную поверхность по левому берегу р. Мармарик из наносных слоев на высоте 5—6 м над рекой. Стекая

вниз, вода откладывает карбонат кальция, благодаря чему на склоне образовался небольшой травертиновый щит высотой 5,5 м и длиной 6 м.

На расстоянии 10 м от источника вниз по течению реки на той же высоте залегает травертин более древнего возраста. Верхние пласты выдерживают простирание  $60-240^\circ$  пд  $150 \angle 30^\circ$ . Нижние пласты травертина несколько иного характера, залегают горизонтально, простирание  $105-285^\circ$ . Дебит источника № 4 незначительный, 0,07 л/сек. Однако углекислого газа выделяется очень много, благодаря чему в воде происходит интенсивное бурление. Температура воды  $15-17^\circ\text{C}$ .

По химическому составу вода источника гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —26,77%,  $\text{Cl}^-$ —21,11%), кальциево-магниевая ( $\text{Ca}^{++}$ —31,25%,  $\text{Mg}^{++}$ —15,64%), содержит сухого остатка 5,54 г/л.

**Источник № 12.** В самом центре с. Анкаван, по правому берегу р. Мармарик, на высоте  $\sim 3$  м над рекой был обнаружен небольшой заболоченный участок размером  $3,5 \times 0,5$  м. В почти стоячей воде происходит интенсивное выделение газовых пузырьков. Температура воды  $20,8^\circ\text{C}$ . Дебит очень мал. Выделение газа очень интенсивное. По химическому составу вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —29%,  $\text{Cl}^-$ —17,7%), натриево-кальциевая ( $\text{Na}^+$ —26,6%,  $\text{Ca}^{++}$ —19%), содержит сухого остатка 2,98 г/л.

**Источник № 21 (речной).** На правом берегу р. Мармарик, сейчас же за селом, против источника № 4, у самой реки, на участке размером  $2 \times 6$  м, в почти стоячей воде выбиваются пузырьки углекислого газа. На поверхности воды образуется белая, местами охристая пленка. Вода выходит в вязкой серой глине, изобилующей угловатыми обломками лейкократового гранита. Дебит воды незначительный. Углекислого газа выделяется много. Серая глина очень напоминает такую же глину в источнике № 176 (см. ниже, «Мармарикская группа источников»).

По химическому составу вода источника гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —29,09%,  $\text{Cl}^-$ —18,95%), кальциево-магниевонатриевая ( $\text{Ca}^{++}$ —18,04% :  $\text{Mg}^{++}$ —16,45%,  $\text{Na}^+$ —15,29%).

По правому берегу реки, также за селом,  $\sim 20$  метрами

выше источника № 21, небольшой выход минеральной воды не имеет стока и образовал заболоченную площадь размером 25 × 20 м.

Это источник (выход грязи) № 22. Грязь густо черного цвета со специфическим запахом. В стоячей воде выделяются пузырьки углекислого газа.

Источник № 23 находится на расстоянии 100 м от с. Анкаван вниз по течению реки. Выходит из наносов на правом берегу реки на расстоянии 1,5 м от реки. По течению к реке образует охристый налет. Дебит минеральной воды очень незначительный. Температура 16,6°C. Вода бесцветная, прозрачная, кислая на вкус; по химическому составу гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —25,8%,  $\text{Cl}^-$ —24,2%), кальциево-натриевая ( $\text{Ca}^{++}$ —27%,  $\text{Na}^+$ —21,8%), содержит сухого остатка 0,58 г/л.

Источник (выход грязи) № 24 находится на расстоянии 150 м от села и примерно на расстоянии 50—60 м от выхода источника № 23 вверх по течению реки, на том же правом берегу, на ровной травянистой площадке. Размер заболоченного участка 8 × 3 м. Здесь в стоячей воде обильно выделяется углекислый газ.

Другой выход грязи № 25, находится на расстоянии 370 м от села вниз по течению реки и не доходя 130 м источника № 14. Выход представлен 4 небольшими заболоченными участками, где обильно выделяется в воде углекислый газ. Температура воды 18,7°C. Грязь густо черного цвета со специфическим запахом.

В районе выходов Мисханской группы источников в 1952 году было заложено 6 буровых скважин.

Описание этих скважин приводится нами по материалам, любезно предоставленным нам А. А. Тер-Мартirosяном.

Скважина № 9 заложена в северо-западной части с. Анкаван, на правом берегу р. Мармарик, у источников №№ 2 и 2а. До глубины 5,3 м прошла валунно-галечные отложения, затем вошла в лейкократовые граниты; с глубины 13,09 м и до забоя (55 м) вскрыла чередование лейкократовых гранитов с метаморфическими сланцами. Единственный приток минеральной воды был встречен на глубине 13,09 м, причем скважина не

фонтанировала, уровень воды держался на 1 м ниже устья скважины. Температура воды 10°. На глубине 40,75 м скважина вышла из разлома, не вскрыв больше водоносных трещин. Вода в скважине исчезла после получения фонтана в скважине № 8.

**Скважина № 10** заложена на выходе источника № 3.

Последовательно были вскрыты следующие породы: на глубине до 1,2 м — травертиновый песок; 1,2—2,7 м — конгломерат светлосерого цвета; 2,7—3,4 м — заохренная и окварцованная тектоническая брекчия; 3,4—3,7 м — арагонит; 3,7—13,7 м — заохренная и окварцованная тектоническая брекчия; 13,7—13,8 м — арагонит; 13,8—19,75 м — окварцованный и карбонатизированный кварцевый диорит светлосерого цвета, пиритизированный, с тончайшими прожилками молибденита; 19,75—35,7 м — окварцованный гранодиорит-порфир кремово-серого цвета с прожилками молибденита и халькопирита; 35,7—40,1 м — белая каолинизированная сильно измененная порода с зеркалами скольжения. Первый приток минеральной воды был вскрыт на глубине 6,5 м. Температура 16,5°C, дебит 0,5 л/сек. Второй приток был вскрыт на глубине от 21,6 до 24,9 м. Температура воды 22,2°C. Первоначальный дебит 6.IX.1952 г.—15 л/сек. к 15.IX упал до 10 л/сек. По имеющимся в нашем распоряжении анализам вода натриевая (Na—36,85%), гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3'$ —29,4%,  $\text{Cl}'$ —18,06%), содержит сухого остатка 3,47 г/л.

**Скважина № 8** заложена в центре села, на левом берегу р. Мармарик, на линии Мисханского разлома, между источниками №№ 2 и 1. Глубина скважины — 54,9 м.

Скважина вскрыла следующие породы: на глубине до 8,1 м — конгломерат; 8,1—16 м — метаморфические сланцы; 16—37 м — граниты; 37—54,9 м — метаморфические сланцы.

Первый фонтан был получен с глубины 12 м; дебит 0,25 л/сек., температура 14,5°C. Второй приток был получен с глубины 17 м, дебит 2,75 л/сек., температура 24°C. Третий приток был встречен на глубине 24 м с дебитом 8 л/сек. Дебит нарастал до глубины 25,2 м и достиг величины 20 л/сек. Высота фонтана достигала 8 м. Дебит постепенно понижался и к 18.IX.1952 г. стал равным 10,4 л/сек. Температура воды 25,7°C.

Вода натриевая ( $\text{Na}$ —37,25%), хлоридно-гидрокарбонатная ( $\text{Cl}'$ —25,82%,  $\text{HCO}_3'$ —21,05%), содержит сухого остатка 5,43 г/л.

Когда появилась вода в скв. № 8, иссяк источник № 2.

**Скважина № 7** заложена на правом берегу р. Мармарик, в начале села, на линии одного из дополнительных нарушений (№ 4—№ 22), у источника № 22. Скважиной были пройдены следующие породы: до глубины 1,8 м — почвенный покров; 1,8—6,6 м — травертиновый песок; 6,6—12,2 м — валунно-галечные отложения (конгломерат); 12,2—19,3 м — метаморфические сланцы; 19,3—28 м — сильно измененная порода; 28—97,8 м — слабо каолинизированные метаморфические сланцы.

Первый приток минеральной воды был встречен на глубине 11—12 м с дебитом 0,2 л/сек. и с температурой 16°C. Второй приток воды начался с глубины 28 м и продолжался до глубины 60 м. Температура воды 22°C. Фонтан забил 22.VIII.1952 г. с переменным дебитом от 3 до 7 л/сек. Бил периодически, через каждые 2 часа по 10 мин., причем в течение выброса высота его постепенно нарастала и постепенно падала. Фонтанирование окончательно прекратилось 20.IX.1952 г. Вода натриевая ( $\text{Na}$ —34,64%), гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3'$ —25,3%,  $\text{Cl}'$ —22,3%), содержит сухого остатка 5,27 г/л.

В 1953 г. на правом берегу р. Мармарик, у источника № 21, Арм. геол. управлением была пробурена скважина № 14. Общая глубина скважины — 70,9 м. Был получен мощный фонтан минеральной воды с колоссальным дебитом, температурой 34,5°C. Глубже 57 м водоносных трещин не обнаружено. С этой глубины скважина вышла из разлома.

Всего в скважине встречены 4 притока, температура и дебит которых с глубиной повышались.

По имеющемуся в нашем распоряжении химическому анализу вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3'$ —24%,  $\text{Cl}'$ —23,8%), натриево-кальциевая ( $\text{Na}$ —32,7%,  $\text{Ca}^{++}$ —12,2%), общая минерализация — 6,5 г/л.

После получения фонтана из скважины № 14 иссякли скважины №№ 8 и 10, так как скважина № 14 захватила все воды, поступающие по общей водопрводящей трещине. Скважина

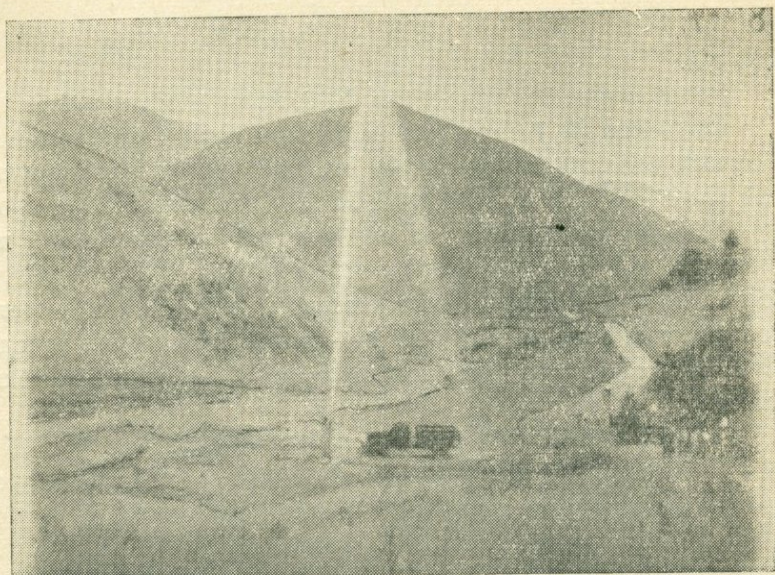


Рис. 8. Фонтан из скважины № 14.

№ 14 расположена восточнее скважин №№ 8 и 10, вышеуказанное пересыхание этих скважин еще раз подтверждает наше представление о подтоке основной струи минеральной воды с востока.

В августе 1953 г. в северо-восточной части с. Анкаван, на левом берегу р. Мармарик, была пробурена скважина № 18. Забой скважины — 50 м. Получен небольшой приток минеральной воды с отрицательным уровнем, температура 27°C.

### МАРМАРИКСКАЯ ГРУППА ИСТОЧНИКОВ

**Источник № 14.** Выходит несколькими группами у левого берега реки и в самой реке. Здесь же, вдоль берега реки, обнажается красновато-коричневый конгломерат, выходы которого, начиная отсюда, почти сплошным покровом (с небольшими перерывами) протягиваются на расстоянии 0,5 км вниз по течению реки. Во всех выходах, прослеженных ниже, конгломерат почти всегда сопровождается пластами арагонита, залегающего под ним.

Здесь, на протяжении 15 м, арагонит отсутствует. Источник выходит из трещины в конгломерате с пад  $205^\circ \angle 60^\circ$ . Вода источника кислотоватого вкуса, прозрачная, бесцветная, без запаха, в ней обильно происходит отделение углекислоты. Температура воды источника  $20,9^\circ\text{C}$ . Дебит источника можно считать равным  $\sim 0,2$  л/сек. По химическому составу вода источника гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —27,67%,  $\text{Cl}^-$ —19,76%), натриево-кальциевая ( $\text{Na}^+$ —27,76%,  $\text{Ca}^{++}$ —15,10%), содержит сухого остатка 1,1 г/л.

Ниже выхода источника № 14 начинается сплошной покров конгломерата. Он захватил, в основном, правый берег, участками доходит до середины реки и только в одном пункте выступает и на левом берегу; прослеживается на протяжении 125 м. В конгломерате почти повсеместно пробиваются минеральная вода и углекислый газ. Чем дальше к востоку, тем все большим становится в цементе конгломерата процент известковистого вещества. Участками на конгломерате прослежены образования арагонита весьма причудливой формы, площадью до 0,5 кв. м, видны и небольшие жерлочки каналов, очерченные арагонитом. Повидимому, здесь когда-то выходили минеральные источники. В нескольких местах наблюдаются пропитывание конгломерата охристым веществом и свежее отложение извести и охры из небольших струек просачивающейся минеральной воды. На 95-м метре от начала выхода в конгломерате появляются уже выдержанные пропластки арагонита, пока мощностью до 1 см. Затем мощность арагонита начинает возрастать и к концу выхода у правого берега и по дну реки прослеживаются пласты арагонита мощностью до 0,5 м. На 125-м метре выходы конгломерата и арагонита обрываются.

На 140-м метре от источника № 14 вниз по течению реки, снова по дну реки, а затем и по левому берегу, начинают прослеживаться пласты арагонита. Выход протягивается на 55 м. Отдельные пласты арагонита мощностью до 2—4 см залегают почти горизонтально с незначительным уклоном на ЮВ  $160^\circ \angle 15-20^\circ$ . Здесь, как по правому, так и по левому берегу, на арагоните небольшими участками выступает конгломерат. Видимо, сплошной покров конгломерата, залегавший на арабо-

ните, был здесь размыт и сохранился по берегам отдельными пятнами.

По левому берегу реки, в самом начале вышеописанного сплошного обнажения арагонита, выходит **источник № 15**. В заболоченной яме размером  $11 \times 2$  м, отделенной от реки естественным земляным молом, выделяются пузырьки газа, и по всей площади выхода происходит сильное бурление. Выход воды приурочен к темносерому конгломерату, цемент которого, в основном, известковый. Здесь же у источника залегают и травертин, сцементировавший отдельные речные гальки. Над выходом источника ясно прослеживается контакт этого травертина с конгломератом под контактом  $70 \angle 70^\circ$ .

Вода источника чистая, прозрачная, кислого вкуса. Дебит источника равен  $\sim 0,2$  л/сек. Средняя температура воды источника  $16,5^\circ\text{C}$ . Вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —26,53%,  $\text{Cl}^-$ —21,48%), натриево-кальциевая ( $\text{Na}^+$ —24,63%,  $\text{Ca}^{++}$ —20,22%), содержит сухого остатка 2,17 г/л

За источником № 15 вниз по течению реки местами под речными наносами и по дну реки наблюдаются пласты арагонита. У обоих берегов в реке происходит обильное отделение пузырьков углекислого газа и связанной с ним минеральной воды. На расстоянии 80 м от источника № 15, на правом берегу, у подножья склона, выходит **источник № 16**. В заболоченной яме, размером  $25 \times 3$  м пробивается минеральная вода и происходит обильное отделение углекислого газа. Вода кислого вкуса, прозрачная, бесцветная. Грязь густо черного цвета, глинистая. Дебит источника  $\sim 0,3$  л/сек. Средняя температура воды источника  $22,7^\circ\text{C}$ . По химическому составу вода источника гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —26,96%,  $\text{Cl}^-$ —21,44%), натриево-кальциевая ( $\text{Na}^+$ —28,39%,  $\text{Ca}^{++}$ —15,50%), содержит 2,25 г/л сухого остатка. Источник № 16 выходит у подножья травертинового щита площадью  $80 \times 30$  м и высотой 7—8 м.

На расстоянии 15 м от источника № 16 выше по склону прослежен еще один такой же выход минеральной грязи.

Под выходом источника № 16 вдоль берега снова начинается выход конгломерата. Он почти на всем своем протяжении узкой каемкой прижат к правому берегу, а по дну реки про-

слеживаются белые пятна арагонита. В конгломерате у берега просачивается минеральная вода и отделяется углекислый газ. Даже у левого берега, сложенного здесь наносами, выбиваются пузырьки газа.

На расстоянии 100 м ниже источника № 16 левый берег прорезается узким ущельем горного ручья Алтунтахт. Здесь проходит узел нарушений и именно к нему приурочены наиболее значительные и тесно сгруппированные выходы минеральных источников №№ 18, 17 (17а и 17б), 9 (9а), 6,5,20 (20а и 20б). Источники №№ 17, 6 и 20 (а, аб и б) вызваны нарушением простирания 20—200°, ясно прослеженным и проходящим через названный нами Главным выходом арагонита на правом берегу. Выходы источников №№ 17 и 18 сопряжены с нарушением, совпадающим по простиранию с направлением ущелья Алтунтахт (простирание 130—310°). Источник № 17 выходит на пересечении указанных нарушений. Источники №№ 9 и 5 приурочены к главному Мисханскому разлому.

**Источник № 17** находится на пересечении двух нарушений. Выходит на расстоянии 120 м от источника № 16 вниз по течению на том же правом берегу р. Мармарик.

На расстоянии 50 м от реки и на высоте ~ 5 м над рекой прослежен выход травертина с включениями и прослоями арагонита. Травертин выходит на небольшом бугорке, заросшем мхом и травой, высотой 9—10 м, длиной вдоль реки 30 м и такой же ширины. Бугорок представляет собою травертиновый купол. Пласты травертина имеют падение 290 ∠ 20°. Под ними слышен сильный подземный гул воды. У подножья травертинового купола сочится вода и затопляет площадку по окружности диаметром 25 м. По всей этой площади происходит обильное отделение пузырьков углекислоты и стоит густая вязкая грязь.

В том месте, где под выходом травертина слышен подземный гул воды, травертиновый покров был вскрыт на глубину до 1 м, в результате чего была выведена наружу небольшая струйка воды дебитом 0,01 л/сек., температурой 14,9°С. Дебит воды оказался мал, и подземный гул может быть объяснен, вероятно, только лишь сильным выделением углекислого газа. Основной приток воды находится на большей глубине.

Вода кислого, приятного вкуса, прозрачная, без запаха, очень насыщена углекислотой, по своему течению интенсивно образует охристый налет, местами известковую корку. Ни один из источников в районе не образует в таком обилии железистых отложений. Предполагаемый общий дебит, учитывая просачивание воды на заболоченной площади, можно считать равным  $\approx 40\ 000$  литров в сутки.

По химическому составу вода хлоридно-гидрокарбонатная ( $\text{Cl}' - 24,67\%$ ,  $\text{HCO}_3' - 23,33\%$ ), натриево-кальциевая ( $\text{Na}'' - 30,4\%$ ,  $\text{Ca}'' - 14\%$ ), содержит сухого остатка 5,18 г/л.

**Источник № 17а.** Над источником № 17 выходит небольшой струйкой минеральная вода, дающая по своему течению бросающиеся в глаза железистые отложения. Вода на вкус кислотная, температура  $13,8^\circ\text{C}$ , по химическому составу гидрокарбонатная ( $\text{HCO}_3' - 47,44\%$ ), кальциево-магниевая ( $\text{Ca}'' - 29,97\%$ ,  $\text{Mg}'' - 16,89\%$ ), содержит сухого остатка 1,55 г/л.

**Источник № 17б.** Ниже источника № 17 в направлении СВ:  $20^\circ$  (по тому же нарушению), на расстоянии 15 м от открытого выхода воды № 17, был слышен сильный подземный гул. Здесь склон задернован. Во время расчистки стал с шумом выбиваться углекислый газ. Грунт представлен очень вязкой серой глиной. В ней встречаются отдельные остроугольные обломки лейкократовых гранитов. После расчистки до глубины 0,5 м в шурфе начала очень медленно подниматься вода и остановилась на уровне 0,3 м от поверхности. В воде происходит чрезвычайно бурное выделение углекислого газа. Долгое пребывание в районе источника вызывает легкое отравление. Вода источника, сопровождающая выход углекислого газа, гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3' - 25,5\%$ ,  $\text{Cl}' - 21,7\%$ ), магниевое-кальциево-натриевая ( $\text{Mg}'' - 17,3\%$ ,  $\text{Ca}'' - 13,3\%$ ,  $\text{Na}'' - 13,9\%$ ), содержит сухого остатка 1,59 г/л. Видимо, так же, как и вода источника № 17а, сильно разбавлена пресной водой. Температура воды  $15,2^\circ\text{C}$ .

