

МИРАЛИ КАШКАЯ

ГЕОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК
РАЙОНА ИСТИ-СУ
И ГЕОХИМИЯ ИСТОЧНИКОВ

АФАН — 1930

МИРАЛИ КАШКАЙ

$\frac{550 + 552(5.0) + 550.4(0.42)}{1031}$

551.46 +
550.4

ГЕОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

РАЙОНА МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ИСТИ-СУ В КУРДИСТАНЕ
И ИХ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

079

~~2582~~



ИЗДАТЕЛЬСТВО АзФАН
БАКУ — 1939



Напечатано по распоряжению Президиума
Азербайджанского филиала Академии наук СССР.
Зам. председателя Президиума
А. А. ЯКУБОВ.

Редактор проф. В. В. Боичев
РИСО № 10 от 9/II 1937 г.

АзФАН — 64. Издат. № 14.

Сдано в набор 10/II 1938 Подписано к печати 14/V 1939 г. 72 × 105/16. 7¹/₂ печ. листа
525.078. тыс. зн. Главлит № 3759. Заказ № 440. Тираж 1000 экз.

Типография „Красный Восток“, Баку, ул. Юно:о пионера 84

До установления советской власти минеральным источникам Азербайджана и их бальнеологическому значению не уделялось почти никакого внимания.

И только за последние годы Наркомздрав АзССР подходит вплотную к изучению климато-бальнеологических богатств Азербайджана, и с этой целью начинается систематическое изучение отдельных районов и групп минеральных источников.

Одним из таких объектов явились крайне интересные группы минеральных источников Верхние и Нижние Исти-су и Багырсах.

Источники курорта Исти-су по своим физико-химическим свойствам являются аналогом всемирно известных источников Карлсбада. Аналогичность физико-химических свойств минеральных вод источников, расположенных в различных странах мира, не дает достаточного основания считать их аналогичными и в бальнеологическом отношении. Кроме химического состава, большое влияние на лечебные свойства минеральной воды могут оказать климатические особенности и географическое положение района источников. Обнаруженная повышенная радиоактивность источников при большом содержании углекислоты, что встречается довольно редко, позволяет считать минеральную воду Исти-су особо ценной. Бальнеологические свойства воды достаточно еще не изучены, и потому дальнейшие исследования в этом направлении могут выявить новые выдающиеся качества источников, неизвестные в настоящее время.

Согласно поручению Сектора геологии Азербайджанского отделения Закавказского филиала Академии наук СССР (АзФАН), автором летом 1933 года были начаты геолого-петрографические и геохимические исследования в районе названной группы.

После доклада автора в научном кружке Петрографического института Академии наук СССР в Ленинграде (8/V 1934 г.) выяснилась недостаточная освещенность в геологическом и петрографическом отношении исследованного района, поэтому стал вопрос о продолжении исследований, чтобы охватить геологической съемкой районы всех трех групп минеральных источников и связать их между собой. Я имел возможность продолжить эту работу летом 1934 г. на средства Петрографического института Академии наук, за что искренне благодарен академику Ф. Ю. Левинсон-Лессингу, а также за его весьма ценные советы, данные во время чтения отдельных частей этой работы и замечания во время докладов. Также признателен профессору П. И. Лебедеву, давшему весьма ценные указания во время обра-

ботки этого материала и при чтении этой работы в рукописи, а также проф. А. С. Гинзбергу, проф. Д. С. Белянкину и В. А. Смирнову, с которыми приходилось часто разрешать те или иные вопросы.

Часть химических анализов произведена под руководством проф. Аслана Везирзаде, несколько анализов силикатов и все анализы травертин произведены научным сотрудником геохимической лаборатории АЗФАН Гейдаром Эфендиевым, часть химических анализов мною произведена в лаборатории Петрографического института Академии наук СССР.

В работах по изучению Исти-су деятельное участие принимали члены экспедиции: научные сотрудники Вл. Т. Малышек и Г. Эфендиев и студент Р. Рафибейли.

Все радиоизмерительные работы вод в 1933 г. произведены В. Т. Малышеком. Эти же работы (систематические замеры радиоактивности травертин и вод) продолжались в 1934 г. Химические анализы вод и пересчеты их по Palmer'у произведены Г. Эфендиевым и В. Т. Малышеком.