От источника № 17 вниз по течению реки прослеживаются по правому склону еще три таких же бугорка. Они лишены заметных выходов воды и газа.

Непосредственно под источником № 17 по правому берегу

выходит тот же конгломерат. Продолжается выход 35 метров. В конгломерате на протяжении около 3 метров в нескольких местах наблюдается значительное просачивание минеральной воды. То же наблюдается и в самой реке, у берегов. Здесь же, под источником № 17, на высоте 1,5 м над выходом конгломерата и на протяжении около 4 м, травертиновый покров плащом покрывает берег реки. Видимо, здесь когда-то растекалась по склону минеральная вода.

Против источника № 17 в направлении СЗ  $310^\circ$ , на противоположном левом берегу, на склоне у подножья большого травертинового щита, выходит на том же нарушении источник № 18. Травертиновый щит источника № 18 находится на расстоянии  $\sim 60$ — $70$  м от реки и на высоте 2 м над рекой. Морфологически представляет собою небольшой холм площадью  $50 \times 40$  м, высотой 9—10 м. Сложен древними и современными травертиновыми отложениями. У подножья его обнаружена минеральная грязь густо черного цвета, местами покрытая белой известковой коркой. В ней сочится минеральная вода и выделяются пузырьки углекислого газа. Приток воды очень небольшой. По химическому составу вода источника гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —25%,  $\text{Cl}^-$ —22,8%), натриево-кальциевая ( $\text{Na}^+$ —33,3%,  $\text{Ca}^{++}$ —14,2%), содержит сухого остатка 5,2 г/л. Температура воды  $17,8^\circ\text{C}$ .

Здесь же, под травертиновым щитом источника № 18, на левом берегу реки, обнаружены еще травертиновые отложения, служащие, вероятно, продолжением этого щита. Пласты травертина нависают над рекой с пад  $350 \angle 25^\circ$  на протяжении 20 м. У подножья их в реке обильно отделяются пузырьки углекислого газа.

После травертинового купола источника № 18 по левому берегу реки, вниз по ее течению, на протяжении 40 м отсутствуют какие-либо выходы. На этом участке минеральная вода и газ выделяются только по правому берегу и по середине реки. За исключением источника № 18, какие-либо выходы отсутствуют и по ручью Алтунтахт, впадающему в р. Мармарик 20 метрами ниже вышеописанных травертиновых отложений.

После ручья Алтунтахт вниз по течению реки, в самой реке у ее левого берега, выходит наиболее мощный в районе источник № 9 и над ним на берегу источник № 5.

**Источник № 9** выходит в русле реки и ежегодно после весенних паводков отгораживается от реки каменной кладкой и дерном. Искусственный бассейн площадью  $2,5 \times 1,5$  м примыкает к левому берегу реки. Глубина воды в нем 0,5 м. Источник бьет ключом с большой силой и с обильным отделением углекислого газа; бьет со дна бассейна из открытой трещины (30 см) в конгломерате. Трещина очень глубокая. Уходит под берег с пд  $170 \angle 15^\circ$ . Дно бассейна покрыто железистыми отложениями источника яркооранжевого цвета.

Вода насыщена углекислым газом, теплая, неприятного, кисло-соленого вкуса, вязущая, прозрачная, без запаха. Дебит источника равняется в среднем 2,3 л/сек. Температура воды источника  $24,6^\circ\text{C}$ . По химическому составу вода хлоридно-гидрокарбонатная ( $\text{Cl}'$ —26,7%,  $\text{HCO}_3'$ —20,34%), натриевая ( $\text{Na}'$ —30,49%), содержит сухого остатка 7,99 г/л.

Немного ниже источника № 9 в реке хорошо заметна еще одна мощная струя минеральной воды, по дебиту, вероятно, не уступающая источнику № 9. Отмечена как выход № 9а. Ниже ее по течению примерно на 1 м и ближе к правому берегу прослежены еще два выхода воды меньшего дебита. На этом участке дебит минеральной воды настолько велик, что даже изменяется химический состав речной воды (см. ниже). Однако река, покрывая эти выходы, затушевывает картину.

**Источник № 5** выходит на левом берегу над источником № 9, в непосредственной близости к нему. На высоте 2 м над рекой на горизонтальной площадке находятся две небольшие ямы с черной минеральной грязью.

Место низкое, травянистое, после дождей здесь долго застаивается вода. Вокруг ям почва постоянно заболочена на площади  $16 \times 12$  м. Грязь густая, вязкая. Дебит воды в среднем равен 0,2 л/сек. Средняя температура воды  $21^\circ\text{C}$ . Отделение углекислого газа в воде очень незначительное. По химическому составу вода источника гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3'$ —28,9%,  $\text{Cl}'$ —16,5%), натриево-кальциевая ( $\text{Na}'$ —24,1%,  $\text{Ca}''$ —19,3%), содержит сухого остатка 0,8 г/л.

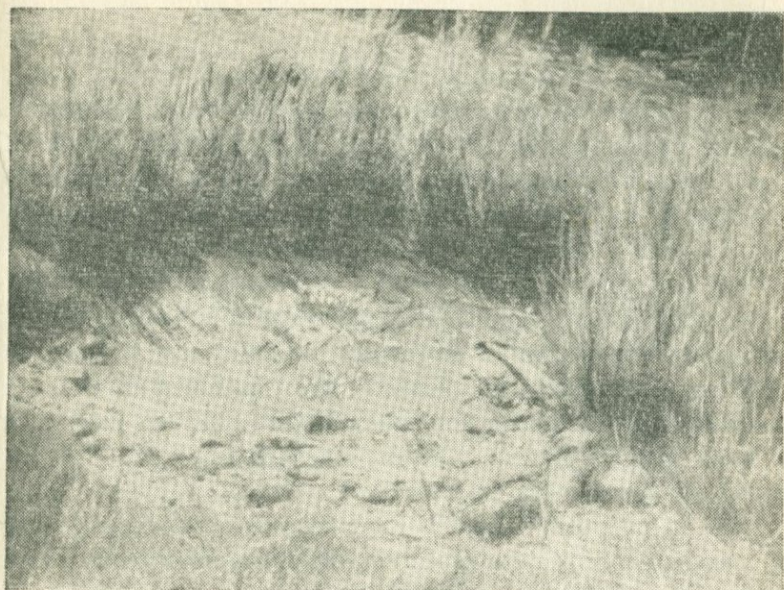


Рис. 9. Источник № 5.

Грязи источника № 5 образовались благодаря небольшим выходам минеральной воды, все время увлажняющим глинистую почву. Минеральная вода смешивается с речной и дождевой, чем и объясняется слабая минерализация этой воды. По годам дебит минеральной воды увеличивался.

Здесь же, по правому берегу реки, на протяжении 100 м прослеживается интересная серия отложений. Вначале это очень небольшие выходы конгломерата, сопровождающиеся выходами минеральной воды и газа, как в реке у берега, так и в конгломерате. Образуя на конгломерате охристые и известковые отложения, минеральная вода сама закрывает свои выходы. Дебит ее заметно увеличивается, даже при самой поверхностной расчистке. Ниже по течению обнажается в наносах пласт оранжево-красной очень пластичной глины, в которой выходят источники №№ 20б, 20аб и 20а. Затем выходит источник № 20 у самого подножья мощного купола, образованного переслаиванием арагонита и конгломерата и названного нами Главным выходом арагонита.

После расчисток источников №№ 20, 20а и 20б обнаружены в пластичной оранжево-красной глине причудливые конкреции арагонита.

**Источник № 20** выходит в арагоните у подножья Главного выхода. Дебит очень незначительный, до 0,06 л/сек. Вода прозрачная, бесцветная, кислого вкуса. Температура воды 19,4°C. Пузырьки газа выбиваются периодически, и периодически же происходят выбросы газа и воды. Стенки каналов, по которым течет минеральная вода, сложены арагонитом, желтоватым, полупрозрачным, скорлуповатым с охристым налетом. Каналы очень причудливой формы. На арагоните местами видны натеки желтого травертина, что говорит об изменении условий образования отложений, в основном об охлаждении воды. По химическому составу вода источника № 20 гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —24,2%,  $\text{Cl}^-$ —23,8%), натриевая ( $\text{Na}^+$ —29,3%), содержит сухого остатка 6,9 г/л.

Источник был вскрыт 13 августа и 3 сентября уже закрылся с поверхности известковыми и охристыми отложениями. Такова быстрота их образований.

**Источник № 20а** обнаружен в 1,5 метрах от источника № 20 вверх по течению реки, на одном уровне с рекой, в виде небольшого просачивания воды в грунте. После расчистки вскрыт источник, аналогичный источнику № 20. Выходит в оранжево-красной глине, изобилующей конкрециями арагонита. Температура воды 18,6°C. Дебит незначительный. Вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —25,8%,  $\text{Cl}^-$ —22,3%), натриевая ( $\text{Na}^+$ —34,67%), содержит сухого остатка 6,95 г/л.

В 1,5 м от источника № 20а вверх по течению реки вскрыт источник № 20б и между ними источник № 20аб. Температура воды источника № 20б 21,8°C. Дебит незначительный. По химическому составу вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —25,1%,  $\text{Cl}^-$ —23,1%), натриевая ( $\text{Na}^+$ —34,6%).

Все три источника являются, безусловно, одной струей минеральной воды.

По химическому составу они идентичны, но разнятся по температуре.

За выходами этих источников (ниже по течению) начинается по правому берегу так называемый Главный вы-

ход арагонита, который представляет собою купол, образованный пластами арагонита, переслаивающимися с конгломератом.

В осевой части этого купола проходит нарушение. Длина купола 60 м. Первая половина его до разлома сложена следующими образованиями: в самом низу — пласты яркой оранжево-красной глины с причудливыми конкрециями арагонита; выше прослеживается по дну реки и по берегу пласт конгломерата; ниже по течению на нем залегают пласты арагонита общей мощностью до 2 м под  $280 \angle 15^\circ$ .

Пласты арагонита снизу начинаются тончайшим переслаиванием их с конгломератом и желто-зеленой глиной. Видимо, конгломерат и арагонит образовывались одновременно. Выше в пласты арагонита вклинивается конгломерат наибольшей мощностью 0,3—0,4 м. Еще ниже по течению реки прослеживается на протяжении 4 м нарушенная перемятая зона, после которой начинается вторая половина выхода.

Вторая половина выхода снизу начинается арагонитом, в котором видны следы галек. Кверху он тончайшим переслаиванием переходит в нижний конгломерат. Вообще по всему Главному выходу переходы от арагонита к конгломерату и обратно выражены тончайшим переслаиванием и взаимопроникновением. Над нижним конгломератом залегают пласты арагонита и над ними верхний конгломерат, пестрый, мощностью 0,5 м. Подобного ему в первой половине выхода не наблюдалось. В его цементе отсутствует темнокрасная затвердевшая глина, которая встречается в большом количестве во всех остальных пластах конгломератов Главного выхода. В средней части купола этот конгломерат выходит на высоте 3 м над рекой; через 30 м вниз по течению реки уходит под урез речной воды и здесь же, на левом берегу, обнажается конгломерат источника № 6. Падение конгломерата к реке совпадает с направлением нарушения, на котором находятся источники №№ 6 и 17.

После окончания Главного выхода арагонита по правому берегу вниз по течению совершенно прекращаются выходы минеральной воды и отсутствуют ее отложения.

По левому берегу, наоборот, отсюда начинается довольно

мощная серия этих же отложений. У берега реки выступает на протяжении 40 м покров арагонита общей мощностью 0,5 м. Падение арагонита  $120 \angle 20^\circ$ . Сверху над ним и снизу залегает конгломерат. У выхода источника № 6 конгломерат достигает мощности 2 м, и в нем выделяются очень крупные валуны пород. Выход источника № 6 находится на продолжении сброса, проходящего через источник № 17 и Главный выход арагонита. Приурочен к пологому контакту арагонита с конгломератом, который тянется вдоль левого берега и уходит под берег. Падение контакта  $75 \angle 5^\circ$ .

**Источник № 6** выходил в самой реке, близко к ее левому берегу. Вода фонтаном подбрасывалась вверх. Высота выброса достигала 0,5 м над уровнем воды в реке. Выбросы происходили равномерно и сопровождалась сильным подземным гулом. Вода выбрасывалась из открытой трещины в арагоните с пд  $140 \angle 20^\circ$ . Отгородить выход от реки было очень трудно. Средний дебит источника № 6 по характеру его выхода можно было принять равным среднему дебиту источника № 9, т. е. около 2,3 л/сек. В настоящее время заглух после проходки шурфа № 6 в связи со взрывными работами.

За источником № 6 вниз по течению выход арагонито-конгломератового комплекса продолжается еще на 25 м. Покров чистого арагонита прослеживается по левому берегу на полосе шириной 1,5 м. Покров захватывает и одну треть реки. Мощность арагонита 20—30 см. Подошва пластов не обнажается. Покров залегает почти горизонтально, имея чуть заметное падение в сторону реки  $135 \angle 10-12^\circ$ . Простирается вдоль течения реки. Этим покровом арагонита заканчиваются по левому берегу выходы арагонито-конгломератового комплекса, если не считать еще двух небольших выходов своеобразного травертино-конгломерата — первый на расстоянии 50 м, а второй на расстоянии 70 м от окончания арагонитового покрова.

В 1948 г. геолого-разведочной экспедицией Арм. геол. управления для разведки арагонита в районе Мармарикской группы источников было заложено 5 шурфов. Шурф 15/16 был заложен на правом берегу р. Мармарик у источника № 16. Шурфы 20/1 и 20/2 были заложены на Главном выходе арагонита у 20-х

источников. Шурф 20/17 был заложен между источниками №№ 20 и 17. Шурф 6 был заложен на выходе конгломерата над источником № 6 (нумерация шурфов наша).

**Шурф 15/16** пройден до глубины 1,5 м. Вскрыты последовательно 1 м крепкого известкового конгломерата и 0,5 м арагонита, вскрыт небольшой приток минеральной воды температуры 16°C. Углекислый газ отсутствует.

По химическому составу вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —24,3%,  $\text{Cl}^-$ —23,5%), натриевая ( $\text{Na}^+$ —34,7%,  $\text{Ca}^{++}$ —12,6%), содержит сухого остатка 4,8 г/л.

**Шурф 20/1** пройден до глубины 3 м. Из всех пройденных в районе шурфов этот единственный не вскрыл притока минеральной воды. Ввиду сильного притока углекислого газа работы велись только в противогазах. Вскрыта оранжево-красная глина, сверху песчанистая с включениями речных галек, внизу пластичная с причудливыми конкрециями арагонита.

**Шурф 20/2** пройден до глубины 2 м 80 см. Последовательно вскрыты: оранжево-красная глина с обильными включениями галек, мощностью 50 см; синевато-серая песчанистая глина с пд 34  $\angle$  15°, мощн. 30 см; оранжево-красная мягкая пластичная глина с причудливыми конкрециями арагонита, достигающими значительных размеров, мощность пласта глины 2 м. Вскрыт небольшой приток минеральной воды и углекислого газа. Температура воды 16°C. По химическому составу вода хлоридно-гидрокарбонатная ( $\text{Cl}^-$ —26,5%,  $\text{HCO}_3^-$ —21,2%), натриевая ( $\text{Na}^+$ —34,8%), содержит сухого остатка 4,24 г/л.

**Шурф 20/17** пройден до глубины 2 м 80 см. Вскрыты последовательно: почвенный слой мощностью 80 см; вязкая серая глина с редкими остроугольными обломками лейкократового гранита, по типу очень напоминающая глину, вскрытую у источника № 176, мощностью 1 м; серый речной песок с речной галькой пд 0  $\angle$  3—4°, мощностью 1 м. Вскрыт приток минеральной воды и очень большой приток углекислого газа, вызывавший отравление у спускающихся в шурф. Температура воды 14°C. По химическому составу вода хлоридно-гидрокарбонатная ( $\text{Cl}^-$ —23,8%,  $\text{HCO}_3^-$ —23%), натриевая ( $\text{Na}^+$ —32,3%), содержит сухого остатка 2,2 г/л.

**Шурф 6** пройден до глубины 1,8 м. Вскрываются последовательно: крепкий конгломерат мощи 0,5 м, заохренный песок с крупной галькой, мощи 1 м; полупрозрачный, зеленоватый арагонит мощи 0,3 м; крепкий конгломерат с мелкой галькой. Вскрыт сильный приток минеральной воды — в шурфе происходило бурное фонтанирование с обильным отделением углекислого газа. По химическому составу вода хлоридно-гидрокарбонатная ( $\text{Cl}^-$ —25,9%,  $\text{HCO}_3^-$ —21,5%), натриевая ( $\text{Na}^+$ —38,1%).

Сильный приток воды и углекислого газа, вскрытый всеми шурфами, не позволил довести шурфы до проектных глубин. Вода и газ появлялись обычно с глубины 2—2,5 м. Таким образом, проходка шурфов показала, что основной приток воды находится на небольшой глубине, которая легко может быть достигнута мелким бурением. Повышенные части заняты углекислым газом, запасы которого колоссальны.

Как видно из вышеизложенного, все без исключения зарегистрированные нами крупные и мелкие выходы минеральной воды приурочены к руслу р. Мармарик, а отдельные проявления ее замечены и в самой реке, берега и дно которой сложены сплошным арагонито-конгломератовым покровом. Ввиду этого несомненный интерес представляет также и изучение речной воды. Нами были произведены замеры температуры вдоль левого берега реки через каждые 15 м, а также отобраны 5 проб речной воды на химический анализ. Замеры температуры речной воды позволили выделить участки, где температура ее поднимается, вследствие подтока теплой минеральной воды.

На графике (рис. 10) показано изменение температуры речной воды; наряду с плавным повышением, соответствующим нагреванию речной воды под солнцем в течение производства замера, выделяются отдельные пики резко повышенных температур. Они соответствуют участкам проявления минеральной воды. Наибольший пик соответствует участку, прилегающему к выходу источника № 9, где в реке наблюдается выделение многочисленных и мощных струй минеральной воды. Химический анализ речной воды произведен по пробам, взятым в 5 местах на равных расстояниях друг от друга. Проба РВ-1

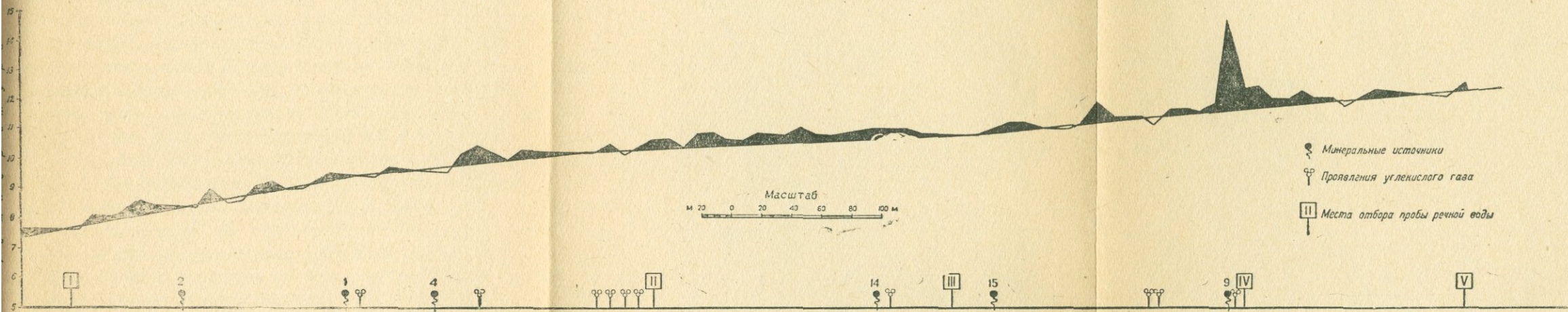


Рис. 10. График-профиль температуры речной воды вдоль левого берега р.Мармарик.



взята до выходов минеральной воды, вверх по течению реки; проба РВ-II — у выходов воды в с. Анкаван (Мисхана); проба РВ-III — между Мисханской и Мармарикской группами выходов; проба РВ-IV — в районе Мармарикской группы выходов за источником № 9 и проба РВ-V — вниз по течению уже за пределами выходов минеральной воды. Первые три анализа характеризуют речную воду как гидрокарбонатно-кальциевую, четвертый — как натриевую, хлоридно-гидрокарбонатную, имеющую поразительное сходство с водой источников №№ 9 и 17, только менее минерализованную, а пятый — как кальциевую, гидрокарбонатно-хлоридную. Все это подтверждает наличие в самой реке в районе Мармарикских источников очень крупных выходов минеральной воды, изменяющих и химический состав речной воды и ее температуру. Наиболее крупные из них, обнаруженные нами, это источники №№ 6, 9 и 9а.

В районе Мармарикских источников были заложены скв. №№ 3, 4 и 7. Скважина № 3 была пробурена на левом берегу р. Мармарик в районе источника № 18. Забой скважины 103,3, пересекла разлом на глубине 51 м. До глубины 17,83 м вскрыла конгломерат, сцементированный травертином, с глуб. 17,83—33,86 м безводные сланцы и с глуб. 33,86 — 103,3 м лейкократовые граниты. Вскрыла три притока минеральной воды: на глубине 12,5—13 м ( $T=18^{\circ}$ ,  $D=0,8$  л/сек.), 39—48 м ( $T=21,5^{\circ}$ ,  $D=5,6$  л/сек.) и 51 м ( $T=21,5^{\circ}$ ,  $D=14$  л/сек.). Скважина фонтанировала с большой пульсацией. Фонтанирование прекратилось после получения фонтана в скважине № 4.

Скважина № 4 пробурена на правом берегу р. Мармарик над Главным выходом арагонита, на пересечении нарушений I (Мисханский разлом) и III.

До 21,3 м скважина пройдена в конгломерате, от 21,3 до 50,9 м в гранитах. Остановлена на глубине 50,9 м. Первый приток был вскрыт на глубине 9,6 м с дебитом 0,12 л/сек. и с температурой  $18^{\circ}\text{C}$ . Второй приток был вскрыт на глубине 21,3—26 м с дебитом 30 л/сек. К 1.X.1952 г. дебит упал до 10,4 л/сек. Температура воды  $27^{\circ}\text{C}$ . По химическому составу вода натриевая ( $\text{Na}^+$ —40,7%), хлоридно-гидрокарбонатная ( $\text{Cl}^-$ —24,7%,  $\text{HCO}_3^-$ —22,54%), содержит сухого остатка 6,09 г/л.

В 1953 г. на левом берегу р. Мармарик Арм. геол. управлением была заложена скважина № 17. Был получен фонтан минеральной воды с колоссальным дебитом. По химическому составу вода источника гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —24,7%,

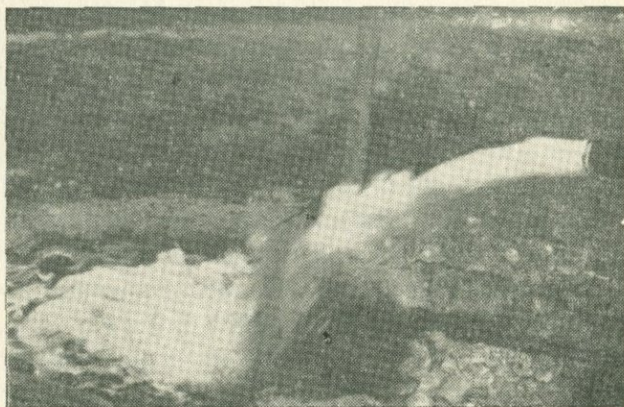


Рис. 11. Фонтан из скважины № 4.

$\text{Cl}^-$ —23,3%), натриево-кальциевая ( $\text{Na}^+$ —33,7%,  $\text{Ca}^{++}$ —13,3%), общая минерализация 6,5 г/л. Температура 32,5°C. Всего скважина прошла 121,8 м, вскрыв 5 притоков минеральной воды. Последний приток был встречен на глубине 83—85 м. С глубиной температура и дебит притоков повышались.

Резюмируя данные глубокого бурения в районе обеих групп выходов, можно сделать вывод, что воды на глубине идентичны по своему химическому составу и с глубиной закономерно возрастают как дебит, так и температура минеральной воды. Не исключена возможность, что на больших глубинах будет встречена и высокотермальная вода.

Нарастание температуры, как и изменение химического состава воды с глубиной (убывание кальция), говорит об очищении минеральной воды от примеси поверхностной уже на сравнительно небольших глубинах.

№№ скв.		10	8	7	4	3	14	17
Глубина скв. в м		40,1	54,9	97,8	50,9	103,3	70,9	121,8
I приток	глубина	6,5 м	7,3—12	11,2—12	9,6	12,5—13	7—17	12,5—14
	дебит	0,5 л/с	0,25	0,2	0,12	0,8	0,7	2
	температура	16,5°	14,5	16	18	18	16	20
II приток	глубина	21,6—24,9 м	15,9—17	28—30	21,3—26	39—48	23—27,9	29,8—30,6
	дебит	10 л/с	2,75	5	13	5,6	1,5	6
	температура	22,2°	24	22	27	2,5	20,5	21
III приток	глубина	—	24—25,2 м	—	—	51	37,2	48—53
	дебит	—	12 л/с	—	—	14	6,5	9
	температура	—	25,7°	—	—	21,5	27	31,8
IV приток	глубина	—	—	—	—	—	54,6—57 м	61,2—76
	дебит	—	—	—	—	—	15 л/с	20
	температура	—	—	—	—	—	34,5°	32
V приток	глубина	—	—	—	—	—	—	83—85 м
	дебит	—	—	—	—	—	—	10 л/с
	температура	—	—	—	—	—	—	32

## е) Отложения минеральных источников

Как видно из вышеизложенного, большинство выходов минеральных источников района сопровождается отложениями минеральных вод—карбонатом кальция в виде травертина и арагонита. В отложениях принимают участие гидрат окиси железа и очень незначительно кремневая кислота. Главнейшие типы отложений: травертин, железная охра и арагонито-конгломератовый комплекс, представленный переслаиванием арагонита и конгломерата с известковым цементом. В последнем, в основном, по характеру цемента, а отчасти и по окатанности и отсортированности материала выделяются 7 типов.

Травертиновые отложения образуют отдельные небольшого размера травертиновые купола, сопровождающие минеральные источники, и представляют собою крепкие пористые породы сероватого и кремово-желтого цвета. Минеральная вода выходит вдоль берега реки, и поэтому в травертине в изобилии встречаются речные гальки. Зачастую они доходят размерами до валунов диаметром 0,5 м. Следы растительных остатков почти отсутствуют.

Арагонито-конгломератовый комплекс отложений слагает русло реки в районе Мармарикских источников; образует почти сплошной покров, возвышающийся над уровнем реки в среднем не больше, чем на 1 м. Мощность комплекса не установлена. По данным А. А. Тер-Мартirosяна (87), мощность вскрытых

*Химический состав травертиновых отложений  
Мисханских минеральных вод*

№№ обр.	Место взятия	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Влага 105°С	п.п.п.
51	Ист-к № 4	0,74	нет	0,07	1,63	0,06	4,52	50,06	нет	43,16
50	Ист-к № 4	2,30	—	—	1,61	—	1,05	50,75	1,40	40,32
104	Ист-к № 18	5,10	—	—	2,82	—	0,63	47,50	1,12	41,00

во всех буровых скважинах «валунно-галечных отложений», сцементированных и несцементированных травертином, колеблется от 3,1 (скв. № 19) до 17,83 м (скв. № 3) и 21,3 м

(скв. № 4), что подтверждает отмеченное нами по поверхностным выходам увеличение мощности комплекса с запада на восток. В Главном выходе арагонита он имеет наибольшую мощность 3 м. Здесь же шурфы вскрыли еще 3 м этих же отложений, не дойдя до их подошвы. Сложен комплекс пластами арагонита и конгломерата, причем к востоку процент содержания арагонита, как в общем комплексе, так и в цементе конгломерата, постепенно увеличивается. В самом крайнем, западном выходе у источника № 14 залегает только конгломерат, и в цементе его отсутствует известковое вещество.

В крайнем, восточном выходе мы уже встречаемся с мощными пластами арагонита, и в конгломерате цементирующее вещество представлено почти исключительно арагонитом. Мощность всего комплекса возрастает к востоку.

Арагонит встречается в виде: 1) пачек отдельных мало-мощных пластов. Мощность пластов доходит до 2—4 см. Общая мощность пачек достигает 0,5 м; 2) скорлуповатых натеков на конгломерате весьма причудливой формы. Иногда они ясно очерчивают жерлочки отдельных каналов; 3) мало-мощных пропластков и включений в конгломерате; 4) цемента конгломерата; разновидность конгломерата с большим содержанием арагонита в его цементе названа нами арагонито-конгломератом; 5) причудливых конкреций в оранжево-красной глине в Главном выходе арагонита.

В пластах арагонит представлен белой лучистой разностью; встречаются и тончайшие, до 2 мм мощности, прослойки зеленоватого полупрозрачного арагонита. В покрове арагонита за источником № 6 и в шурфе 6 зеленоватый полупрозрачный арагонит залегает отдельными пропластками мощностью до 4—5 см, общей мощностью до 30 см. Верхняя поверхность этой пачки пластов несет на себе следы галек, смытых рекой.

В скорлуповатых натеках арагонит полупрозрачный, зеленовато-белый с включениями и со следами плоско-окатанных галек.

В пропластках и включениях в конгломерате арагонит полупрозрачный зеленоватых тонов.

В арагонито-конгломерате арагонитовый цемент составляет значительный процент породы. Часто он обволакивает

отдельные галечки, иногда очерчивает жерла небольших каналов.

Конкреции арагонита, обнаруженные в глине, весьма разнообразны, очень причудливых форм. Часть конкреций образована плотным арагонитом, желтоватым, полупрозрачным или же белым лучистой структуры. Другая часть образована белым арагонитом игольчатой структуры, очень хрупким. Размер конкреций — от 5 см до 1—2 м.

Наиболее часты длиной 10—20 см. Конкреции напоминают шляпку гриба, пальцы руки и др.; формы чрезвычайно разнообразны и не повторяются. Это — так называемые «каменные цветки».

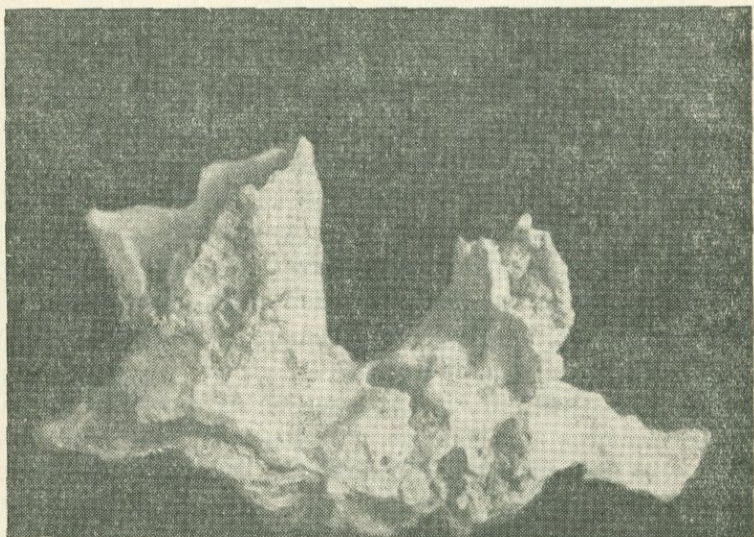


Рис. 12. Конкреция арагонита в глине.

Некоторые конкреции, обычно представленные белым очень плотным арагонитом, несут на поверхности следы галек. Зачастую встречаются и отдельные зацементированные в арагоните гальки. Этот арагонит, видимо, откладывался среди галек, в противоположность другим конкрециям, чрезвычайно причудливым и тонким, отложившимся в пластичной среде, в глине.

Конгломерат, залегающий с арагонитом в одном комплексе отложений, представлен 7 типами, отличающимися, в основ-

*Химический состав арагонита*

№№ проб	Место взятия	Характер арагонита	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Влага 105°С	п.п.п.
13/46	Источник № 3	бел. сахаровидн.	0,20	—	—	1,94	—	0,96	53,57	0,20	42,80
88	Р-н источников, правый берег	зеленоватый, полупрозрачный	0,46	—	—	3,56	—	3,29	40,12	0,60	39,84
31	Источник 20аб	конкреция	0,70	нет	0,15	0,50	0,06	нет	53,92	нет	42,52
10	Главн. выход	белый, скорлуповатый	0,26	—	—	3,97	—	0,38	44,01	1,08	41,12
12	Главн. выход	белый, лучистый	0,46	нет	0,41	1,34	нет	сл.	53,00	нет	43,30
96	Левый берег, за источниками	зеленый, полупрозрачный	0,26	—	—	3,97	—	3,38	44,01	1,08	41,12
108	Лев. бер., за ист.	белый, лучистый	0,62	—	—	0,67	—	нет	50,16	0,40	42,48

ном, по характеру цемента. В гальках всех типов этого конгломерата представлены все встречающиеся в районе породы, как-то: метаморфические сланцы, лейкократовые граниты, лавы, породы вулканогенной толщи эоцена и даже породы щелочного комплекса. Нами не обнаружены в гальках только лишь кварцевые диориты. Гальки в конгломерате — самых различных размеров, от долей сантиметра и до валунов, достигающих 1 м в поперечнике; окатаны, в основном, хорошо; изредка встречаются и плохо окатанные. Повсюду в распределении материала чувствуется некоторая отсортированность. Крупные гальки занимают верхнее положение, книзу размеры галек уменьшаются и постепенно доходят до долей сантиметра. Большие гальки окатаны лучше мелких. Очень редко участками встречаются и совсем неокатанные остроугольные обломки.

I тип конгломерата это, скорее, травертин с зацементированными в нем сравнительно редкими мелкими и крупными речными гальками и валунами. Травертиновый цемент составляет значительный процент породы. Встречен этот тип конгломерата в травертиновых куполах источников №№ 4 и 16, у выхода источника № 15, под источником № 18 над рекой вместе с чистым травертином.

II тип конгломерата встречен, в основном, у выхода источника № 14. Цементом служит окремненное вещество оранжево-красного цвета. Участками оно составляет преобладающую часть породы, и тогда заметны в нем отдельные маломощные пропласточки, черные, желтые и оранжевые. Это та же, но окремненная оранжево-красная глина, пропитанная железистыми отложениями, что залегает в основании Главного выхода арагонита у 20-х источников.

*Химический состав окремненного цемента конгломерата II типа*

№№ обр.	Место взятия	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Влага при 105°С	п.п.п.
53	Источник № 14	71,14	сл.	3,64	14,11	сл.	сл.	1,32	3,61	5,32

Цемент этого типа конгломерата с HCl не вскипает. Этот тип не сопровождается арагонитом.

Таким образом, I и II типы конгломерата по содержанию

в них карбоната кальция являются противоположными и крайними в ряду.

III тип конгломерата—серого цвета с большим количеством темных, блестящих, хорошо окатанных, буквально отполированных галек и валунов до 0,5 м в диаметре, иногда выступающих над общей поверхностью покрова. Цемент конгломерата кремнистый. Процент известкового вещества незначительный. Этот тип конгломерата имеет небольшое развитие по площади. Он слагает весь правый берег, за исключением Главного выхода арагонита, сложенного IV и V типами. Кроме того, он залегает на левом берегу реки, между источниками №№ 14 и 15 и ниже по течению за источником № 15.

IV тип конгломерата такой же, как и III, но заохренный, темнокрасного цвета. Залегает над источником № 15 и в Главном выходе арагонита.

Здесь же залегает и конгломерат V типа, такой же заохренный, как и IV, но с большим содержанием арагонита в цементе. В этом конгломерате множество мелких галек оторочено арагонитом. Наблюдаются жерла каналов, образованные арагонитом — бывшие выходы воды. Такой конгломерат залегает и над источником № 6.

Здесь же, над источником № 6, залегает и конгломерат VI типа. Известковым веществом зацементированы совершенно неокатанные остроугольные обломки. Ниже источника № 6 над арагонитом залегает конгломерат среднего типа между I и V. В цементе много травертина, но много и кремнистого вещества.

VII тип конгломерата выступает по левому берегу реки, за Мармарикскими источниками, вниз по течению реки. Остроугольные, совсем неокатанные гальки, скорее всего просто обломки пород, зацементированы белым, известковым, слегка охристым веществом. Над последним выходом арагонита по левому берегу залегает конгломерат, близкий по типу к V.

Следует еще раз отметить, что, несмотря на различие в своем составе, покров конгломерата протягивается непрерывной полосой. Повсеместно он сопровождается в реке и по берегу выходами минеральной воды и углекислого газа. Во всем комплексе отложений прослежено тончайшее переслаивание и взаимопроникновение конгломерата и арагонита, которое выражается в присутствии пропластков арагонита в конг-

ломерате, в оболочивании арагонитом галек конгломерата, в присутствии арагонита в цементе конгломерата и в наличии следов галек, а зачастую и самих галек в пластах арагонита.

Кроме отложения карбоната кальция, Мисхано-Мармарикские минеральные воды обильно отлагают железную охру. Иногда гидраты окиси железа окрашивают арагонит и травертин в оранжевый цвет. Иногда же они осаждаются в виде шлама, окрашенного в желтый, оранжево-красный и даже черный цвета. Таковы эхристые отложения, обычно отлагающиеся у источников №№ 17 и 20 (а, аб и б) и закрывающие их выходы. Они же окрашивают в оранжево-красный цвет бассейн источника № 9. Они же пропитывают глину, залегающую вдоль разлома и выступающую на дневную поверхность у подножья Главного выхода арагонита. Благодаря им глина приобретает оранжево-красную окраску.

Обе группы минеральных источников сопровождаются образованиями минеральных грязей. Таковы заболоченные площади значительных размеров у источников №№ 18, 17, 16, 15 и 5 и самостоятельные выходы грязей вдоль правого берега, именованные нами №№ 22, 24 и 25. Грязь — густо черного цвета с синеватым оттенком, глинистая, с запахом  $H_2S$ . По мнению специалистов Центрального физиотерапевтического института Армянской ССР, эта грязь имеет ценные терапевтические свойства.

*Химический состав железистых отложений источников*

№№ обр.	Место взятия	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Влага 15°С	п.п.п.
3	Отложения источ. №19	3,20	сл.	5,59	35,31	сл.	сл.	0,84	20,10	34,98
16	Отложения источ. №17	11,48	—	—	29,71	—	3,00	20,59	—	28,76
44	Отложения источ. №9	16,66	—	—	29,86	—	2,92	16,48	—	27,84
43	Отложения источ. №20	41,36	—	—	13,00	—	4,72	15,52	—	16,28
23	Глина у ист. №20а	29,76	0,22	13,33	28,90	0,06	4,50	2,94	7,11	13,23
26	Глина у ист. №20б	29,74	сл.	12,13	37,32	0,47	сл.	3,06	11,11	11,46

Удельн.	Влажн.	Зольность	Органич. вещество	H <sub>2</sub> S	Сухой остаток	Cl'	SO <sub>4</sub> "	Засоренность
1,219	67,14	26,75	5,09	0,024	0,113	0,0175	0,07	7,768
1,459	46,68	45,06	5,605	0,12	0,475	0,063	0,16	27,24
1,370	49,55	42,50	7,04	0,13	0,440	0,072	0,173	18,06
1,474	42,40	50,08	6,22	0,066	0,706	0,046	0,22	8,05

### ж) Химическая характеристика минеральных вод

Химически воды отдельных источников Мисхано-Мармарикского месторождения несколько отличаются друг от друга, но в общих чертах они близки, и приводимые анализы позволяют отнести их к гидрокарбонатно-хлоридным, натриево-кальциевым водам с содержанием в большом количестве свободной углекислоты. В составе анионов преобладающими компонентами являются Cl' и HCO<sub>3</sub>'. Очень незначительно содержание SO<sub>4</sub>". В составе катионов преобладают Na<sup>+</sup> и Ca<sup>++</sup>. Содержание Mg<sup>++</sup> очень небольшое. В водах буровых скважин содержание кальция убывает, и воды относятся уже к гидрокарбонатно-хлоридным, натриевым.

Для выявления закономерностей изменения химического состава вод нами был составлен ряд графиков. Из построений были вычеркнуты источники №№ 17а, 17б и 5, где примесь пресной воды очень велика.

График-профиль составлен вдоль русла реки по выходам наиболее характерных источников.

На профиль нанесено по источникам содержание отдельных компонентов химического состава вод в мг/эквивалентах. Составлены отдельные профили: 1) для катионов и 2) для анионов.