Для выяснения генезиса минеральных источников и для увязки геологии исследуемого планшета с сопредельными районами нами были проведены работы также за пределами планшета на топографической основе 1/42000 и 1/84000. Были посещены минеральные источники Исти-су на Арпа-чае (Армянская ССР), Котур Исти-су, серные минеральные источники, расположенные на границе Армении и Азербайджана, источники по дороге в сел. Кялбаджар (на р. Тертер) и т. д.

Результатом явилась предлагаемая работа, состоящая из трех частей: 1) геолого-петрографический очерк района минеральных источников Исти-су, 2) геохимия минеральных источников, и, наконец, 3) радиоактивность минеральных источников и травертин.

ВВЕДЕНИЕ В ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Малая изученность в петрографическом и геохимическом отношениях и отсутствие более детальной геологической карты всего Азербайджана и, в частности, соседних участков района наших исследований затрудняют не только составление генеалогического ряда для пород, но даже и сравнение между собою тех или иных типов.

Из сводных работ И. А. Преображенского и А. С. Гинзберга обнаруживается громадная разница в изученности Азербайджана и соседней Армении. В то время как породы Армении до 1933 г. характеризуются 200 химическими анализами, для пород Азербайджана до 1933 г. имеется всего 39. Естественным результатом этого является отсутствие общей номенклатуры для пород Азербайджана.

Разнообразие пород кайнозоя, представленных в районе наших исследований, уже наводит на мысль, что явления дифференциации или ассимиляции в формировании данного изверженного комплекса имели громадное значение.

До 1933 г. все изучение Исти-су сводилось к отдельным эпизодическим поездкам исследователей. Результаты таких посещений ограничивались небольшими отчетами или упоминаниями в геологической и бальнеологической литературе. Первые сведения о минеральных источниках Исти-су приводит А б и х (57), который в своих работах дал основные понятия о геологическом строении южной части Закавказья. Названные горячие минеральные источники по р.

Тертер А б и х о м подробно не описываются; указывается лишь температура воды ($39^{\circ} R$, или $48,8^{\circ}C$) и высота расположения источников (7240 ф.) и дается название породы, из которой выходит минеральная вода, „фельзит-порфировый сланец“ (felsitischen Porphyrschichten). Местоположение источников по р. Тертер тоже не указывается, но по температуре и высоте не трудно догадаться, что речь идет о минеральных источниках курорта Исти-су.

В своих описаниях минеральных вод Грум (15) уделяет мало места источникам Исти-су; не указывает он также местоположения их, а описывает только физические свойства „Тертерских серных минеральных вод“ и „Тертерских кислых вод“.

В справочнике В. Меллера и М. Денисова (40) эти минеральные воды определяются как „слабо-сернистые“ (индифферентные) источники, в другом месте—как „углекислые“ и т. д.

Несколько подробнее, чем в справочнике, физические свойства горячей минеральной воды Исти-су описываются в небольшой статье Э. А. Гофмана (14).

Более точные сведения о геологическом строении Верхне-Тертерского района мы находим в кратком отчете К. Н. Паффенгольца (43), давшего сводную геологическую карту в масштабе 2 версты в одном дюйме, а также в небольшой статье того же автора (44), касающейся четвертичных лав Восточной Армении, в которой он выделяет пять типов последовательно излившихся лавовых потоков. Предварительные сведения о геологическом строении районов минеральных источников дается в статье М.-А. Кашкая (21).

Сравнительно подробнее минеральные воды Исти-су с бальнеологической точки зрения изучены проф. М. Э. Эфендиевым (54) и доктором Сафаралибековым (49). Имеется также ряд популярной статей д-ра Оленова (42) и Э. М. Эфендиева. Химические анализы минеральных вод Исти-су впервые произведены в 1927 году, и воды эти классифицируются как углекисло-глауберово-щелочными.

Благодаря работам 1933 и 1934 г. г. в районе Исти-су, мы имеем возможность несколько дополнить и детализировать полученные нами из работ А б и х а и Паффенгольца представления о геологическом строении В. Тертерского района и в настоящем очерке коснемся главным образом геологии и петрографии района всех трех групп минеральных источников Исти-су.