В Мисханской группе наибольший сухой остаток имеют воды источников №№ 3 (5,76 г/л), 2 (6,72 г/л), 4 (5,54 г/л). Наименьший сухой остаток имеют источники №№ 13 (0,46 г/л) и 23 (0,58 г/л). К востоку минерализация вод падает. Для

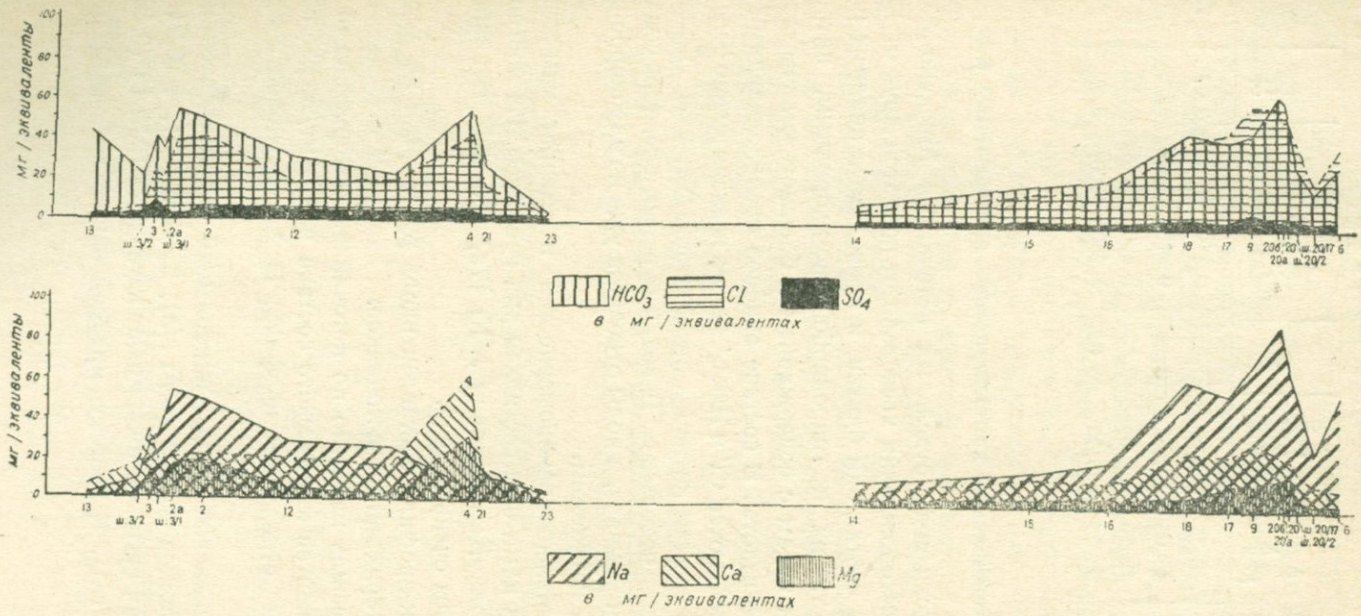


Рис. 13. График-профиль вдоль р. Мармарик по химическому составу Мисхано-Мармарикских минеральных вод.

Мармарикской группы замечается строго закономерное увеличение минерализации вод с запада на восток от 1,1 (источник № 4) до 7,99 г/л (источник № 9) через промежуточные значения. В водах буровых скважин минерализация также увеличивается с запада на восток от 3,47 (скважина № 10) до 6,09 г/л (скважина № 4) при почти равных глубинах притока от 23 до 30 м (данные лаборатории ИГН АН Армянской ССР). По данным лаборатории Института курортологии и физических методов лечения Армянской ССР, наблюдается та же закономерность: минерализация вод в буровых скважинах повышается с запада на восток: скважины № 10—3,5 г/л, № 8—5,4—5,8 г/л, № 7—4,2 г/л, № 14—6,5 г/л, № 17—6,4—6,9 г/л, № 4—6,4—6,9 г/л.

В Мисханской группе источников наибольшее количество натрия содержится в воде источника № 2 (47,8 мг/экв.). От него к югу и к востоку содержание натрия в водах источников падает. В водах буровых скважин содержание натрия выше, чем в источниках и колеблется от 54,32 мг/экв. (скважина № 10) до 68,21 мг/экв. (скважина № 8).

Для Мармарикской группы содержание натрия последовательно увеличивается с запада на восток от 10,3 мг/экв. в источнике № 14 до 91,9 мг/экв. в источнике № 206. В воде буровой скважины № 4 содержание натрия достигает 96,09 мг/экв.

Для содержания кальция подтверждается та же закономерность. Но здесь, в Мисханской группе источников, в районе источника № 4 наблюдается некоторое отступление от общего положения. Здесь выделяется пик по резко увеличенному в источнике № 4 содержанию кальция (62,3 мг/экв.). В водах буровых скважин кальций убывает до 8,78 мг/экв. (скважина № 8) — 13,17 мг/экв. (скважина № 7).

Для Мармарикской группы источников содержание кальция увеличивается к востоку от 5,6 мг/экв. в источнике № 14 до 33,7 мг/экв. в источнике № 9 через промежуточные значения. Наименьшее содержание кальция в источнике № 13—6,4 мг/экв., № 23—4,6 мг/экв. и № 14—5,6 мг/экв. В воде буровой скважины № 4 содержание кальция—8,38 мг/экв.

Сравнивая содержание кальция и натрия в воде источников, можно заметить, что полностью в источниках Мармарик-

ской группы, а также в источниках №№ 2 и 1 Мисханской группы, натрий преобладает над кальцием. Для источников Мармарикской группы замечается закономерное увеличение преобладания натрия над кальцием при движении с запада на восток. Среди источников Мисханской группы наблюдается локализованная группа источников с обратным преобладанием кальция над натрием. Это — источники №№ 13, 3 и 4, 21 и 23, причем из них только в источниках №№ 4 и 13 кальций значительно преобладает над натрием; в остальных источниках содержание этих двух элементов почти одинаково. Эта группа приурочена к участку метаморфических сланцев, богато пропластками метаморфизованных известняков, чем и объясняется большое содержание в водах кальция. Крупный выход этих известняков прослежен на правом берегу р. Мармарик, за селом, у разлома, к которому приурочены выходы источников №№ 22, 21 и 4.

Мармарикская группа источников приурочена к участку метаморфических сланцев, изобилующему инъекциями лейкократовых гранитов и не содержащему метаморфизованных известняков, чем и объясняется значительное преобладание в водах этих источников натрия над кальцием. В водах буровых скважин содержание кальция резко уменьшается.

В составе анионов, как уже было сказано, преобладает  $\text{Cl}'$  и  $\text{HCO}_3'$ , а  $\text{SO}_4''$  составляет очень незначительный процент. Для содержания хлора существует закономерность того же порядка, что и для элементов состава катионов. Наибольшее значение хлора для Мисханской группы соответствует полосе от источника № 2 (40 мг/эquiv.) к источнику № 4 (43,3 мг/эquiv.). Вне ее содержание хлора уменьшается. В водах буровых скважин хлор содержится от 26,64 (скважина № 10) до 47,27 мг/эquiv. (скв. № 8). Для Мармарикской группы отмечается закономерное увеличение содержания хлора с запада на восток от 7,1 мг/эquiv. в источнике № 14 до 61,4 мг/эquiv. в источнике № 20, через промежуточные значения. Так, в источнике № 15 содержится хлора 16,8, в источнике № 16—18,4, в источнике № 18—42,8, в источнике № 17—46,3 мг/эquiv. Причем характерным как для хлора, так и для всех остальных компонентов является увеличение прироста их на единицу длины при

движении с запада на восток. Если для первой половины группы источников от начала (источник № 14) до середины (источник № 16) количество хлора возрастает на 11,3 мг/экв., то для второй половины группы от той же средней точки (источник № 16) до конца выходов (источник № 20) количество хлора возрастает уже на 43 мг/экв. В скважине № 4 хлора содержится 58,33 мг/экв.

В отношении содержания в водах  $\text{HCO}_3'$  повторяется та же картина. Полоса наибольшего содержания гидрокарбонатов прослеживается от источника № 2 (47,2 мг/экв.) к источнику № 4 (54,9 мг/экв.). Во все стороны от этой полосы содержание  $\text{HCO}_3'$  убывает. В водах буровых скважин  $\text{HCO}_3'$  содержится от 38,55 мг/экв. (скв. № 8) до 43,59 мг/экв. (скв. № 7). Для вод Мармарикской группы отмечается закономерное увеличение содержания  $\text{HCO}_3'$  в той же последовательности с запада на восток от 10 мг/экв. в источнике № 14 до 66,8 мг/экв. в источнике № 20б. В скважине № 14  $\text{HCO}_3'$  содержится 53,19 мг/экв.

Воды являются одновременно и хлоридными и гидрокарбонатными с почти одинаковым содержанием обоих элементов. Во всех источниках и буровых скважинах  $\text{HCO}_3'$  преобладает над  $\text{Cl}'$ . Исключение составляет локализованная группа источников №№ 9, 17 и 20. Сюда относится и минеральная вода, встреченная в скважине № 4 и в шурфах, пройденных на этом участке.

Содержание свободной углекислоты в Мисханско-Мармарикских водах в среднем колеблется в пределах от 0,1 г/л (источник № 14) до 1,2 г/л (источник № 2). Минеральные воды Мисханской группы содержат сравнительно больше свободной углекислоты, чем минеральные воды Мармарикской группы.

В буровых скважинах свободной углекислоты содержится значительно больше: № 11—3,5 г/л, №№ 1 и 15—3 г/л, в водах остальных скважин — от 2 до 2,5 г/л.

В газовом составе не обнаружены  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{C}_2\text{H}_6$ . По данным лаборатории Института курортологии и физических методов лечения Армянской ССР, в скважине № 1  $\text{CO}_2$  содержится 99,8%,  $\text{N}$ —0,2%, в скважине № 4  $\text{CO}_2$ —99%,  $\text{N}$ —1 $\frac{1}{6}$ %, в скважине № 8  $\text{CO}_2$ —100%.

Наибольшее содержание железа в Мисханской группе

источников наблюдается в источнике № 2а (32 мг/л), для Мармарикской группы в источнике № 20, причем в последнем оно достигает величины 57 мг/л — максимальная для источников данного района.

В водах Мисхано-Мармарикской группы источников встречены  $\text{SiO}_2$  и Al, в некоторых анализах стронций. Спектральный анализ сухих остатков источников №№ 2 и 9 показал в большом количестве Si (>10%), много Al (>1%), очень мало Си и Fe (сотые доли проц.) и следы Mn (0,001%).

По данным лаборатории Института курортологии и физических методов лечения Армянской ССР, в водах буровых скважин обнаружены Mn, J, Br, Sr, Li, B, F и Cu. Спектральный анализ установил присутствие в этих водах Sr, Li, Cu, Ag и Au.

Радиоактивность вод источников по нашим замерам в 1946 г. составляла 10—21 эманов; по замерам Гаспарян (Громовская экспедиция) воды буровых скважин имеют радиоактивность, равную 0,2—0,9 эманов.

Наибольшее содержание  $\text{SiO}_2$  от 240 до 120 мг/л наблюдается в водах наиболее минерализованных источников и связанных с ними №№ 17 (а и б), 20 (а и б), 2 (а), 3 и 4. Остальные источники, сильно разбавленные пресной водой, содержат  $\text{SiO}_2$  в сотых долях грамма на литр воды. Алюминия в воде источников содержится в количестве от 1 до 20 мг/л (исследован только в 4 пробах). Наличие стронция проверялось только в 4 пробах. Из них две (источники №№ 3 и 20б) показали отсутствие стронция, а две (источники №№ 9 и 2) установили значительное содержание стронция: 68 мг/л (источник № 2) и 142 мг/л (источник № 9).

*Результаты спектрального анализа сухих остатков вод*

№№ ист.	Si	Al	Mn	Co	Mo	Cu	Pb	As	P	Ba	Fe
№ 9	>10%	>1%	0,001%	нет	нет	0,01%	нет	нет	нет	нет	0,01%
№ 2	>10%	>1%	0,001%	нет	нет	0,01%	нет	нет	нет	нет	0,01%

Специальный график Огильви (68) устанавливает прямолинейную зависимость между содержанием в Мармарикских водах сухого остатка и отдельных компонентов.

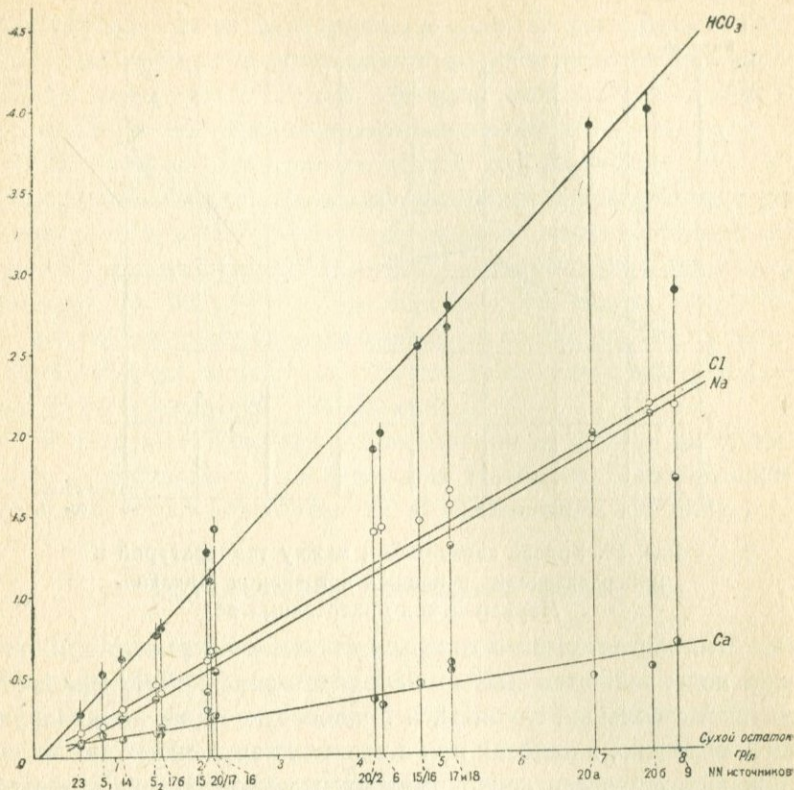


Рис. 14. График Огильви для Мармарикской группы источников.

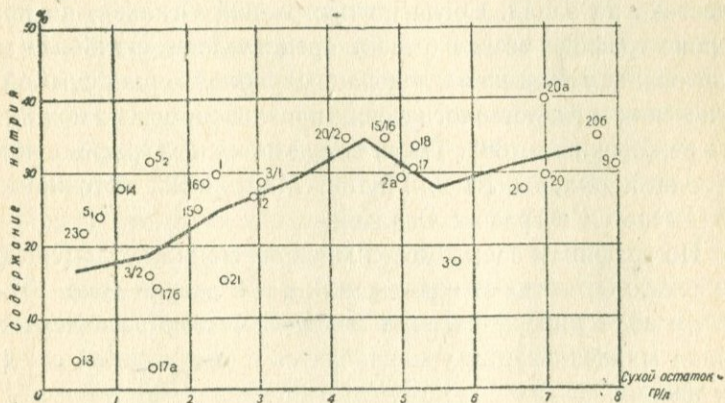


Рис. 15. Кривые зависимости минерализации Мисхано-Мармарикских минеральных вод от проц. содержания в них натрия и кальция.

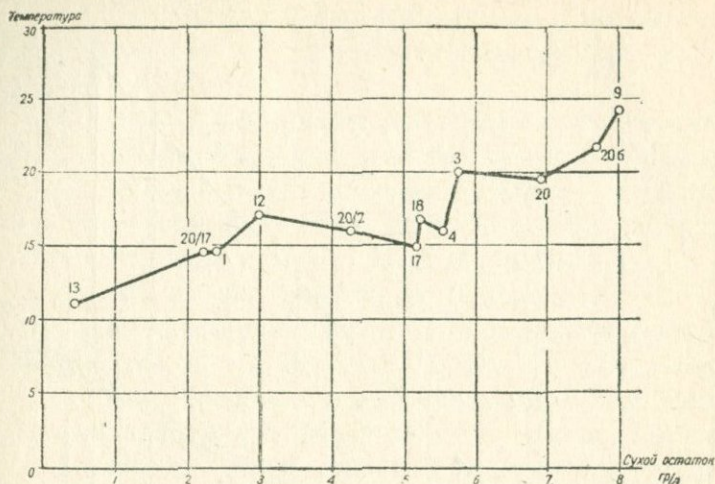


Рис. 16. Кривая зависимости между температурой и минерализацией основных источников Мисхан-Мармарикских минеральных вод.

Это обстоятельство доказывает положение, что Мармарикские воды являются смесью двух вод — коренной минеральной, идущей с большой глубины, и приповерхностной, циркулирующей, вероятно, в наносах или в верхних нарушенных частях обнажающихся здесь лейкократовых гранитов. Возрастание общей минерализации с запада на восток говорит о подтоке пресной воды с запада и затухании выхода минеральной воды с востока на запад. Согласно построений Огильви, на правой стороне графика всегда бывает представлена «наиболее минерализованная вода из исследованных, обладающая суммой геологических и гидрогеологических признаков, позволяющих считать ее коренной» (68). Такой водой на нашем графике является вода источника № 9. Группа Мисханских источников не укладывается в график Огильви.

По графикам зависимости минерализации воды (содержание сухого остатка) от содержания в ней натрия (рис. 15) видно, что вода минерализована большей частью за счет натрия. Общая минерализация увеличивается с увеличением содержания натрия.

Наоборот, с увеличением содержания в воде кальция (за

счет уменьшения натрия) минерализация падает. Таким образом, присутствие в воде кальция говорит о разбавлении минеральной воды пресной водой. Убывание кальция в водах буровых скважин подтверждает это положение.

На графике зависимости общей минерализации воды от температуры (исключены из построений все малодобитные источники, на температуре которых сильнее сказывается влияние температуры воздуха) замечается прямая зависимость между температурой воды и ее сухим остатком. Это явление опять-таки вполне естественно, закономерно и подтверждает то положение, что вода источников является смесью двух вод — холодной пресной и горячей минеральной.

В квадрате Толстихина Мисханские источники разбросаны и не составляют одной группы. Наоборот, Мармарикские источники тесно сгруппированы в центральном квадрате.

### 3) Происхождение химического состава вод

Всякая минеральная вода является продуктом сложных процессов. Вещества, растворенные в ней, могут иметь двойное происхождение: 1) поднялись в виде вулканических эксгаляций из глубины и растворились или 2) были выщелочены из горных пород при циркуляции вод.

Характерной особенностью глубинного происхождения солей является резкое противоречие их состава с горными породами, известными в районе источников. Соли неглубинного происхождения определяются химическим составом горных пород, с которыми вода преимущественно соприкасается на своем пути. Таким образом, для этих элементов отчасти остается в силе положение, высказанное уже в 200-х годах нашей эры греческим врачом Галеносом: «*Tales sunt aquae quales terrae per quas fluunt*» (воды таковы, каковы почвы, через которые они текут) (78). Нужно упомянуть, что в условиях биосферы минеральные воды неустойчивы, быстро изменяются. Они неизбежно смешиваются с пластовыми водами, которые они пересекают.

Разбирая происхождение химического состава вод Мисхано-Мармарикских источников, с учетом перечисленных обстоя-

тельств, можно считать, что некоторые химические элементы в этих водах привнесены со значительных глубин и принадлежат к элементам глубинного порядка. Часть из них, как, например, углекислота, повышают разлагающую и растворяющую способность воды. Благодаря этому, а также и длительной циркуляции воды, в породах возникает другая группа элементов, являющихся продуктом выщелачивания из окружающих горных пород. Все породообразующие минералы в известной степени растворимы в воде, содержащей углекислоту. Вместе с тем одни и те же элементы могут быть как ювенильными, так и выщелочены из окружающих образований.

Итак, происхождение отдельных компонентов химического состава Мисхано-Мармарикских минеральных вод представляется следующим.

### Анионы

Углекислота относится к важнейшим составным частям минеральных вод. Как мы видели, она содержится в водах Мисхано-Мармарикских источников в большом количестве, как в связанном, так и в свободном состоянии. Она имеет двойное происхождение. В первом случае происхождение ее связано с процессами, происходящими на значительной глубине, т. е. углекислота образуется непосредственно из выделений вулканических очагов. Во втором случае происхождение ее имеет тесную связь с процессами, происходящими близ дневной поверхности, т. е. с так называемым выветриванием. В настоящее время все шире и шире признается тот факт, что главная часть углекислоты источников имеет вулканический характер, так как она очень характерна для вулканических областей третичного периода. Мисхано-Мармарикские источники сосредоточены в области, подвергавшейся тектоническим нарушениям в недавние геологические времена, причем нарушения сопровождались извержениями магмы. Таким образом, можно считать, что основная масса углекислоты этих источников имеет глубинное происхождение, как последняя стадия выделения газов из подземных охлаждающихся масс магмы. Но углекислота может освобождаться и при глубинных процессах, когда карбонаты, бла-

годаря действию очень горячих эксгаляций, соединяясь со свободной кремневой кислотой, превращаются в силикаты.

Замечено, что области развития карбонатных толщ в зоне молодого вулканизма наиболее благоприятны для образования углекислых вод. Метаморфическая толща Мисханского района, в которую были интродированы кварцевые диориты и к которой сейчас приурочены минеральные источники, богата мощными пластами мраморизованных известняков.

**Хлор** является также одним из важнейших анионов в химическом составе минеральных вод, а в Мисхано-Мармарикских источниках содержание его доходит до 79,8% состава анионов. Происхождение хлора, несомненно, глубинное, так как вокруг источников нет горных пород, содержащих хлор. Наряду с этим известно, что воды, богатые хлором, встречаются в изверженных породах, в областях недавней вулканической деятельности. Высокое содержание хлора в Мисхано-Мармарикских источниках еще раз подтверждает частичную глубинность этих вод.

**Сульфат-ион** содержится в Мисхано-Мармарикских водах в очень незначительном количестве; вероятно, появляется в результате окисления сульфидов. Источники Мисханской группы, выходящие на дневную поверхность в районе, прилегающем к медно-молибденовому месторождению, содержат в процентном отношении больше  $SO_4$ , чем источники Мармарикской группы. Ион  $SO_4$ , кроме того, может быть и вулканическим продуктом.

## Катионы

Согласно произведенным пяти полным анализам Мисхано-Мармарикских вод, **калий** встречается в них в незначительном количестве, что является характерным также и для очень многих минеральных вод. Продукты разложения силикатных горных пород имеют большое значение в минеральном составе источников, и, хотя породы обычно содержат калия намного больше, чем натрия, обычно в минеральных водах наблюдается обратное соотношение, а именно, натрия больше, чем калия.

**Натрий** в Мисхано-Мармарикских водах является преоб-

ладающим катионом. Значительное содержание натрия характерно для вод глубинных в областях, где недавно прекратилась или постепенно прекращается сейчас вулканическая деятельность. Однако натрию нельзя приписывать исключительно глубинное происхождение. Как известно, вода, содержащая углекислоту, является хорошим растворителем для силикатов; большой процент содержания натрия в Мисхано-Мармарикских минеральных водах может быть объяснен также и выщелачиванием последнего из силикатов при длительной циркуляции воды в породах. Исследуя процесс образования содовых вод в изверженных породах, Линдгрэн (54) делает следующее замечание: «...такие воды должны сильно разрушать силикаты и предполагают, что содержащийся в них натрий выщелочился из стенок трещин, в то время как натриевые силикаты превращались в калиевые, как это бывает при столь обычном для жил процессе серицитизации».

Содержание **кальция** в водах источников также достигает весьма значительной величины. Кальций содержится почти в каждой воде, благодаря широкому распространению его в земной коре. Соединения, в которых он встречается, растворимы даже в чистой воде. Особенно хорошо они растворяются в воде, содержащей углекислоту, причем большую роль играет парциальное давление углекислоты. При улетучивании двуокиси углерода карбонат кальция выпадает из раствора у выхода источника в виде травертина и арагонита.

Значительное содержание кальция в источниках, почти равное содержанию натрия, объясняется присутствием в метаморфической толще, через которую протекает минеральная вода, мощных толщ мраморизованных известняков. Кальций, скорее всего, является продуктом выщелачивания из этих известняков.

Одновременное присутствие в минеральной воде почти равновеликого количества ионов натрия и кальция является весьма редким явлением. В щелочных источниках, как правило, кальций и магний содержатся в очень малых количествах. Чисто натриевые воды являются типичными для термальных вод, так как гидрокарбонаты кальция и магния удерживаются в растворе в значительном количестве только в присутствии двуокиси углерода, а содержание ее, как и вообще газов, падает с по-

вышением температуры. Наоборот, растворимость натриевых солей возрастает с температурой. Учитывая вышесказанное, можно считать, что Мисхано-Мармарикские воды глубинной циркуляции являлись термальными, натриевыми (содовыми). Поднимаясь выше, в зоне поверхностной циркуляции они смешивались с холодными водами, богатыми гидрокарбонатами кальция, и, таким образом, теряли свою термальность и из чисто натриевых превращались в натриево-кальциевые. Содержание кальция больше в Мисханских, чем в Мармарикских источниках. Вероятно, в районе первых глубинный приток воды меньше и поверхностных вод больше. Кроме того, в районе Мисханских источников больше мраморизованных известняков. Все вышесказанное подтверждается резким уменьшением процентного содержания кальция в водах буровых скважин, уже чисто натриевых.

**Магний** обычно встречается в поверхностных водах и поступает из лежащих близко к поверхности зон выветривания. Он играет второстепенную роль для глубинных вод. В химическом составе Мисхано-Мармарикских минеральных вод магний представлен в очень незначительном количестве. В Мисханских источниках его больше, чем в Мармарикских, что еще раз говорит о большей глубинности и мощности Мармарикских источников и меньшем содержании в них метеорной воды. По мнению Вернадского (14), магний уменьшается с увеличением глубины и в господствующих компонентах восходящих вод отходит на второе место.

**Кремнекислота и железо** содержатся в Мисхано-Мармарикских источниках в незначительных количествах. Образуются они, скорее всего, путем выщелачивания из породообразующих минералов. Кремневая кислота содержится в минеральных источниках в небольшом количестве, но в большинстве случаев. Растворимость повышается с повышением температуры и содержания в растворе щелочей. Берг (78) видит в кремневой кислоте «вулканический продукт, возникающий вследствие гидролиза силикатов под действием сильно перегретой воды». Содержание кремневой кислоты больше в Мармарикских, чем в Мисханских источниках, а в общем невелико.

**Железо** выделяется благодаря выветриванию железо-со-

держащих минералов, представленных в большинстве среди породообразующих, и вступает в реакцию с углекислотой, переходя в минеральный раствор. Благодаря нестойкости железосодержащих соединений железо осаждается при выходе источников на поверхность, чему и обязана сильная оранжево-красная окраска почвы у выходов минеральной воды.

**Стронций**, обнаруженный в двух пробах минеральной воды (источники №№ 2 и 9), скорее всего глубинного происхождения, и его присутствие еще раз подтверждает глубинность вод.

Линдгрэн (54) указывает, что «в областях, где вулканическая деятельность прекратилась, имеется много щелочных источников, содержащих значительное количество углекислого, хлористого натрия и окись кремния». Таковы наши Мисхано-Мармарикские источники. По всей вероятности, они представляют собою результат смещения метеорных и магматических вод. На смешение с метеорными водами указывает присутствие значительного количества кальция. Так как выходы Мисхано-Мармарикских источников приурочены к речному руслу, то, несомненно, в их составе есть и воды аллювиальные.

Мисхано-Мармарикские источники относятся к восходящим источникам, действующим аналогично газлифту, где подъем воды обусловлен растворенным в воде газом. Вследствие большого давления на глубине газ полностью растворен, а с понижением давления при подъеме газ постепенно выделяется из раствора.

#### **и) Происхождение месторождения минеральных вод и сопровождающего его арагонито-конгломератового комплекса**

Итак, можно представить себе следующую цепь явлений. Тектонические движения, последовавшие за внедрением в метаморфическую толщу третичной интрузии кварцевых диоритов, привели к образованию крупного Мисханского разлома, имеющего региональное значение, а также мелких связанных с ним нарушений.

Нарушения явились удобным путем для подъема горячих глубинных вод, которые устремились по ним.

В результате трения при разломе образовалась из окружающих пород глина трения. В чистом виде она сохранилась только на одном участке — у источника № 20, как зеленая глина. Здесь же впоследствии получили сток речные воды, образовались ущелье р. Мармарик и овраг Алтунтахт, и на участках, ослабленных речной эрозией, забились мощные минеральные источники. Наиболее обильные источники могли образоваться, конечно, только там, где последующие эрозионные процессы понизили выход трещины на поверхность. Так как эрозия в большинстве случаев следует по линиям сбросов, то эти последние чаще всего совпадают с ущельями рек, с чем мы и встретились в настоящем случае.

Вдоль разлома долина реки Мармарик несколько расширилась. Видимо, созданная разломом перемятость пород обусловила легкость размыва, выветривания и сноса.

Минеральная вода приурочена только к главному разлому и дополнительным тектоническим нарушениям. Выходы расположены только в русле реки, по строго определенным линиям. Сбросовые трещины могли быть зияющими или открытыми, но, во всяком случае, для воды, находящейся под напором, они были так или иначе проницаемы и вода движется по ним вверх.

Река Мармарик и ручей Алтунтахт сносили с окружающих гор обломочный материал. В основном он приносился ручьем Алтунтахт с севера. Это доказывается как отсутствием кварцевых диоритов среди галек, так и обилием среди них сиенитов и лав. Горячие минеральные источники, выходя на дневную поверхность, теряли свободную углекислоту и откладывали карбонат кальция в кристаллической форме в виде пластов арагонита значительной мощности. Арагонит является свидетелем былой высокой температуры минеральных источников, вероятно до некоторой степени сохранившейся и сейчас на глубине, что подтверждается повышением температуры воды с увеличением глубины буровых скважин.

Цементируя речные гальки, известковые отложения минеральных источников образовали конгломерат. Арагонит и конгломерат образовывались одновременно, так как в отдельных участках арагонита зачастую встречаются гальки конгломерата и сохранились следы галек в виде вдавленностей на верхних

поверхностях арагонита. В цементе конгломерата, в свою очередь, присутствует арагонит, иногда в очень большом количестве, в том числе заметны очерченные арагонитом следы выходов минеральной воды. Между арагонитом и конгломератом часты взаимные переходы, выклинивания то одного, то другого, тончайшее взаимное переслаивание до такого взаимопроникновения, что уже трудно определить границы каждой породы. Глина пропиталась выпадающей из минеральной воды окисью железа и приобрела оранжево-красную окраску, характерную для цемента одной из разновидностей конгломерата.

Факторами, способствующими образованию отложений, являлись снижение давления, охлаждение и доступ кислорода. Соприкосновение с пресными грунтовыми водами, даже в том случае, когда они содержат и небольшое количество кислорода, ведет к образованию выделений в местах слияния. Процесс этот основан на окислении. Таким образом, выделяющий осадки источник сам образует для себя защитный слой, предохраняющий от проникновения в него пресной речной воды. Возможно, что этим защитным слоем из арагонито-конгломератовой серии отложений и объясняется наименьшее опреснение воды источников №№ 9, 17 и 20. У подножья Главного выхода арагонита сохранились выходы источников в оранжево-красной глине. В ней обильны причудливые конкреции арагонита. Видимо, на этом небольшом участке отсутствовали в глине речные гальки, что не дало возможности образоваться конгломерату. Приток воды был небольшой и не мог раздвинуть глину, благодаря чему и не мог образовать пластов арагонита. На пути минеральной воды участками вымывалась глина и образовывались конкреции арагонита, чрезвычайно причудливые, могущие образоваться в пластичной и несвободной среде. Они приурочены к периферии Главного выхода, где затухают выходы воды, что, свободно разливаясь рядом в Главном выходе, образовала этот большой арагонито-конгломератовый купол.

По всему тому участку реки, где прослежен сейчас арагонито-конгломератовый комплекс, наблюдаются, кроме сохранившихся крупных выходов минеральной воды, также и почти непрерывные мелкие выходы газа и минеральной воды, а в нескольких местах слышен подземный гул, что свидетельствует

о наличии сейчас под арагонито-конгломератовой серией отложений мощного притока минеральной воды, запечатанного своими же отложениями. Приток минеральной воды с дебитом до 30 л/сек. был вскрыт неглубоким бурением. Минеральная грязь, сопровождающая выходы источников №№ 15, 16, 17, — частью поверхностного происхождения, частью же увлекается минеральной водой из глубины в виде механической суспензии мелких частиц горных пород, увлеченных источником во время подъема воды. Грязь источников содержит наряду с преимущественно минеральными составными частями обычно и органические субстанции; приобретает свой химический характер под действием термальной воды и биологических процессов.

#### к) Аналоги вод

В заключение необходимо сказать несколько слов о положении Мисхано-Мармарикских минеральных вод среди других известных нам минеральных вод. В выделенной А. М. Овчинниковым (64) VI геохимической зоне Кавказа, в которую входят изученные нами воды, углекислые гидрокарбонатно-хлоридные воды образуют целую гамму, начиная от вод, богатых содержанием хлоридов натрия, кончая водами типа Боржоми. Однако среди них воды, совершенно идентичные Мисхано-Мармарикским источникам, почти неизвестны. Особенно необычно одновременное присутствие среди катионов этих вод почти равновеликого количества ионов натрия и кальция, благодаря чему воды источников являются одновременно и углекислыми щелочно-солевыми и известковыми.

После просмотра материала по отечественным и зарубежным минеральным водам нами было найдено только два аналога Мисхано-Мармарикских источников, а именно, малоизвестное месторождение углекислых вод в районе Кавказских Минеральных Вод. Это так называемая «долина нарзанов» (нарзаны Приэльбрусия) в долине реки Хасаута и теплые нарзаны Джилы-су в верховьях р. Малки (Северный Кавказ) (15,84). По химическому составу они так же, как и Мисхано-Мармарикские воды, относятся к гидрокарбонатно-хлоридным, натриево-кальциевым водам; при разбавлении становятся более чистыми

гидрокарбонатно-кальциевыми. Воды трещинные, слабо напорные, локализованы в зоне тектонических деформаций в комплексе палеозойских метаморфических сланцев, известняков, филлитов, прорванных гранитами. Таким образом, наблюдается и некоторая аналогия геологического строения выходов минеральной воды. Идентичны Мисхано-Мармарикским водам и Бадамлинские источники, выходящие на территории Нахичеванской АССР.

В результате бурения в районе Мисхано-Мармарикских источников был выведен сильный приток минеральной воды, гидрокарбонатно-хлоридной, натривой, и, таким образом, подтвердилось ранее высказанное автором положение о том, что кальций, присутствующий в воде естественных выходов, является результатом смешения коренной струи минеральной воды с поверхностными водами. Коренная струя Анкаванской (Мисхано-Мармарикской) минеральной воды оказалось по наличию равновеликих количеств  $\text{HCO}_3'$  и  $\text{Cl}'$  и по резкому преобладанию натрия среди катионов аналогом Эссентукских минеральных вод.

Касаясь положения Мисхано-Мармарикских минеральных вод среди других известных нам вод на территории Армянской ССР, можно сделать вывод, что аналогами этих вод являются воды, выходящие в Ахтинском районе, в 17 км от с. Анкаван (Мисхана), близ развалин с. Кабахлы, в той же геологической обстановке, а также источники близ с. Кармир Овит, являющиеся как бы продолжением выхода Мисхано-Мармарикских вод.

## 2. КУРОРТНОЕ ЗНАЧЕНИЕ АНКАВАНСКИХ (МИСХАНО-МАРМАРИКСКИХ) МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Анкаванские (Мисхано-Мармарикские) минеральные воды расположены в живописном ущелье, обладающем прекрасным высокогорным климатом. Общий дебит источников достигал 8 л/сек., что составляет 700 тысяч литров в сутки. Неглубоким бурением 1952—1953 гг. дебит увеличен до 30 л/сек., что составляет до 2,5 миллиона литров в сутки. (По данным буровых скважин подсчитанные А. А. Тер-Мартirosяном запасы мине-

ральной воды по категории А<sub>1</sub> составляют 27,79 л/сек.). Выходы минеральной воды повсеместно сопровождаются выходами лечебных грязей.

Как мы указывали, Анкаванские (Мисхано-Мармарикские) минеральные воды издавна пользуются славой благодаря целебным качествам воды, и каждое лето сюда для лечения водами и грязями стекаются жители окрестных сел. Лечатся своими эмпирически установленными способами.

В результате наших исследований Анкаванскими (Мисхано-Мармарикскими) минеральными водами и грязями заинтересовались Институт курортологии и физических методов лечения Армянской ССР и Курортное управление Армянской ССР, которые в настоящее время проводят там исследовательскую работу, изучая бальнеологические и питьевые свойства этих вод. Клинические исследования проводились старшим научным сотрудником Д. Шмавоняном.

Мисхано-Мармарикские минеральные воды содержат значительное количество свободной углекислоты, недостаток которой остро ощущается на действующих курортах (Арзни и др.), а также и на предприятиях пищевой промышленности.

В Ахтинском районе, куда по административному делению относится район Анкаванских (Мисхано-Мармарикских) минеральных вод, в недалеком будущем ожидается развертывание крупного промышленного строительства и прокладка шоссейных дорог. Все это выдвигает курортное строительство в Анкаване (Мисхане) на очередь дня. Особым постановлением Совета Министров Армянской ССР было решено открыть в Анкаване курорт, а также организовать розлив минеральной воды.

### 3. ДРУГИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ РАЙОНА

В непосредственной близости к Мисхано-Мармарикскому месторождению минеральных вод, в русле р. Мармарик, у с. Кармир Овит, в аналогичных геологических условиях, обусловленные той же интрузией кварцевых диоритов, выходят источники, поименованные нами №№ 7, 8 и 11 Кармир Овит. На Памбакском хребте (II тектоническая подзона), в непосред-

ственной близости к изученному месторождению минеральных вод, на северном склоне выходит источник Так Ахпюр и на южном склоне источник № 10 Улашик. Оба источника описаны впервые нами в 1945 г. На Мисханском хребте (III тектоническая подзона) нами изучены впервые в 1947 г. источник Боз-Кшпюр у с. Каранлуг (Апаранский район) и в 1948 г. группа минеральных источников близ развалин с. Кабахлы (Ахтинский район). Ниже нами приводится краткое описание всех вышеуказанных выходов минеральной воды, имеющих территориальную близость к Мисхано-Мармарикским водам.

#### МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ РАЙОНА с. КАРМИР ОВИТ

В районе села Кармир Овит обнаружено три минеральных источника: №№ 7, 8 и 11. Выходы их генетически могут быть связаны с наблюдаемой здесь интрузией кварцевых диоритов.

**Источник № 7** известен в районе под названием «Тту джур». Находится на расстоянии 1 км от села Кармир Овит по дороге в Н. Ахту, на левом берегу реки. Здесь, на склоне, обнажаются кварцевые диориты, образующие шток удлиненной формы, протягивающийся до с. Меградзор. Источник выходит рядом с рекой, в речных наносах, в небольшой выемке размером  $1,6 \times 1,2$  м и глубиной 20 см, искусственно отделенной от реки нешироким земляным молом. Минеральная вода прозрачная, бесцветная, без запаха, очень приятного вкуса, холодная. Температура воды  $12,5^{\circ}\text{C}$ . Средний дебит минеральной воды 0,1 л/сек. Вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —31,06%,  $\text{Cl}^-$ —13,47%), кальциево-натриевая ( $\text{Ca}^{++}$ —27,7%,  $\text{Na}^+$ —12,6%), содержит сухого остатка 2,76 г/л.

**Источник № 8** находится на расстоянии 0,5 км от с. Кармир Овит (по дороге в Н. Ахту). Выходит на склоне горы, по правому берегу р. Мармарик, на высоте приблизительно 25 м над рекой, в наносах. Источник выходит в небольшой выемке диаметром 0,2—0,3 м. Вокруг полосой шириною 0,5—1 м постоянная заболоченность. Вода бесцветная, прозрачная, без запаха, приятного вкуса. Отделение пузырьков углекислоты в воде происходит периодически. Средний дебит

источника равен 0,04 л/сек. Средняя температура воды источника 6,8°C. Вода источника хлоридно-гидрокарбонатная ( $\text{Cl}^-$ —28,4%,  $\text{HCO}_3^-$ —14,7%), кальциевая ( $\text{Ca}^{++}$ —33,1%), содержит сухого остатка 2,4 г/л.

**Источник № 11** находится на расстоянии приблизительно 1 км от села Кармир Овит, вверх по течению р. Мармарик, на ее правом берегу, на склоне, на высоте примерно 200 м над рекой, близко от дороги. Источник выходит в чаносах, у опушки леса, в небольшой воронке внешнего диаметра 0,5 м. Вода не вытекает, сильно бурлит. Вода прозрачная, бесцветная, приятного, кисловатого вкуса. Температура воды 11,7°C. Приурочен, как и предыдущие источники, к интрузии кварцевых диоритов. У источника № 7 АрмГУ в 1953 г. была заложена скважина № 1, где был получен небольшой приток (0,34 л/сек.) минеральной воды, гидрокарбонатной ( $\text{HCO}_3^-$ —38,1%), натриево-кальциевой ( $\text{Na}^+$ —25,5%,  $\text{Ca}^{++}$ —15,3%), общей минерализации—1,2 г/л. Температура 9,5°C.

Здесь были пробурены также скважины: № 2 (забой 50 м, на глубине 9 м была встречена минеральная вода, уровень воды в скважине 6 м), № 5 (глубина 65,4 м, приток воды на глубине 22—27 м, с дебитом 0,01 л/сек., температурой 9°C), № 6 (глубина 50 м, приток воды с температурой 9°C, на глубине 5,5 м, уровень воды в скважине 4 м), № 15 (глубина 17,5 м, приток воды с температурой 9,5°C и дебитом 0,34 л/сек. на глубине 7—15 м), № 16 (глубина 17,5 м, приток воды с температурой 9,5°C и дебитом 0,01 л/сек. на глубине 3—17,5 м).

#### МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ БЛИЗ РАЗВАЛИН с. КАБАХЛЫ

В Ахтинском районе, за развалинами с. Кабахлы, в одном из ущелий Мисханского хребта, на берегу небольшой речки, впадающей в р. Мармарик, на общем протяжении ~ 0,5 км вдоль русла речки выходят 3 группы минеральных источников. Кабахлинские источники были обнаружены Г. П. Багдасаряном в 1948 г. и в том же году впервые описаны нами. Район сложен метаморфическими сланцами кембрия-докембрия. Выходы источников приурочены к разлому широтного простирания (250—70°), сопровождающемуся полосой кварцитов. Таким

образом, имеется полная аналогия геологической обстановки с таковой в районе Мисханы.