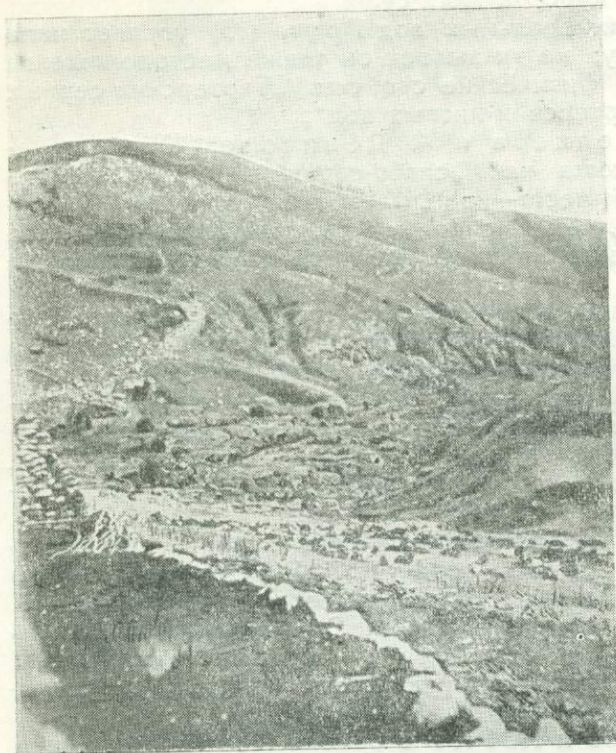
ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

В орографическом отношении район минеральных источников, расположенный в северо-западной части Карабахского плоскогорья и на восток от Гокчинского хребта (по данным 1932-33 г. местоположение курорта Исти-су: $39^{\circ}57'$ сев. широты, $45^{\circ}57'$ вост. долготы; высота над уровнем моря—2225 м), представляет собою расчлененную гористую местность с высокими точками (на западе и юго-западе Гялинкая (3667 м), Сары-ер-серчели (3766 м), Сарымсаклы и (на востоке) Дели-даг (3969 м), между которыми на десятки километров протянулось плато (эйлаги), образованное покровами четвертичных лав.

В отношении рельефа местность, расположенная на запад от реки Тертер, в частности у истоков его, резко отличается от восточной части. В то время как первая характеризуется упомянутым выше ровным плато, расположенным на высоте 2500—3000 м, с паразитическими вулканическими конусами, сидящими на нем, вторая пред-

ставлена скалистыми возвышенностями, сложенными сравнительно древним изверженным и осадочным комплексом, главным образом, кайнотипным.

Летом сюда на кочевки поднимается много кочевников из низменности, и плато тогда становится весьма оживленным местом.



фиг. 1

Сел. Чирах в долине р. Тертер

Долина р. Тертер, с многочисленными обнажениями на склонах в изученных нами местностях, в отношении геолого - петрографических исследований представляется весьма благодарным объектом.

Из - под четвертичных лав левого склона вытекают многочисленные пресные ручьи, на правом склоне совершенно отсутствующие. Высокое положение местности обусловило отсутствие леса (фиг. 1). В 50 км от курорта Исти - су, вниз по течению р. Тертер, в районе сел. Кялбааджар имеется хороший лес, откуда и привозится топливо (дрова и древесный уголь) на курорт.

Гидрографическая сеть района определяется системой р. Тертер. Тертер берет свое начало на высоком Карабахском хребте у г.

Гилянкая, между последней и г. Сары-ер-серчели. В районе минеральных источников река образует глубокое ущелье. До селения Зара в нее впадает ряд притоков (Багырсах, Шюротан и т. д.), ниже устьев которых Тертер представляет уже сравнительно многоводную, бурную реку, протекающую по обширной дикой лесистой котловине.

КРАТКАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРОРТА ИСТИ-СУ (19)

Средняя температура воздуха по сезонам распределяется в следующем виде: летом $12^{\circ},5$, осенью $6^{\circ},4$, зимой $-4^{\circ},3$, весной $4^{\circ},3$. Температура воздуха в летний период может доходить до $22 - 24^{\circ}$. Лето в Исти-су прохладнее, чем на курортах Грузии, где температура достигает: в Боржоми $36^{\circ},5$ в Бакуриани $30^{\circ},3$, в Абастумане $34^{\circ},7$.

Годовую сумму осадков в Исти-су можно принять в 550—600 мм; из этой величины максимальное количество падает на весенний период, минимальный—на зимний.

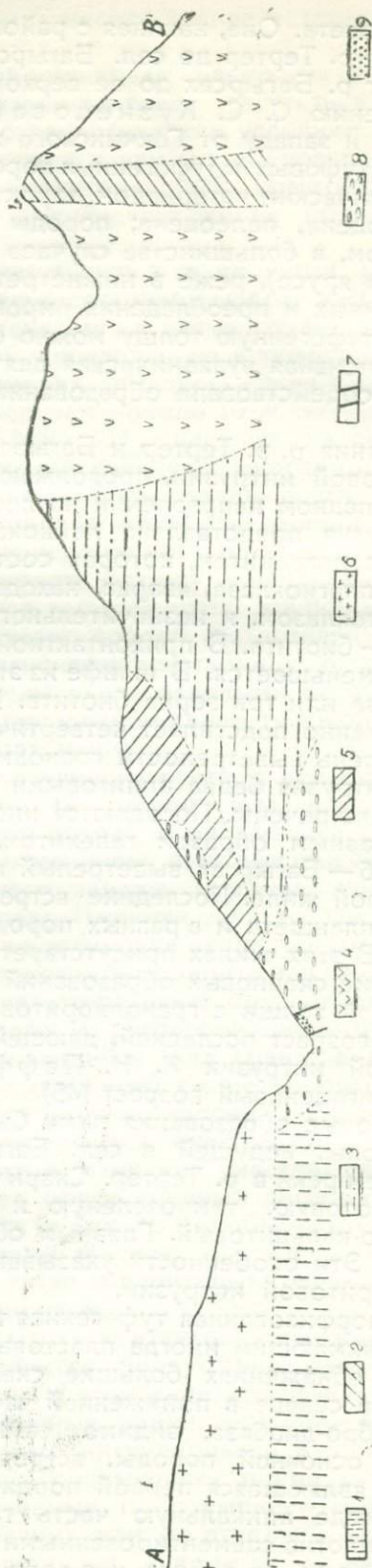
На находящемся в глубоком ущелье курорте сравнительно теплее чем на вершине склонов. Вследствие того, что местность сильно расчленена и долина р. Тертер в верховьях имеет крутой наклон дна, климат меняется даже на небольшом участке.

Средняя годовая температура в Н. Исти-су выше чем в Верхнем.

ГЕОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

В комплекс пород, слагающих районы минеральных источников курорта Исти-су, Багырсахского участка и Н. Исти-су, входят главным образом изверженные породы олигоценового и доолигоценового возрастов. Из осадочных пород встречаются только известняки. В геологическом отношении район наших исследований делится на три резко отличающихся друг от друга участка. Долина р. Тертер является естественной границей, почти делящей западную часть района, занятого четвертичным покровом, от восточной. На северо-восточном участке большое развитие имеют андезито-базальты (третичные), южная же часть этого участка сложена разнообразными, как интрузивными, так и эффузивными и осадочными породами (фиг. 2).

Самой древней среди изверженного комплекса является метаморфизованная туфогенная толща, занимающая юго-восточную часть исследуе-



фиг. 2

Профиль через каптажную траншею курорта Исти-су

1—гранодиорит; 2—роговообманковый трахидацит; 3—габбро-диабаз; 4—андезито-базальт (третичный); 5—вулканическая брекчия; 6—четвертичные лавы; 7—дайки трахи-липариты; 8—метаморфизованная туфогенная толща; 9—травертины

мого планшета. Она, начиная с района курорта Исти-су, слагает правый берег р. Тертер до сел. Багырсах, а в некоторых местах и левый берег р. Багырсах до ее верховьев.

По мнению С. С. Кузнецова (устное сообщение), для районов к востоку и западу от Гокчинского хребта можно выделить две особенности туфовых и туфогенных пород: туфогенные породы, богатые пирокластическим материалом, характерны для сравнительно молодых толщ — эоцена, палеоцена; породы же, богатые литокластическим материалом, в большинстве случаев встречаются в верхнем мелу (в дакотском ярусе), реже в нижнетретичной толще. На основании полевых данных и преобладания пирокластического материала в породе нашу туфогенную толщу можно отнести к палеоцену. Последующая интенсивная вулканическая деятельность метаморфизовала эту толщу и содействовала образованию слоистости и разновидности в окраске.