**Первая группа** источников сосредоточена на заболоченной площади в 400 кв. км и на высоте 2—3 м над рекой. Крупных выходов воды всего 6. Температура воды в отдельных выходах колеблется от 15,8 до 16,2°C. Общий дебит порядка 1—1,1 л/сек. По химическому составу вода очень близка к Мисхано-Мармарикским водам. Она гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —31,7%,  $\text{Cl}^-$ —16,3%), кальциево-натриевая ( $\text{Ca}^{++}$ —29,6%,  $\text{Na}^+$ —17,6%), содержит сухого остатка 1,58 г/л.

**Вторая группа** находится к востоку от первой, внизу под ней, в самом русле реки, где по дну обнажаются кварциты. Всего на протяжении 14 м наблюдаются 4 выхода минеральной воды, расположенные у самого берега реки, а в самой реке отделяются пузырьки углекислого газа. Температура минеральной воды в различных выходах от 10 до 15,8°C. Общий дебит порядка 0,02—0,03 л/сек. По химическому составу идентична минеральной воде 1-й группы выходов, а именно, гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —32,9%,  $\text{Cl}^-$ —15,3%), кальциево-натриевая ( $\text{Ca}^{++}$ —29,5%,  $\text{Na}^+$ —16%), содержит сухого остатка 1,89 г/л.

**Третья группа** расположена еще дальше к востоку на расстоянии ~ 400 м от первых двух групп. На протяжении 40 м весь правый берег покрыт полосой железосодержащих окристых отложений в виде студня. В них незначительно просачивается минеральная вода. Температура воды 10,5°C. По химическому составу вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —33,6%,  $\text{Cl}^-$ —14,6%), кальциево-натриевая ( $\text{Ca}^{++}$ —30,3%,  $\text{Na}^+$ —15,6%), содержит сухого остатка 1,95 г/л. В 1953 г. в районе Кабахлинских источников АрмГУ было проведено неглубокое бурение, давшее фонтанирующую воду.

По данным буровых скважин подсчитанные А. А. Тер-Мартиросяном запасы по категории В составляют 7,84 л/сек. Температура воды 7,5—19°C. По химическому составу вода буровых также является ближайшим аналогом Анкаванских вод (гидрокарбонатно-хлоридная, натриевая со значительным содержанием кальция), но значительно менее минерализована (1,5—4,2 г/л сухого остатка).

## Источник Так-ахпюр

«Так-ахпюр» — местное название «горячий родник». Высота над уровнем моря 2000 м. Находится у подножья горы Маймех, в ущельи р. Карпи, прорезающей северный склон Памбакского хребта на расстоянии 6 км от с. Вартанлу и 2 км от совхозной Маймехской кочевки. Геологически район по В. Н. Котляру представлен, главным образом, вулканогенной толщей среднего эоцена. Источник выходит близ северной границы интрузии щелочных сиенитов и, видимо, связан с ней. Выходит источник на правом берегу р. Карпи, на склоне горы, на высоте ~ 300 м над рекой, из вертикальных трещин направления 110—290° в плотной эффузивной породе. В ней же у выхода воды образовался естественный бассейн, в котором собирается вода и затем с двухметрового обрыва спадает вниз и стекает по склону к реке. Зимой и даже летом в холодные пасмурные дни над источником издали виден пар, поднимающийся над водой, но температура воды равна всего 27°C. Дебит 127,5 тысячи литров в сутки.

В литературе источник совершенно неизвестен, однако очень популярен у местного населения, как целебный. Вода по химическому составу относится к гидрокарбонатно-сульфатным ( $\text{HCO}_3^-$ —20%,  $\text{SO}_4^{2-}$ —16,5%), натриево-кальциевым ( $\text{Na}^+$ —25,81%,  $\text{Ca}^{2+}$ —20,71%), очень слабой минерализации (0,28 г/л сухого остатка). По содержанию основных компонентов источник до некоторой степени напоминает Смирновский источник в Железноводске, но железо в нем отсутствует (следы).

## Источник № 10 Улашик

Местное название Шорсу. Находится на расстоянии 2 км к северо-западу от с. Улашик. Дорога к источнику идет по ущелью р. Улашик вдоль правого берега. В том месте, где ущелье резко изгибается на север, правый берег прорезается очень узкой балкой с крутыми берегами. Пройдя вдоль этой балки вверх 350—400 м, невольно остановишься возле большого травертинового щита, прорезаемого балкой, причем правый юго-

западный борт балки в ее верховьях представляет собою сплошной травертиновый щит длиной и шириной до 100 м, выдающийся в балку. По левому северо-восточному борту заметны только отдельные выходы пластов известкового туфа, белого, рыхлого, пористого с отпечатками растений под  $180^\circ/10^\circ$ .

Источник выходит на вершине правого борта балки, причем сам выход теряется в траве, а затем вода источника, выйдя из травянистого заболоченного участка, медленно растекается по травертиновому щиту, ровным тонким слоем покрывая поверхность щита на участке его шириной 8 м. Здесь она продолжает отлагать карбонат кальция. Дебит источника равен приблизительно 0,03 л/сек. На склоне обнажаются щелочные сиениты. Вода источника чистая, прозрачная, без запаха. Температура воды  $10,6^\circ\text{C}$ . Вода гидрокарбонатно-кальциевая ( $\text{HCO}_3^-$ —28,9%,  $\text{Ca}$ —36,53%), содержит сухого остатка 2,04 г/л. Выход источника № 10, вероятно, приурочен к продолжению большого сброса амплитудой 0,5 км, известного на левом берегу р. Улашик, на расстоянии 1,5—2 км от села Улашик. В районе с. Улашик в 1952 г. на 0,15 км к юго-западу от села, на левом берегу р. Улашик была заложена скважина № 11, которая была пробурена до глуб. 200 м. Был получен колоссальный приток минеральной воды и углекислого газа. Температура воды  $9^\circ\text{C}$ . Скважина пульсирует. По химическому составу вода гидрокарбонатно-хлоридная ( $\text{HCO}_3^-$ —28,4%,  $\text{Cl}^-$ —12%), натриевая ( $\text{Na}^+$ —38,8%), общей минерализации 10,2 г/л, причем в этой скважине с глубиной падала минерализация вод отдельных притоков. Первый приток был встречен на глубине 14—17 м ( $T=8^\circ\text{C}$ ,  $D=1,5$  л/сек.), второй на глубине 32—46 м ( $T=9,5^\circ\text{C}$ ,  $T=10^\circ\text{C}$ ) и третий на глубине 120—123 м ( $T=11^\circ\text{C}$ ,  $D=1,8$  л/сек.). В настоящее время скважина фонтанирует с пульсацией и с небольшим дебитом.

Здесь же была пробурена скважина № 12, прошедшая до 261 м по сплошным кварцевым диоритам. Разлома не встретила. Ею были вскрыты лишь мелкие слабо водоносные трещины. В настоящее время эта скважина законсервирована.

## Источник Боз-Кшпюр (Каранлуг)

На расстоянии 2 км от с. Каранлуг, в ущельи Мусои-дзор, среди вулканогенной толщи палеозоя выходит минеральный источник, названный местным населением Боз-Кшпюр.

Источник выходит из наносов на высоте ~ 3 м над рекой, у подножья бугорка, сложенного окисленными породами. Температура воды 16°C, дебит 0,01 л/сек. Вода нарзанного вкуса, без запаха, бесцветная, прозрачная. По химическому составу вода гидрокарбонатная ( $\text{HCO}_3^-$ —45,26%), натриево-магниевая ( $\text{Na}^+$ —25,7%,  $\text{Mg}^{++}$ —18,1%), содержит сухого остатка 0,30 г/л.

## Х. ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В районе средней части Памбакского хребта обильны атмосферные осадки, но благодаря крутизне рельефа и сравнительной водоупорности пород поверхностный сток преобладает над стоком подземным.

2. Ввиду сильно пересеченного рельефа водоносные горизонты в полном смысле этого слова отсутствуют. Отмечаются отдельные обводненные зоны, где совмещены площади питания, циркуляции и дренажа вод.

3. В районе развиты породы с трещинным типом водопроницаемости. Различаются мощные дислокационные трещины, идущие на большую глубину, и незначительной глубины трещины выветривания, захватывающие только поверхностную зону.

4. Циркуляция вод происходит только по трещинам и по контактам пород. Небольшие родники приурочены к поверхностной трещиноватой зоне. Крупные родники связаны с дислокационными трещинами.

5. На трещиноватых участках сосредоточиваются группы выходов воды.

6. Подземные воды образуются инфильтрацией атмосферных осадков и конденсацией водяных паров воздуха.

7. Ввиду пересеченности и крутизны рельефа воды имеют непродолжительную циркуляцию, и дебит большинства источников подвергается заметным колебаниям в зависимости от количества выпадаемых осадков.

8. Атмосферные осадки распределяются в течение года неравномерно, что вызывает неравномерность поверхностного стока, а также и дебита большинства источников.

9. На Памбакском хребте выходов подземных вод на северном склоне значительно больше, и они мощнее, чем на южном. Объясняется это разными условиями влажности склонов.

10. Подземные воды отличаются небольшой минерализацией, сухой остаток колеблется от 0,063 до 0,310 г/л.

11. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые, реже гидрокарбонатно-натриевые, еще реже гидрокарбонатно-магниевые. Несмотря на продолжительность циркуляции, малую площадь питания, циркуляции и дренажа вод, что сказывается в небольшой минерализации их, все же в химизме вод находит свое отражение как химический состав «вмещающих» пород, так и характер их трещиноватости, определяющей глубину зоны циркуляции воды.

12. По химическому составу подземные воды (пресные) разбиты на 6 типов вод, отличающихся друг от друга соотношением основных катионов Na, Ca, Mg. Каждый тип приурочен к определенным геологическим образованиям.

13. Совершенно особым типом вод являются воды подлавовые, отличающиеся высоким дебитом, низкой температурой и низкой минерализацией, благодаря устойчивости лав растворяющему действию воды. В своем химическом составе они отражают характер водоупора.

14. Выходы наиболее крупных родников приурочены к вершинным частям хребта.

15. Высокое гипсометрическое положение выходов подземных вод предопределяет их сравнительно низкую температуру в пределах от 3 до 7°.

16. Естественными выходами подземных вод район полностью обеспечен водой. Источники распределены по всему району почти равномерно, так что имеющиеся села, а также и кочевки, могут быть обеспечены хорошей питьевой водой, для чего необходимо изучение режима отдельных родников, каптирование родников с постоянным режимом и прокладка в некоторых местах трубопроводов небольшой протяженности. Также могут быть обеспечены водой и будущие стройки. Так как

крупные родники, в основном, выходят высоко в горах, спуск вод в низины, орошение полей и пастбищ не потребует сложных гидротехнических сооружений.

17. Район богат выходами минеральных вод и газа. Наиболее крупными из них являются Мисхано-Мармарикские минеральные воды.

18. Многочисленные выходы минеральной воды и углекислого газа в районе с. Анкаван (Мисханская группа) и вдоль ущелья р. Мармарик (Мармарикская группа) приурочены к крупному, имеющему региональное значение Мисханскому разлому, а также и к сопряженным с ним небольшим нарушениям, и являются единым месторождением минеральных вод. Имеющиеся факты пересыхания естественных выходов минеральных вод, а также прекращения фонтанирования в отдельных буровых скважинах при появлении воды в новых буровых скважинах, говорит о существовании единого потока минеральной воды на глубине, связанного с единой системой тектонических нарушений. Пульсация в отдельных скважинах вызывается большим содержанием углекислого газа.

19. Выходы минеральных вод сопровождаются травертиновыми куполами, минеральными грязями и сплошным покровом арагонито-конгломератового комплекса отложений, прослеженного в районе источников вдоль всего русла р. Мармарик.

20. К востоку дебит минеральной воды и углекислого газа в отдельных выходах, а также мощность арагонито-конгломератового комплекса, увеличиваются. Также увеличивается и процент известкового вещества в нем.

21. Источники обладают очень разнообразным дебитом и температурой. Общий дебит всех выходов минеральной воды составлял ~ 700 тысяч литров в сутки. Неглубоким бурением 4 скважин дебит увеличен до 2,5 миллиона литров в сутки. Температура колеблется от 16 до 34,5°C. Вскрыто несколько притоков минеральных вод. Характерно, что во всех скважинах наиболее сильные высокотемпературные и минерализованные притоки приурочены к глубине 45—55 м.

22. По химическому составу воды Мисхано-Мармарикских минеральных источников относятся к гидрокарбонатно-хлоридным натриево-кальциевым водам с содержанием в большом

количестве свободной углекислоты и кремнекислоты. Воды буровых скважин гидрокарбонатно-хлоридные, натриевые.

23. Минерализация и соответственно содержание отдельных компонентов в строгом порядке: 1) Na, Ca, Mg и 2)  $\text{HCO}_3$ , Cl,  $\text{SO}_4$ , в Мисханских источниках резко падает с запада на восток, а в Мармарикских последовательно повышается с запада на восток.

24. Общая минерализация вод увеличивается с увеличением содержания в водах натрия.

25. Воды источников являются смесью двух вод — коренной минеральной, идущей с глубин, и приповерхностной, циркулирующей в наносах или в верхних нарушенных частях лейкократовых гранитов. Неглубоким бурением вскрыта коренная струя минеральной воды, освобожденная от примеси.

26. С глубиной (скважины №№ 14 и 17) увеличивается температура и общая минерализация минеральной воды.

27. Элементы, растворенные в Мисхано-Мармарикских минеральных водах, — частью глубинного происхождения, но в основном выщелочены из горных пород при циркуляции вод.

28. Рабочее представление о происхождении Мисхано-Мармарикского месторождения минеральных вод может быть сведено к следующему: тектонические движения, последовавшие за внедрением в метаморфическую толщу третичной интрузии кварцевых диоритов, привели к образованию крупного Мисханского разлома и дополнительных мелких, связанных с ним нарушений, которые и явились путями подъема глубинной минеральной воды. Смешавшись с приповерхностными водами, минеральные источники появились на дневной поверхности в местах, ослабленных впоследствии речной эрозией.

29. Аналогом Мисхано-Мармарикских минеральных вод является вода источника № 17 Эссентуки.

30. В районе Мисханского и Памбакского хребтов изучены отдельные более мелкие выходы минеральной воды. Из них наиболее мощными являются Кабахлинские воды, по химическому составу и геологической истории почти аналогичные Мисхано-Мармарикским, но не столь мощные.

31. Мисхано-Мармарикские источники и грязи по своему химическому составу и эмпирически установленному бальнео-

логическому значению, в сочетании с хорошей климатической обстановкой и замечательными красотами природы имеют, как будущий курорт, большие перспективы развития в масштабах, соответствующих их природным богатствам.

32. Оранжево-красная и серо-зеленая глины могут быть использованы для изготовления искусственной лечебной грязи.

33. Ониксовидный мрамор (арагонит) может служить прекрасным декоративным материалом при облицовке зданий при курортном строительстве. Лавы, имеющие широкое развитие в районе, могут быть использованы как хороший строительный материал. Прекрасными родниковыми подлавовыми водами курорт будет полностью обеспечен питьевой водой.

*Список родников пресных вод*

№№ родн.	Дебит в л/сек.	Темпера- тура в °С	№№ родн.	Дебит в л/сек.	Темпера- тура в °С
1	2	3	1	2	3

Родники, выходящие из лавовых пород

I. На контакте с сиенитами

95	1,5	6	121	7,5	5,4
96	5,0	6	122	2,0	5
97	7,0	4,8	123	6,0	5
98	1,1	4	129	1,8	5,5
99	2,0	5	132	0,1	4
100	0,5	6	153	20,0	5
101	9,2	3			
102	9,1	3,5			
119	2,3	7	Средняя ...		4,3

II. На контакте с кварцевыми диоритами

22	0,3	4,8	41	1,7	4
23	0,4	5	42	0,7	5
27	0,4	5	48	1,6	4
28	0,4	6,2	49	1,5	4
29	0,3	6	50	2,5	5
30	0,3	6	51	2,0	4
31	0,5	6	52	0,4	4
33	0,4	5,8	53	1,5	4,5
34	0,4	6,2	54	2,0	4
35	0,7	5,5	55	1,1	4
36	0,3	6			
37	0,8	6			
38	6,6	4	Средняя ...		5

III. На контакте с верхнемеловыми породами

115	2,6	5	107	0,2	7
154	1,0	8	108	0,1	6
155	0,5	7,2	109	0,2	6
156	0,1	8,2	110	0,1	7
103	1,2	6,2			
104	0,1	6			
105	9,2	6,5	Средняя ...		6,6
106	0,1	5,8			

1	2	3	1	2	3
---	---	---	---	---	---

IV. На контакте с метаморфическими сланцами

32	2,9	4	47	2,0	4,2
39	9,1	4,4	111	0,1	6
40	1,0	3	112	0,2	7
43	1,0	3	Средняя ...		4,2
44	0,6	4			
45	14,9	2,5			
46	1,2	4,3			

Список родников, выходящих в вулканогенной толще эоцена

67	2,3	5,8	287	5,0	9
68	1,6	6,5	288	5,0	9
236	0,7	6	289	5,0	7
237	0,8	6	290	5,0	7
238	1,8	6	291	1,5	7
246	1,4	7	292	6,0	7,5
247	0,7	6	293	1,5	8
249	0,5	8	294	1,5	8,5
259	7,0	4	297	4,0	8
263	7,0	7	299	1,2	8,5
265	10,0	7	300	1,7	8
266	5,0	8	301	3,0	6
267	6,0	7	316	3,0	6
268	2,5	8	318	1,5	9
269	1,0	8	319	1,5	10
270	2,0	8	320	3,0	10
272	5,0	8	321	5,5	
273	6,0	7,5	334	10,0	
275	3,0	7	335	9,0	
276	4,5	8	336	0,7	
277	1,5	8	337	1,2	
278	6,5	4,5	338	0,5	
279	4,5	6	339	1,0	
280	2,5	7,5	340	4,0	
281	6,0	7	341	14,9	
282	4,5	7	342	3	
283	0,8	6,5	343	5,5	
284	10,5	6,5	Средняя ...		6,8/6,4
285	1,9	7,5			
286	2,0	7			

Список родников, зарегистрированных на контакте эоценовой вулканогенной толщи с щелочными сисенитами

66	0,5	7	94	1,5	6
71	0,1	7	127	0,7	5
77	0,7	4,5	128	0,4	5
93	11,0	7	130	0,6	5,5

1	2	3	1	2	3
131	0,7	5	232	0,1	6,5
133	0,4	6	234	0,1	6,5
134	0,2	7	235	0,1	5
218	27,5	7,5	239	0,7	5,5
219	0,2	7	240	0,2	5,5
220	0,5	6	241	0,5	6
221	0,3	6	242	2,5	6
222	0,8	6	244	2,0	6
223	0,3	7,5	250	0,1	8
224	0,4	7	251	0,2	7,5
225	0,5	6	252	0,3	5,5
226	0,5	5			
228	0,5	6			
231	0,5	6			
			Средняя ...		6,1

Список родников, зарегистрированных на контакте эоценовой вулканогенной толщи с верхнемеловыми отложениями

87	6,5	6	91	10,0	6,8
88	5,0	6	92	1,2	7
89	6,0	6			
90	2,5	7			
			Средняя ...		6,5

Список родников, выходящих из верхнемеловых отложений

157	0,2	7,6	264	5,5	7,5
162	4,0	6	271	5,0	7,7
166	1,7	6,5	274	2,0	8
167	5,0	6	116	0,2	7
175	4,0	8	117	0,2	6
258	0,4	4	351	0,2	9
260	6,0	6,5			
261	1,0	8			
262	3,0	8			
			Средняя ...		7

Список родников, зарегистрированных на контакте верхнемеловых пород с гранитами и метаморфическими сланцами

158	1,4	8	176	5,9	5,4—5,8
160	0,3	8	168	0,8	7,6
170	5,5	6,5			
171	1,6	5			
172	1,0	5			
173	8,0	5			
			Средняя ...		6,3/8

1	2	3	1	2	3
Список родников, выходящих в вулканогенной толще палеозоя					
159	0,07	9,4	202	0,5	10
161	0,5	7,4	203	1,3	7
179	0,7	8	204	0,7	5,8
180	4,2	3,5—4	215	1,1	8
194	12,3	7	254	0,1	5,2
195	1,0	7,6	255	0,2	5,2
196	6,0	6	256	0,09	6,4
198	0,5	10	257	0,2	8
199	0,5	10			
200	0,3	10			
201	0,3	10			
Средняя...					7,4

Список родников, выходящих в метаморфических сланцах

113	0,2	7	345	0,1	10
114	0,1	7	346	0,1	8
164	0,4	6,2	347	0,2	9
165	32,3	7	348	0,2	10
178	1,9	6	349	0,1	10
197	5,0	6	350	0,2	10
208	2,0	8,2			
211	2,0	6			
344	0,2	11,2			
Средняя...					7,9

Список родников, выходящих в кварцевых сиенитах

324	4,3	8,5	330	1,0	7
325	2,5	5,5	331	0,8	4,5
326	2,0	6			
327	4,0	5,5			
328	4,0	5,5			
329	4,0	5,5			
Средняя...					6

Список родников, выходящих в щелочных и нефелиновых сиенитах

69	1,7	5,2	83	0,7	5
70	0,5	6	84	1,4	5,5
72	0,1	7,5	85	1,4	6
73	0,2	7,5	86	0,4	6
74	0,2	5,5	118	0,6	5
75	0,6	7,5	120	1,2	6
76	0,9	6	124	0,8	5,5
78	0,7	4,5	125	0,7	4,5
79	2,9	4	126	0,7	5
80	1,0	4,2	135	0,5	6
81	0,5	6,5	136	0,3	7
82	0,3	5	137	0,2	6

1	2	3	1	2	3
138	0,3	5	230	0,2	6
139	0,7	5	233	0,1	6,5
140	0,3	6	243	3,7	5
141	0,1	7,5	245	0,1	6
142	15,0	4	303	5,0	6
143	17,2	4	304	5,0	6
144	0,7	6	305	5,0	6
145	0,3	6,5	306	5,0	6
146	0,6	5,7	307	5,0	6
147	0,6	5	308	4,0	5
148	0,7	6	310	1,7	6,5
149	0,4	5,5	312	7,5	6
150	0,2	6	313	7,5	6,5
151	0,5	5	314	7,5	6
152	0,5	6,5	315	7,5	6
217	250,0	7,5	317	5,0	5
227	0,1	6,5			
229	0,2	6,5			
			Средняя ...		5,8

Список родников, выходящих из порфировидных гранитов

322	3,0	9	333	10,0	5,5
323	9,0	9			
332	1,0	5	Средняя . .		7,1

Список родников, выходящих из кварцевых диоритов и гранодиоритов

21	0,2	6	65	0,02	12,2
24	0,1	5	183	0,3	3,3
25	0,2	5,2	185	0,5	4,6
26	0,2	6	190	0,07	9
56	0,1	12	191	0,05	12
57	0,3	6	193	0,5	9,5
58	0,02	8	295	0,3	9
59	0,02	10	296	3,5	9,5
60	0,02	10	298	2,5	8
61	0,6	10	248	0,1	8
62	0,02	12			
63	0,02	10	Средняя ...		8,2
64	0,02	10			

Список родников, выходящих из палеозойских гранитов

169	0,8	6,8	207	1,5	5
177	0,2	5,8			
205	0,8	8	Средняя ...		6,4
206	1,4	6,2			

1	2	3	1	2	3
---	---	---	---	---	---

Список родников, выходящих на контакте гранитов  
и сланцев

163	3,6	6	212	1,4	5
174	7,5	6,5	213	3,9	6
184	0,06	10	214	8,8	5,5
186	1,9	10,8			
209	4,5	5	Средняя ...		6
210	3,5	5,5			

Список родников, выходящих на контакте гранитов  
и кварцевых диоритов

187	0,2	9,8	216	1,8	5
188	0,1	10,2			
189	0,6	9	Средняя ...		8,6
192	1,8	9			

Сводная таблица химических анализов  
пресных вод (в г/л)

Аналитик Э. А. Кюрегян

№№ родник.	И о н ы							сухой остаток
	Na+K'	Ca''	Mg''	Cl'	SO <sub>4</sub> ''	HCO <sub>3</sub> '	Fe''/Fe'''	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Контакт лав с меловой толщей.

103	0,004	0,011	0,008	0,007	нет	0,073	0,0001	0,072
-----	-------	-------	-------	-------	-----	-------	--------	-------

Контакт лав с метаморфическими сланцами

32	0,032	0,014	0,010	0,007	нет	0,097	нет	0,128
----	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-----	-------

Контакт лав и кварцевых диоритов

54	0,016	0,016	следы	0,017	нет	0,061	нет	0,082
38	0,012	0,013	следы	0,014	нет	0,048	нет	0,068

Контакт лав со щелочными сиенитами

97	0,002	0,047	следы	0,017	следы	0,122	0,0007	0,247
98	0,008	0,042	следы	0,017	следы	0,122	нет 0,0004	0,144

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Эоценовая вулканогенная толща

67	0,022	0,016	следы	0,026	нет	0,061	$\frac{0,0003}{\text{следы}}$	0,096
----	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-------------------------------	-------

Верхнемеловые отложения (родн. № 117 приурочен к разлому)

57	0,025	0,026	0,013	0,017	нет	0,183	$\frac{0,0002}{-}$	0,260
117	0,041	0,067	0,010	0,017	нет	0,335	$\frac{0,0009}{-}$	0,310

Палеозойская вулканогенная толща

161	0,001	0,018	0,009	0,003	нет	0,091	следы	0,088
203	0,008	0,026	0,010	0,035	следы	0,091	нет	0,152

Метаморфические сланцы

164	0,009	0,026	0,009	0,035	нет	0,090	нет	0,130
-----	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-----	-------

Кварцевые диориты

191	0,017	0,009	следы	0,008	нет	0,061	следы	0,064
190	0,014	0,027	0,007	0,007	следы	0,146	$\frac{0,0005}{0,0001}$	0,144
25	0,014	0,011	следы	0,014	следы	0,048	0,0006	0,063
56	0,012	0,032	0,010	0,017	нет	0,152	нет	0,160

Щелочные и нефелиновые сиениты (№ 136 приурочен к разлому)

80	0,001	0,013	нет	0,008	следы	0,030	$\frac{0,0003}{-}$	0,052
120	0,003	0,042	следы	0,008	следы	0,122	следы	0,120
69	0,006	0,019	нет	0,008	следы	0,061	$\frac{0,0008}{-}$	0,036
118	0,006	0,019	следы	0,003	следы	0,061	$\frac{0,0004}{-}$	0,038
136	0,065	0,011	$\frac{0,007}{-}$	0,105	нет	0,061	$\frac{0,0004}{-}$	0,222

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Палеозойские граниты

207	0,002	0,032	0,012	0,008	нет	0,152	0,0003	0,140
169	0,004	0,025	0,008	0,007	нет	0,122	0,0003	0,108
344	0,025	0,021	0,009	0,007	следы	0,097	нет	0,124

Контакт эоценовой вулканогенной толщи с верхнемеловыми отложениями

87	0,003	0,047	следы	0,017	следы	0,122	нет	0,130
92	0,0007	0,019	0,009	0,008	следы	0,090	следы	0,104

Контакт верхнемеловых отложений с метаморфическими сланцами

160	0,011	0,035	следы	0,008	следы	0,122	следы	0,118
158	0,013	0,028	следы	0,035	нет	0,061	0,0007	0,110

Контакт верхнемеловых отложений с палеозойскими гранитами

168	0,007	0,025	следы	0,014	нет	0,073	0,0004	0,084
-----	-------	-------	-------	-------	-----	-------	--------	-------

Мисханский разлом. Контакт гранитов (кварц. диоритов) лав.

182	0,173	0,011	следы	0,014	нет	0,048	0,0004	0,100
-----	-------	-------	-------	-------	-----	-------	--------	-------

Сводная таблица полевых химических анализов пресных вод (г/л)

Аналитик Э. А. Кюреган

№№	Cl'	SO <sub>4</sub> ''	HCO <sub>3</sub> '	общ. Fe
Л а в ы / м е л				
154	0,017	—	0,152	сл.
155	0,017	—	0,152	сл.
156	0,017	—	0,213	0,0007
Л а в ы / с л а н ц ы				
39	0,007	—	0,048	нет
112	0,017	—	0,183	0,0007
47	0,017	—	0,030	0,0014
44	0,008	—	0,030	0,0023

і	2	3	4	5
Л а в ы / к в а р ц. д и о р и т ы				
27	0,014	—	0,171	0,0006
50	0,008	—	0,061	нет
41	0,017	—	0,061	следы
42	0,017	—	0,061	0,003
Л а в ы / с и е н и т ы				
153	0,017	—	0,061	нет
101	0,003	—	0,061	0,0004
М е л				
116	0,122	—	0,274	0,0007
П а л е о з. в у л к. т о л щ а				
194	0,003	—	0,152	нет
159	0,003	—	0,122	—
С л а н ц ы				
208	0,003	—	0,061	нет
К в а р ц. д и о р и т ы				
183	0,014	—	0,078	0,0001
26	0,017	—	0,061	0,0003
193	0,035	—	0,031	0,0004
185	0,003	—	0,061	следы
С и е н и т ы				
149	0,008	—	0,061	0,0005
79	0,008	—	0,090	0,0007
Г р а н и т ы				
195	0,008	—	0,122	нет
203	0,003	—	0,122	нет
Э о ц е н / м е л				
91	0,008	—	0,091	—
Э о ц е н / с и е н и т ы				
127	0,017	—	0,122	0,0004
134	0,008	—	0,061	0,0004
66	0,008	—	0,107	0,0009
К в. д и о р и т ы / г р а н и т ы				
189	0,007	—	0,097	0,0004
187	0,007	—	0,171	0,0006
188	0,007	—	0,122	0,0003
192	0,008	—	0,030	нет
Г р а н и т ы / с л а н ц ы				
186	0,007	—	0,122	0,0005

*Химический состав минеральной воды источников и шурфов Мисханской группы*  
Аналитик Э. А. Кюреган

Ионы	Источник № 19	Источник № 13	Источник № 3	Шурф № 3/2	Шурф 3/1	Источник № 12	Источник № 2	Источник № 2а	Источник № 1	Источник № 4	Источник № 21	Источник № 23
Г р а м м / л и т р												
Na+K	0,364	0,014	0,612	—	—	—	1,117	1,227	—	0,138	0,328	0,085
Ca	0,035	0,128	0,683	0,345	0,374	0,390	0,437	0,415	0,329	1,255	0,338	0,092
Mg	0,007	0,009	0,152	0,14	0,064	0,054	0,222	0,192	0,014	0,382	0,187	сл.
Fe	0,014	0,003	0,023	—	—	0,0012	0,009	0,032	0,010	0,0004	0,004	0,004
Cl'	0,035	0,006	0,779	0,169	0,659	0,642	1,418	1,361	0,676	1,536	0,628	0,146
SO <sub>4</sub> "	нет	0,052	0,329	0,125	0,180	0,165	0,240	сл.	0,150	0,209	0,088	сл.
HCO <sub>3</sub> '	0,152	0,390	2,440	1,236	2,034	1,815	2,879	3,245	1,295	3,350	1,659	0,268
SiO <sub>2</sub>	0,056	не опр.	0,120	—	—	0,096	0,140	0,200	0,072	0,128	0,136	0,080
Сухой остаток	0,592	0,464	5,760	1,490	3,040	2,980	6,720	5,068	2,403	5,540	2,540	0,582

Химический состав минеральной воды источников и шурфов Мармарикской группы

Аналитик Э. А. Кюреган

Ионы	Источник № 14	Источник № 15	Шурф 15/16	Источник № 16	Источник № 17	Источник № 17а	Источник № 17б	Источник № 18	Источник № 5	Источник № 9	Источник № 20	Источник № 20а	Источник № 20б	Шурф 20/2	Шурф 20/17	Шурф 6
Г р а м м / л и т р																
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	0,236	0,397	—	0,521	1,296	0,024	0,165	—	0,172	1,701	1,550	1,987	2,114	—	—	—
Ca <sup>2+</sup>	0,112	0,284	0,434	0,248	0,520	0,228	0,149	0,530	0,120	0,675	0,491	0,476	0,529	0,345	0,233	0,305
Mg <sup>2+</sup>	0,032	0,044	0,056	0,045	0,126	0,078	0,109	0,056	0,022	0,156	0,236	0,175	0,178	0,062	0,025	0,037
Fe общ.	0,0003	0,0002	—	0,018	0,0063	0,0029	0,043	—	0,004	0,010	0,057	нет	сл.	—	—	—
Cl <sup>-</sup>	0,298	0,597	1,453	0,653	1,642	0,506	0,398	1,554	0,170	2,197	1,940	1,968	2,177	1,385	0,659	1,419
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,045	0,075	0,180	0,066	1,181	0,095	0,071	0,195	0,065	0,325	0,222	0,225	0,230	0,165	0,110	0,15
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,610	1,268	2,570	1,413	2,672	1,098	0,805	2,808	0,512	2,877	3,392	3,928	4,074	1,904	1,089	2,025
SiO <sub>2</sub>	0,032	0,030	—	0,080	0,240	0,100	0,180	—	не опред.	не опред.	0,136	0,156	0,172	—	—	—
Сухой остаток	1,104	2,172	4,800	2,250	5,180	1,552	1,588	5,190	0,828	7,996	6,952	6,952	7,692	4,248	2,198	4,335

Аналитик Э. А. Кюреган

Ионы	Источник № 9	Источник № 2	Источник № 3	Источник № 206	Источник № 13
Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	—	—	0,888	2,327	0,174
Na <sup>+</sup>	1,378	1,099	не опред.	не опред.	не опред.
K <sup>+</sup>	0,970	0,702	не опред.	не опред.	не опред.
Ca <sup>++</sup>	0,352	0,290	0,295	0,147	0,126
Mg <sup>++</sup>	0,124	0,124	0,016	0,112	0,010
Общ. Fe	нет	нет	0,0002	0,004	0,001
Cu <sup>++</sup>	не опред.	не опред.	нет	нет	нет
Mn <sup>++</sup>	не опред.	не опред.	не опред.	не опред.	0,003
Al <sup>+++</sup>	не опред.	не опред.	0,008	0,020	0,0005
Ba <sup>++</sup>	не опред.	не опред.	нет	нет	не опред.
Sr <sup>++</sup>	0,142	0,068	нет	нет	не опред.
Cl <sup>'</sup>	2,276	1,704	0,670	2,177	0,014
SO <sub>4</sub> <sup>''</sup>	0,300	0,300	0,111	0,230	0,047
HCO <sub>3</sub> <sup>'</sup>	2,785	2,316	2,123	3,292	0,822
Mn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>''</sup>	не опред.	не опред.	нет	нет	0,0001
PO <sub>4</sub>	не опред.	не опред.	нет	нет	нет
NO <sub>2</sub>	нет	нет	не опред.	не опред.	не опред.
NO <sub>3</sub>	нет	нет	не опред.	не опред.	не опред.
Br <sup>'</sup>	не опред.	не опред.	нет	нет	не опред.
Y <sup>'</sup>	не опред.	не опред.	нет	нет	не опред.
AsO <sub>4</sub>	не опред.	не опред.	нет	нет	не опред.
SiO <sub>2</sub>	не опред.	не опред.	0,022	0,022	0,041
H <sub>2</sub> S	не опред.	не опред.	нет	нет	нет
NH <sub>4</sub>	нет	нет	не опред.	не опред.	не опред.
pH	6,8	6,8	7,0	7,0	5,4
Сухой остаток	6,568	4,966	3,086	3,086	0,840

Химический состав минеральной воды из буровых скважин (г/л)

Аналитик Э. А. Кюреган

Ионы	Скваж. № 10	Скваж. № 8	Скваж. № 7	Скваж. № 4
Na <sup>+</sup>	1,249	1,569	1,373	2,210
Ca <sup>++</sup>	0,168	1,176	0,264	0,168
Mg <sup>++</sup>	0,134	0,177	0,162	0,165
Cl <sup>'</sup>	0,945	1,680	1,365	2,065
SO <sub>4</sub> <sup>''</sup>	0,186	0,275	0,199	0,313
HCO <sub>3</sub> <sup>'</sup>	2,635	2,325	2,659	3,245
Mn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>''</sup>	не обнар.	не обнар.	не обнар.	не обнар.
SiO <sub>2</sub>	0,084	0,107	0,107	0,113
pH	7,0	6,8	7,0	7,0
Сухой остаток	3,470	5,426	5,268	6,090

Химический состав минеральной воды скваж. № 17  
 Аналитики О. А. Бозоян и А. О. Меликсетян

В 1 литре	мг/1 л	мг/1 экв.	мг/экв. ‰
Иона аммоний	не обнар.		
» литий	2,6	0,37	0,2
» натрий	1813,6	78,85	33,7
» калий	19,5	0,50	0,2
» магний	57,5	4,79	2,1
» кальций	628,0	31,20	13,3
» стронций	8,8	0,20	0,1
» барий	не обнар.		
» железо	23,0	0,83	0,4
» марганец	0,2	0,05	
Сумма катионов		116,79	50,0
Иона хлора	1930,8	54,39	23,3
» бром	0,07		
» иод	0,08		
» сульфат	230,0	4,80	2,0
» нитрат	не обнар.		
» гидрокарбон.	↖ 3513,6		
» карбонат		57,60	24,7
» гидрофосфат			
Сумма анионов		116,79	50,0
Кремникислота	96,0		
Сухой остаток при 105°C	6560,0		

В 1 литре	мг/л	мг/экв.	мг/экв. (%)
Катионы	не обнаружено		
Аммоний			
Литий	2,4	0,39	0,3
Натрий	1848,5	78,29	32,7
Калий	17,5	0,45	0,4
Магний	93,1	7,76	3,3
Кальций	568,6	28,43	12,2
Стронций	6,4	0,15	0,1
Барий			
Железо	28,0	1,00	0,9
Марганец	2,7	0,10	0,1
Сумма ...		116,57	50,0
Анионы			
Хлор	1969,5	55,48	23,8
Бром	0,044	—	—
Иод	0,060	—	—
Сульфат	225,0	4,69	2,0
Нитрат			
Гидрокарбонат	3440,4	56,40	24,2
Карбонат			
Гидрофосфат			
Сумма ...		116,57	50,0
Кремневая кислота	100,0		
Углекислота свободн.	1650,0		
Сухой остаток	6456,0		

Химический состав минеральной воды скваж. № 1  
 Аналитики О. А. Бозоян и А. О. Меликсетян

В 1 литре	мг/л	мг/экв.	мг/экв. ‰
Аммоний			
Литий	не обнар.		
Натрий	303,1	13,18	25,5
Калий	15,6	0,40	1,2
Магний	48,5	4,07	8,0
Кальций	156,2	7,81	15,3
Стронций	не обнар.		
Барий	не обнар.		
Железо	следы		
Марганец	следы		
Сумма катионов		25,46	50,0
<del>Хлор</del> хлор	126,4	3,56	7,0
Бром	0,060		
Иод	0,040		
Сульфат	120,0	2,50	4,9
Нитрат			
Гидрокарбонат	1189,4	19,40	38,1
Карбонат	не обнар.		
Гидрофосфат			
Сумма анионов		25,46	50,0
Кремникислота	45,0		
Сухой остаток при 105°С	1200,0		

Химический состав минеральной воды Улашик, скв. № 11  
 Аналитики О. А. Бозоян и А. О. Меликсетян

В 1 литре	мг/л	мг/экв.	мг/экв. ‰
Иона аммоний	не обнар.		
" литий	4,2	0,60	0,2
" натрий	2884,2	125,4	38,8
" калий	39,0	1,00	0,3
" магний	169,7	14,14	4,4
" кальций	397,0	19,85	6,2
" стронций	следы		
" барий	не обнар.		
" железо	6,0	0,22	0,1
" марганец	следы		
<b>Сумма катионов</b>		<b>161,21</b>	<b>50,0</b>
Иона хлора	1361,8	38,36	12,0
" бром	0,09		
" иод	0,10		
" сульфат	1500,0	11,25	9,60
" нитрат	не обнар.		
" гидрокарбон.	5587,6	91,60	28,4
" карбонат	не обнар.		
" гидрофосфат			ε
<b>Сумма анионов</b>		<b>161,21</b>	<b>50,0</b>
Кремникислота	96,0		
Сухой остаток при 105°C	10245,0		

*Содержание свободной углекислоты в минеральной воде источников и шурфов Мисханской и Мармарикской групп (в г/л)*

Аналитик Э. А. Кюреган

№№ ист. и шурф.	Замер 1947 г.	З а м е р ы 1 9 4 8 г о д а							средн.
		8/VII	12/VII	16/VII	20/VII	24/VII	28/VII	30/VII	
№ 13	—	—	—	0,423	—	0,373	—	—	0,398
№ 3	0,770	0,810	—	0,860	—	0,845	—	0,870	0,846
Шурф 3/1	—	—	—	—	—	0,522	—	—	—
№ 2	0,990	1,402	1,104	1,373	1,198	1,218	1,203	1,163	1,237
№ 12	1,430	0,745	—	0,696	—	0,741	—	—	0,727
№ 1	1,870	0,547	—	0,621	—	0,522	—	0,621	0,577
№ 4	0,990	—	—	0,502	—	0,552	—	—	0,527
№ 14	0,123	—	—	—	—	—	—	—	—
№ 15	0,335	0,661	—	0,721	—	0,741	—	0,721	0,711
№ 16	0,422	—	—	—	—	—	—	—	—
№ 18	0,704	0,825	—	0,820	—	0,918	—	0,969	0,883
№ 17	0,510	—	—	—	—	0,681	—	—	0,681
№ 176	—	0,413	—	0,547	—	0,631	—	—	0,530
№ 9	0,519	—	0,746	0,900	0,979	0,895	0,870	0,890	0,880
№ 5	0,246	—	—	—	—	—	—	—	—
№ 20	—	0,586	—	0,596	—	—	—	—	0,591
Шурф 20/2	—	—	—	—	—	0,616	—	—	0,616
Шурф 20/17	—	—	—	—	—	0,696	—	—	0,696

*Химический состав речной воды р. Мармарик*

Аналитик О. А. Бозоян

№№ проб Июны	РВ I	РВ II	РВ III	РВ IV	РВ V	Примечание
Г р а м м / л и т р						
Na+K	—	—	—	—	—	<b>Проба РВ-I</b> взята до выходов минеральной воды вверх по течению р. Мармарик.
Ca	0,0356	0,042	0,0368	0,1124	0,054	
Mg	—	—	—	0,0178	не обнар.	<b>Проба РВ-II</b> взята у выходов минеральной воды в с. Мисхана.
Fe	—	—	—	—	—	
Cl	0,0103	0,0171	0,0202	0,4636	0,0408	<b>Проба РВ-III</b> взята между Мисханской и Мармарикск. группами выходов минеральных вод.
SO <sub>4</sub> '	—	—	—	0,080	не обнар.	
HCO <sub>3</sub> '	0,1031	0,108	0,1031	0,7607	0,136	<b>Проба РВ-IV</b> взята в районе Мармарикской группы выходов за источником № 9.
SiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	
Сухой остаток	0,126	0,134	0,128	1,262	0,184	<b>Проба РВ-V</b> взята ниже выходов минеральной воды, за их пределами.