У слияния р. р. Тертер и Багырсах начинается крупное тело гранодиоритовой интрузии, продолжающейся дальше сел. Багырсах в северо-западном направлении на десятки километров. По периферии эта интрузия представлена лейкократовой разностью, приближающейся к аплогранитам, которая состоит из большого количества ортоклаза, плагиоклаза, кварца, находящегося в пегматитовом сростании с ортоклазом, и незначительного количества темноцветного компонента — биотита. В приконтактной части количество цветной части сильно уменьшается. В шлифе из этой разности гранодиорита встречаются два или три зерна биотита. Интрузия в районе Багырсах непосредственно подстилает четвертичные лавы. В контакте с последней степень выветрелости гранодиорита усиливается.

Эта интрузия бедна аплитовыми жилами. Они в нашем районе не были встречены. Попадают иногда в нем кварцевые жилы, богатые главным образом галенитом, реже другими сульфидами. У ист. № 26 — Багырсах выветрелый галенит образовал черный натек в кварцевой жиле. Последние встречаются в разных точках исследуемого планшета и в разных породах. Мощность их доходит иногда до 4 м. В этих жилах присутствует только пирит.

Наличие скарновых образований в контакте метаморфизованной туфогенной толщи с гранодиоритовой интрузией указывает на более молодой возраст последней, дающей пироконтакт с упомянутой толщей. Этой интрузии К. Н. Паффенгольц приписывает послесреднеолигоценый возраст (45).

Скарновые образования нами были обнаружены на правом склоне у тропы, ведущей в сел. Багырсах, у впадения одноименной с селением реки в р. Тертер. Скарн имеет пеструю окраску: зеленую, белую, розовую, темнозеленую и т. д. Скарн эпидото-пироксеномagnetито-кальцитовый. Главным образом в нем преобладает первый минерал. Эти особенности указывают на гипабиссальный характер гранодиоритовой интрузии.

Метаморфизованная туфогенная толща прерывается габбро-диабазом, принимающим иногда пластовый характер в виде силлы. Он образует в обнажениях большие скалы. Крупные валуны его встречаются на севере в пониженной части курорта Исти-су. С извержением габбро-диабазы, видимо, связано образование вулканической брекчии основной породы, встречающейся с ним. Вулканическая брекчия, являющаяся первой порцией габбро-диабазовой магмы, занимает везде апикальную часть габбро-диабазы. Порода зеленого цвета, с плотно-цементированными брекчиевидными включениями. Упомянутая выше туфогенная толща для вулканической брекчии слу-

жит подстилающей, а в некоторых местах, в виде островка, покрывающей породой.

Установить точно возраст габбро-диабазы, равно как и нижеописанного третичного андезито-базальта, ввиду отсутствия соответствующих данных, не удастся. По геологическим условиям (интрузия олигоценовых трахи-липаритовых жил в нем и т. д.) возраст этих извержений нами принимается за доолигоценый. Отметим, что аналогичным породам в соседнем Гокчинском районе приписывается миоценовый возраст (11).

Андезито-базальты (третичные) пользуются большим развитием, слагая громадную площадь в северо-восточной части рассматриваемого района. Эта толща переслаивается с двумя слоями туфа, имеющего аггломеративную текстуру, переходящую в туфобрекчию, а в некоторых местах в туфоконгломерат. Мощность этих слоев варьирует: в нижнем 20—40 м, а в верхнем—около 10 м. Элементы залегания этих слоев: простирание NW—303°; падение на север—20°. Величина брекчиевидных включений различна: иногда она доходит до весьма больших размеров. Цвет породы зеленый. Эти слои называют на перерыв, происходящий во время извержений андезито-базальтов. Контакт этих слоев с андезито-базальтами можно наблюдать в северо-восточной части курорта Исти-су, у начала этих слоев. Здесь андезито-базальт окрашен в зеленый цвет. Эта порода из контакта под микроскопом представляет собою светлозеленую массу, включающую вкрапленники плагиоклаза (см. таблицу 28, анализ 17).

Андезито-базальты представлены двумя лавовыми потоками (если считать еще небольшой выход под нижним слоем туфоконгломерата у начала последнего, то тремя потоками).

Порода нижнего потока темнозеленого цвета с весьма плотным строением и видимыми фенокристаллами плагиоклаза, достигающими 2 мм. Андезито-базальты верхнего потока более светлые, сероватые. По внешнему виду они сильно изменчивы. Местами они сильно пропитаны железом, результатом чего явилась буро-красная окраска породы (по хребту над сел. Чирах). Имеются участки, где андезито-базальт полностью превращен в каолиновое вещество, сохраняющее реликтовую структуру (у биотитового трахи-дацита над вторым слоем туфобрекчии; это изменение андезито-базальта обусловлено контактовыми воздействиями биотитового и роговообманкового трахи-дацитов. Андезито-базальт, встречающийся над гранодиоритовым и известняковым массивом (на юге планшета), импрегнирован пиритом.

В верхней части андезито-базальтового массива на курорте Исти-су у ист. № 14 (левый склон) встречаются включения (1—1,5 см)—миндалины, заполненные кальцитом, и мелкие участки, окрашенные окислами железа в красный цвет, обусловленный диссоциацией пироксена. Под этим массивом здесь (у ист. № 14) обнажается туфовый слой, пропитанный также окислами железа. Там же, в контакте с надстилающим окварцованным трахи-липаритовым туфом, андезито-базальт также импрегнирован пиритом.

Сульфиды вообще характерны для контактов этого района.

Чрезвычайно интересным является присутствие биотитового и роговообманкового трахи-дацитов в этой андезито-базальтовой толще. Они представляют собою мощные дайки, подобно небольшим экструзивным телам, магма которых интродировала в трещины андезито-базальта. Дайки этих двух родственных пород встречаются или рядом, являясь непосредственным продолжением одна другой (у начала второго слоя туфобрекчии), или же отдельно на вершинах гор. Встречаются дайки и не мощные: например, дайка биотито-

вого трахи-дацита, мощностью около 3 м в андезито-базальте, на левом берегу реки, у северной границы планшета курорта Исти-су. Трещины отдельности этих пород сильно развиты. Порода светло-серого цвета, иногда с фиолетовым оттенком, с порфиоровыми выделениями плагиоклаза и темноцветных компонентов. Рост кристаллов последних имеет приблизительно ориентированное направление; в результате большого количества таких замеров можно установить направление потока магмы, по которому возможен рост кристаллов.

На территории курорта Исти-су, на правом склоне долины, обнажается мощная дайка диабаз в метаморфизованной туфогенной толще. Возраст ее точно не устанавливается. Порода свежая, темнозеленого цвета.

Все эти породы секутся многочисленными дайками трахи-липаритов SO 125—165° направления и почти вертикального падения (80—90°); контактных воздействий их на вмещающие породы не наблюдается. В некоторых местах эти дайки, а также дайки других несколько отличных пород так часты, что значение основной слагающей породы, как вмещающей, теряется (у кочевки сел. Союх-Булах на р. Багырсах, в районе Н. Исти-су и др.). По ним иногда можно установить наличие в том или ином участке сбросов. Породы описываемых даек в отношении минералогического состава более или менее постоянны. Изменение наблюдается в структуре или лишь в незначительном увеличении или уменьшении цветной части и кварца. Вкрапленники плагиоклаза представлены альбитом.

По минералогическому составу окварцованный липарито-дацитовый туф очень сходен с описанными трахи-липаритами, с образованием которых я и склонен связать его происхождение. Эта порода обнажается на территории курорта Исти-су на левом склоне долины, у дороги в сел. Басаркечар, над ист. № 14, покрывая небольшой участок андезито-базальтового массива (третичного). Эта порода в исследованном нами районе нигде больше не встречается. Слоистость ее заметна довольно хорошо.

В форме даек в районе минеральных источников Н. Исти-су встречается липарит.

Несколько выше сел. Багырсах на левом склоне обнажаются известняки. Они покрыты метаморфизованной туфогенной толщей, на которой (на вершине горы) встречаются андезиты. Следовательно, известняки являются самой древней среди описанных пород. Восточная часть исследуемого планшета, от долины р. Тертер, занята исключительно покровом четвертичных лав. Четвертичные лавы более подробно мною описываются в отдельной статье (22), поэтому для полноты освещения изверженных пород района в этой работе приводятся лишь необходимые сведения, касающиеся этих лав.