*Химический состав минеральной воды источников Мисханского и Памбакского хребтов*

Аналитик Э. А. Кюреган

Источники	Ущелье р Мармарик		Памбакский хребет				
	Кармир Овит		Улашик	Вартанлу	Дилижан	Гамзачиман	
Ионы	источник № 7	источник № 8	источник № 10	Так-ахпюр	Блданчай	№ 1	Фролова балка
	<b>Г р а м м / л и т р</b>						
Na+K	0,200	0,026	0,015	0,070	1,5251	0,375	0,317
Ca	0,380	0,437	0,430	0,049	0,2093	0,755	0,637
Mg	0,060	0,103	0,082	0,005	0,0570	0,305	0,164
Fe	0,027	0,033	0,008	следы	0,0270	0,018	—
Cl	0,283	0,709	0,177	0,038	0,4675	0,071	0,173
SO <sub>4</sub> "	0,153	0,281	0,273	0,063	0,2975	0,251	0,174
HCO <sub>3</sub> '	0,122	0,634	0,683	0,097	3,8164	4,374	2,837
SiO <sub>2</sub>	0,044	0,060	0,200	—	0,1119	0,104	0,034
Сухой остаток	2,760	2,400	2,040	0,280	6,5179	6,000	4,200

*Химический состав минеральных источников Мисханского и Памбакского хребтов*

Аналитик Э. А. Кюреган

Источники	Мисханский хребет*						
	Каранлу		Кабаклы			Цахкадзор-Рндамал	
Ионы	Боз Кшпюр	источ. I	источ. II	источ. III	Тту ахпюр	Арч ахпюр	Катн ахпюр
	<b>Г р а м м / л и т р</b>						
Na+K	0,058	—	—	—	0,001	0,004	0,00067
Ca	0,018	0,345	0,415	0,441	0,068	0,055	0,0590
Mg	0,022	0,014	0,029	0,025	0,011	0,014	0,0130
Fe	0,001	0,011	0,013	0,016	0,003	0,003	0,002
Cl'	0,035	0,338	0,385	0,378	0,042	0,042	0,014
SO <sub>4</sub> "	нет	0,055	0,060	0,065	0,016	не обн.	не обн.
HCO <sub>3</sub> '	0,274	1,135	1,413	1,487	0,122	0,073	0,097
SiO <sub>2</sub>	0,256	0,019	0,027	0,026	—	—	—
Сухой остаток	0,304	1,586	1,897	1,956	0,248	0,284	0,344

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абих Г. Геология Армянского нагорья. Западная часть Зап. Кавказ. отд. Географич. общ., т. XXI, 1889.
2. Акопян Н. А. Минералогия зоны окисления Дастакертского и Мисханского месторождений в Армении (отчет о полевых работах 1948 г.), рукопись, фонд АрмГУ.
3. Алекин О. А. Общая гидрохимия, 1948.
4. Алекин О. А. К вопросу о химической классификации природных вод. Тр. НИУ ГУГМС, серия IV, вып. 32, Гидрометеоздат, Ленинград, 1946.
5. Багдасарян Г. П. Тежахметский щелочной интрузив, рукопись, фонд АрмГУ.
6. Багдасарян Г. П. Краткая характеристика центрального щелочного массива Памбакского хребта АрмССР, 1945, рукопись, фонд АрмГУ.
7. Багдасарян Г. П. Краткая характеристика Ахтинского месторождения нефелиновых пород, 1948, рукопись, фонд АрмГУ.
8. Васильевский М. М. Схема основного гидрогеологического районирования Европейской части СССР, «Советская геология», 1939, № 7.
9. Васильевский М. М. и Погребов И. Ф. Методика общего гидрогеологического картирования ГОНТИ, 1939.
10. Вернадский В. И. О классификации и химическом составе природных вод, «Природа», № 9, 1929.
11. Вернадский В. И. Пластовые воды биосферы и стратисферы в связи с классификацией природных вод, I Всесоюзн. гидрогеолог. съезд, Лен. изд. Геол. Гиз, 1931.
12. Вернадский В. И. История природных вод, Госхимиздат, Ленинград. 1933, часть I, вып. I, II, III.
13. Вернадский В. И. Очерки геохимии, 1934.
14. Вернадский В. И. История минералов земной коры, т. II, ОНТИ, химтеорет., Ленинград, 1934.
15. Герасимов А. П. Минеральные воды в России, Петроград, 1920.
16. Гинсберг А. С. Геолого-петрографическое описание правобережья р. Занги к западу от сел. Комадзор до долины р. Маман, Изв. Ак. наук. Бассейн оз. Севан, т. III, 1933.
17. Делескамп Р. Ювенильная и вадозная углекислота (перевод с немец-

- кого горн. инж. Егунова), Ежегодник по геологии и минералогии России, т. XIII, 1911.
18. Демехин А. П. Арзни. Гидрогеологический очерк, Труды АрмГУ, вып. 1, Ереван, 1940.
  19. Демехин А. П. Джермук (гидрогеологический очерк), Изд. АН АрмССР, Ереван, 1947.
  20. Дзэнс-Литовский А. И. Природные минеральные воды СССР, «Наука и жизнь», № 11/12, Москва, 1944.
  21. Дзэнс-Литовский А. И. и Толстихин Н. И. Бальнеологические ресурсы природных минеральных вод СССР и их географическое распределение и методы учета, «Проблемы советской геологии», № 7, 1936.
  22. Дзэнс-Литовский А. И. и Толстихин Н. И. Природные минеральные воды и грязи Советского Союза.
  23. Долуханова Н. И. Минеральные источники Ахтинского и Кироваканского районов АрмССР, рукопись, фонд АрмГУ, 1945.
  24. Долуханова Н. И. Минеральные источники близ сел. Мисхана Ахтинского района АрмССР, «Известия» АН АрмССР, № 7/8, 1947.
  25. Дуров С. А. Классификация природных вод и графическое изображение их состава, «Доклады» АН СССР, т. I, IX, № 1, 1948.
  26. Дьяконова-Савельева Е. Н. Геологические исследования в окрестностях Дилижана (Армения) летом 1927 года. Бассейн оз. Севан. Изд. Ак. наук, 1929.
  27. Епремян П. Л. Гидрогеологический очерк междуречья рр. Касах и Зангу и западного склона Агмаганского хребта, 1945, рукопись, фонд АрмГУ.
  28. Ефимов Б. П. Предварительный отчет по работам 1928 г., рукопись, Кур. упр. АрмССР.
  29. Игнатович Н. К. О закономерностях распределения и формирования подземных вод, ДАН СССР, 1944, т. XV, № 3.
  30. Каменский Г. П. Основы динамики подземных вод, ч. II.
  31. Карапетян О. Т. Денудационные процессы в Памбакской долине в ССР Армении. Материалы для геологии и гидрогеологии ССР Армении, вып. I, Геол. институт Арм. филиала Ак. наук, издание Госиздата Армении, Материалы, 1936.
  32. Карапетян О. Т. Материалы по геологии и гидрогеологии Армянской ССР, изд. Ак. наук, 1938, вып. 3.
  33. Карапетян О. Т. Главные минеральные источники АрмССР в связи с развитием курортного строительства.
  34. Карницкий И. Месторождение медных руд в Мисханском ущельи. Отводы М. Маруфа и Г. Харабаниди, 1908, рукопись, фонд АрмГУ.
  35. Карстенс Э. Э. Материалы по химическому составу минеральных источников.
  36. Кашкай М. А. Геолого-петрографический очерк района Исти-су и геохимия источников, АзФАН, 1939.
  37. Кельгак. Подземные воды и источники, Ленинград, 1935.

38. **Конюшевский Л. К., Круг Е. В., Богачев В. В.** Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края, 1937.
39. **Котляр В. Н.** Отчет о летних полевых работах в 1931 г., рукопись, фонд АрмГУ.
40. **Котляр В. Н. и Тер-Оганезов Я. Г.** Осенний предварительный отчет о работах Мисханской геолого-разведочной группы 1931 г., рукопись, фонд АрмГУ.
41. **Котляр В. Н. и Тер-Оганезов Я. Г.** Мисханское молибденово-медное месторождение в АрмССР, рукопись, фонд АрмГУ, 1931—1932 гг.
42. **Котляр В. Н.** Сведения по Мисханскому молибденово-медному месторождению, 1932, рукопись, фонд АрмГУ.
43. **Котляр В. Н. и Тер-Оганезов Я. Г.** Предварительный отчет о работах Мисханской геол.-развед. партии 1931 г., рукопись, фонд АрмГУ.
44. **Котляр В. Н. и Соколов П. Н.** Геологический очерк района Памбакского и Мисханского АрмССР, рукопись, фонд АрмГУ, 1931—1932 гг.
45. **Котляр В. Н. и Соколов П. Н.** Предварительный отчет о работе Мисхано-Апаранской геолого-поисковой партии, рукопись, фонд АрмГУ, 1932.
46. **Котляр В. Н.** Мисханское месторождение, «Труды» Всесоюзной конференции по цветным металлам, 1932.
47. **Котляр В. Н.** Предварительный отчет о полевых работах, проведенных в 1938 г. по исследованию Памбакского комплекса интрузивов, рукопись, фонд АрмГУ.
48. **Котляр В. Н.** Памбак (геология, интрузивы и металлогения Памбакского хребта и смежных районов Армении), рукопись, фонд АрмГУ, 1938.
49. **Котляр В. Н., Соколов П. Н., Тер-Оганезов Я. Г.** Докладная записка о Мисханском месторождении 1939 г., рукопись, фонд АрмГУ.
50. **Котляр В. Н.** Интрузивные породы центральной части АрмССР, Тбилиси, 1941, Изд. «Техника да шрома».
51. **Котляр В. Н.** Структура и генезис Мисханского молибденово-медного месторождения в Армении, «Известия» АН АрмССР, № 2, 1946.
52. **Котляр В. Н.** Геологические условия формирования рудных месторождений Малого Кавказа, Ленинград—Ереван, 1947.
53. **Кристостурьян Р. Т.** Климатическое описание Армянской ССР, Гидрометеорологическое издательство, Ленинград, 1938.
54. **Линдгрэн В.** Минеральные месторождения, вып. 1, ОНТИ НКТП СССР, 1934.
55. **Личков Б. Л.** Основные черты классификации подземных вод. Исследования подземных вод СССР, 1935.
56. **Меллер В. и Денисов Д. М.** Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края, «Материалы по геологии Кавказа», сер. II, кн. 3, 1889.
57. **Назарян А. Н., Орфанида и др.** Каталог подземных вод северной части АрмССР, т. I и II, 1946, рукопись, фонд АрмГУ.

58. Овчинников А. М. Геологические структуры районов минеральных вод. Водные богатства недр земли на службу социал. строительства. Л.—М., Новосибирск, 1934, сб. 5, Мин. воды.
59. Овчинников А. М. Характеристика гидрогеохимических зон Кавказа, рукопись, 1936, Центр. ин-т курортологии.
60. Овчинников А. М. Основные закономерности распространения минеральных вод на территории Советского Союза, «Вопросы курортологии», № 5, 1939.
61. Овчинников А. М. Проблемы изучения терм, «Труды» МГРИ, т. 20, 1940.
62. Овчинников А. М. Минеральные воды, Госгеолыздат, 1947.
63. Овчинников А. М. Современное состояние вопроса о формировании подземных вод, Акад. наук СССР, «Труды» Лаборатории гидрогеол. проблем, 1948, т. I.
64. Овчинников А. М. Основные принципы зональности минеральных вод Кавказа, «Труды» Моск. геол. разв. ин-та им. Орджоникидзе, т. XXIII, 1948.
65. Оганесов Л. А. Минеральные источники Армении, Госиздат, Эривань, 1936.
66. Огильви А. Н. К вопросу о генезисе Ессентукских источников, СПб., 1914.
67. Огильви А. Н. О происхождении минеральных источников и об их каптаже, «Основы курортологии», т. I, Госмедиздат, М., 1932.
68. Огильви А. Н. К вопросу о методике изучения минеральных источников, отд. оттиск из «Трудов» Бальнеологического ин-та, КМВ, Пятигорск, 1925.
69. Огильви А. Н. Термометрия, как метод гидрогеологических исследований, Геолыздат, ГГРУ, 1931.
70. Освальд Ф. К истории тектонического развития Армянского нагорья, перев. А. И. Шишкиной, Зап. Кавк. Геогр. общ. 1916, XXIX, № 2.
71. Палей П. Н. Физико-химическое изучение минеральных вод и лечебных грязей, «Труды» Центр. ин-та курортологии, т. V, 1934.
72. Паффенгольц К. Н. Геологическая характеристика административных районов АрмССР, 1937, рукопись, фонд АрмГУ.
73. Паффенгольц К. Н. Геологический очерк верхнего и среднего течения р. Памбак, 1936, рукопись, фонд АрмГУ.
74. Паффенгольц К. Н. и Котляр В. Н. Геологическая карта Кавказа, м-ба 1 : 200 000, лист К-38-XXVI (Кировоаканский), 1940, рукопись, фонд АрмГУ.
75. Паффенгольц К. Н. Геология Армении и прилегающих частей Малого Кавказа, 1942, т. I, III, IV.
76. Приклонский В. А. Изучение физических свойств химического состава подземных вод, Москва—Ленинград, 1935.
77. Принц Е. И. Гидрогеология, Гос. изд-во колхозной и совхозной литературы, Ленинград, 1933.

78. **Принц Е. И.** и **Кампе Р.** Гидрогеология, т. II, Источники, Сельхозиздат, 1937.
79. **Славянов Н. Н.** Эквивалентная форма выражения анализов воды и ее применение, ОНТИ НКПТ, 1932.
80. **Славянов Н. Н.** Инструкция по регистрации минеральных источников НКПТ, Госгеолразведиздат, 1932.
81. **Смирнов Г. М.** Геологическое описание части Казахского уезда Елисаветпольской губ., «Мат. для геол. Кавказа», с. III, кн. 10, 1910.
82. **Смолко Г. И.** Физико-химические свойства подземных вод, Госгеолразведиздат, 1932.
83. **Соколов П. Н.** Предварительный отчет о работе Мисхано-Апаранской геолого-поисковой партии летом 1932 г., рукопись, фонд АрмГУ.
84. **Соловьев С. П.** Предварительный отчет о геологических исследованиях в Приэльбрусском районе в 1931 г. Материалы ЦНИГРИ. Рег. геология и гидрогеология, 1933, Ленинград—ГОСНТИ.
85. **Сулин В. А.** Условия образования, основы классификации и состав природных вод, Изд. АН СССР, Москва, 1948.
86. **Терлецкий Б. К.** О принципах гидрогеологического картирования (доклад на I Всесоюзном гидрогеологическом съезде 1931 г.).
87. **Тер-Мартirosян А. А.** Гидрогеология Анкаванского месторождения минеральных вод, рукопись, фонд АрмГУ, 1953.
88. **Толстихин Н. И.** К вопросу о графическом изображении анализов воды, сборник «Опробование месторождений полезных ископаемых», 1932.
89. **Толстихин Н. И.** Провинции минеральных вод СССР, «Проблемы советской геологии», Л.—М., 1938, т. VIII, № 3.
90. **Толстихин Н. И.** К вопросу о провинциях минеральных вод СССР, Зап. Лен. Горн. ин-та, М.—Л., 1939, т. XII, вып. 2.
91. **Толстихин Н. И.** О классификации и нумерации природных вод, Материалы ЦНИГРИ, Общая серия, сборник 2, 1937.
92. **Турцев А. А.** Геологический очерк восточных цепей Памбакского хребта, изд. АН, Бассейн оз. Севан, 1929, т. I.
93. **Турцев А. А.** Гидрогеологический очерк бассейна реки Занги, ч. I, АН СССР, «Труды» сов. по изуч. произв. сил, серия Закавказская, вып. 1, 1931.
94. **Ферсман А. Е.** Геохимические проблемы Союза, Л., 1931.
95. **Фигуровский И. В.** Климатический очерк Кавказа, Классификация климатов Кавказа, «Труды» 2-го Всерос. съезда деят. по климат., гидрогеол. и бальнеолог., т. I, 1905.
96. **Фигуровский И. В.** Климаты Кавказа, изд. Кавк. отд. геогр., Тифлис, 1919.
97. **Фигуровский И. В.** Климатический очерк северо-восточной Армении с соседними районами, Тифлис, 1920.
98. **Флоренский А.** Природные газы Армении и Нахичеванского края, 1932, работы Радиевого ин-та АН СССР.
99. **Хеладзе И. Е.** Минеральные источники АрмССР, рукопись, фонд АрмГУ.

100. **Штильмарк В. В.** Краткий очерк гидрохимических полей минеральных вод Европейской части СССР, «Труды» Горьковского физиотерапевт. ин-та, вып. II, Горький, 1938.
101. **Щукарев.** Физико-химия минеральных вод и лечебных грязей, сборник, 1937.
102. **Vin H. Abich.** Geologische beobachtungen auf Reisen in den Gebirgsländern zurisghen Kur and Araxes. Tiflis Buchdruckerei der civie, Hauptverwaltung, 1867.
103. **Launay-De L.** Recherche, captage et aménagement des sources thermo-minerals, Paris, 1899.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

I. Введение . . . . .	3
II. Географическое положение . . . . .	4
III. Экономический очерк . . . . .	6
IV. Геологическая и гидрогеологическая изученность . . . . .	7
V. Общие физико-географические условия района . . . . .	9
1. Рельеф и растительность . . . . .	9
2. Гидрография . . . . .	10
3. Климат . . . . .	12
VI. Геологическое строение района . . . . .	14
VII. Характер водоносности различных геологических образований . . . . .	24
VIII. Химическая характеристика вод . . . . .	31
IX. Минеральные воды . . . . .	39
1. Анкаванские (Мисхано-Мармарикские) минеральные источники . . . . .	39
а) Изученность Анкаванских (Мисхано-Мармарикских) минеральных вод . . . . .	39
б) Общие физико-географические условия района выходов минеральных вод . . . . .	43
в) Геологическое строение района выходов минеральных вод и слагающие его породы . . . . .	45
г) Мисхано-Мармарикские источники, как месторождение минеральных вод . . . . .	52
д) Описание выходов минеральных вод и результаты проведенных разведочных работ . . . . .	55
е) Отложения минеральных источников . . . . .	82
ж) Химическая характеристика минеральных вод . . . . .	89
з) Происхождение химического состава вод . . . . .	97
и) Происхождение месторождения минеральных вод и сопровождающего его арагонито-конгломератового комплекса . . . . .	102
к) Аналоги вод . . . . .	105
2. Курортное значение Анкаванских (Мисхано-Мармарикских) минеральных вод . . . . .	106
3. Другие минеральные источники района . . . . .	107
X. Общие выводы и заключение . . . . .	113
Приложения . . . . .	118
Список литературы . . . . .	136

*Нина Ивановна Долуханова*

**Гидрогеология средней части Памбакского хребта  
и Анкаванские (Мисхано-Мармарикские) минеральные воды**

Отв. редактор А. И. МЕСРОПЯН  
Редактор издательства А. Г. СЛКУНИ  
Техн. редактор М. А. МИНАСЯН

---

Сдано в производство 29/III 1956 г. Подписано к печати 11/VII 1956 г.  
Бум. 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. 9 ш. л. + 4 вкл. 8 уч.-изд. л., изд. № 1320

Заказ 138

Тираж 200

---

Типография Издательства АН Армянской ССР, Ереван, ул. Абовяна, 124

7p

11819

13