А б и х (58) впервые в 1843 г. описал четвертичные лавы с вершины Арарата и Алагеза под названием „пористые, долеритовые, трахитовые лавовые потоки“, затем, на основании чередований лавовых потоков и туфовых образований, наблюдаемых на склонах долины Арпа-чая и в ряде других мест Армянского нагорья, объединил четвертичные лавы в группу туфовых лав. Далее, на основании химико-минералогического состава Ф. Ю. Левинсон-Лессинг установил для них название—андезито-базальт. А б и х (1, стр. 28—45) тогда же отметил, что туфовые лавы на Арпа-чае в глубине долины залегают на глинистые мергелистые пласты, тонкозернистые известковые туфы и обломочные конгломераты, и лавы отнесены были им к новейшим излияниям послетретичной эры (2, стр. 32). По его мнению, излияние происходило из трещин и из плоских кратероподоб-

ных отверстий, закрытых позднейшими туфовыми образованиями и лавами. Для этих трещин он установил главное меридиональное направление, совпадающее с рядом конусов, расположенных в том же направлении.

Это предположение А биха о существовании меридионального направления линий трещин, имеющих главным образом направление SW—NO, Oswald (76, стр. 8—10) развил и использовал в своих тектонических построениях складчатости Армении.

Распространение предположения о меридиональном направлении трещин, допускаемых названными авторами, на все тектонические районы Закавказья в настоящее время оспаривается Ф. Ю. Левинсоном-Лессингом (30, стр. 430—432), К. Н. Паффенгольцем (45) и В. В. Богачевым (7). Oswald (76, стр. 14) на основании раковин *Dreissensia polymorpha*, найденных в подстилающих лавовые потоки плейстоценовых мергелях, глинах и известняках, установил для них четвертичный возраст. Далее андезито-базальты были описаны многими авторами: Lagorio, (71, стр. 17 и 24), A. Dannenberg (67, стр. 1—2, 48—49), J. Valentin, C. R. Tost (86), Ф. Ю. Левинсоном-Лессингом (30, 31), А. С. Гинзбергом (7), Б. М. Куплетским (26), П. И. Лебедевым (28), К. Н. Паффенгольцем (45) и др.

Ф. Ю. Левинсон-Лессинг (30, стр. 430) в пределах Армянского вулканического нагорья генетически выделяет следующие типы вулканизма: 1) массовые вулканические излияния или лавовые поля, 2) настоящие полигенные вулканы с центральным кратером, 3) многогенные экструзивные конусы без протоков и 4) паразитические шлаковые конусы. Он считает, что извержение происходило на суше, и лавовые поля принадлежат трещинным излияниям.

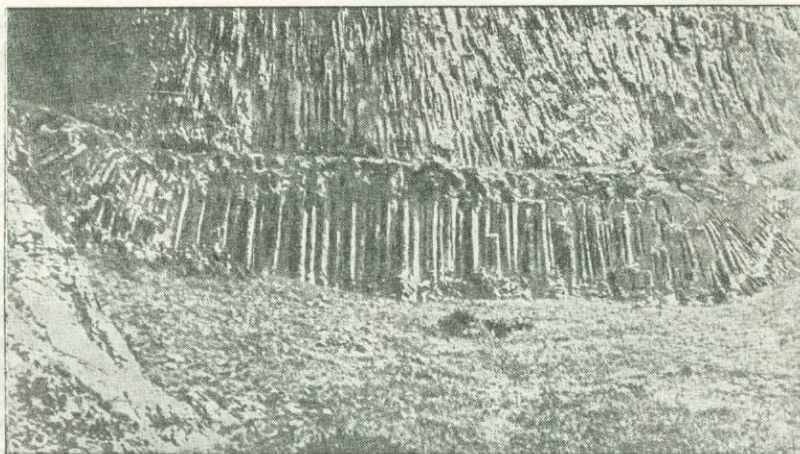
Массовое излияние андезито-базальтовой лавы происходило на заметно дислоцированные верхнетретичные, нижнечетвертичные отложения, сложенные из мощных осадочных песчано-глинистых пород, на пепловые слои, исследованные в районе Сарыкаинского мыса Е. С. Марковым (39) и М. П. Казаковым (18, стр. 256) и на галечники и сцементированные конгломераты.

Галечники и сцементированные конгломераты нами были встречены под мощным андезито-базальтовым покровом у селения Исти-су (Сафолу, населенного азербайджанцами) на Арпа-чае в Армении, в высеченном в этих конгломератах бассейне, они же подстилают лавы у сел. Кялбааджар вниз по р. Тертер.

Красные туфовые и пепельные слои, мощностью 1—1,5 м, встречаются между отдельными лавовыми потоками в обнажениях левого берега р. Тертер по дороге в сел. Кялбааджар.

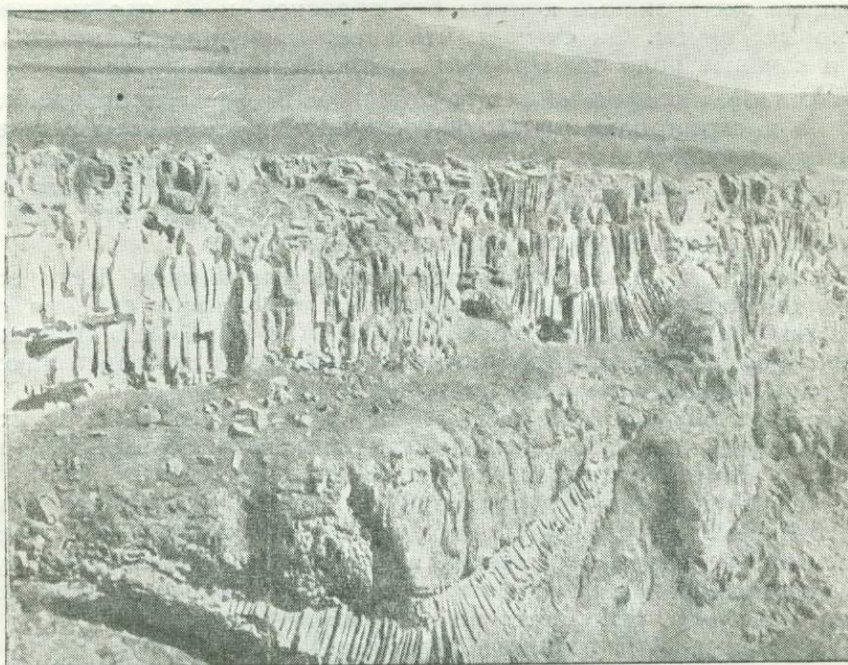
У сел. Зибель, на левом склоне р. Тертер, против сел. Чирах, четвертичный покров ясно представлен пятью лавовыми потоками, а на правом — двумя переменной мощности и отделенными друг от друга пепельными слоями. Количество этих потоков по направлению к курорта Исти-су уменьшается. Например, у курорта Исти-су они представлены тремя потоками, в районе же сел. Багырсах остается только один поток. Общий наклон покрова пологий (5—8°) на север. Во всех потоках наблюдается характерная столбчатая отдельность. В верхней части потока эта столбчатая отдельность переходит в глыбовую (фиг. 3 и 4). Столбики расположены перпендикулярно к контакту, по положению их в некоторых местах можно восстановить древний рельеф. Последний ясно виден недалеко от сел. Чирах, ниже, на левом берегу р. Тертер.

Между селениями Багырсах и Чирах, у шлаковых конусов Гилянская и Сары-ер-серчели, да и в ряде других пунктов левого и пра-



фиг. 3

Столбчатая отдельность в андезито-базальтах (четвертичные лавы по дороге в Н. Исти-су)



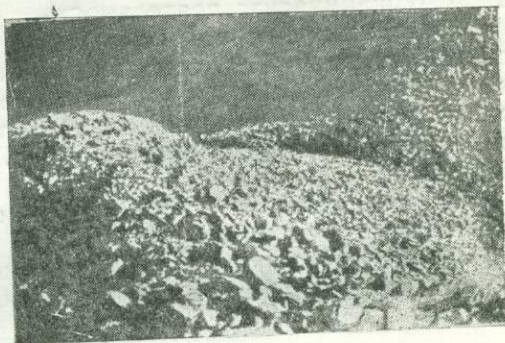
фиг. 4

Столбчатая отдельность в андезито-базальтах (четвертичные лавы у сел. Гештек)

вого склонов долины р. Тертер и на андезито-базальтовом плато встречаются глыбовые скалы, образованные из нагроможденных

друг на друга отдельных остроугольных, больших, достигающих до 2—3 м длиной и 1—1,5 м шириной глыб, имеющих часто скорлуповатый излом (фиг. 5). Эти своеобразные нагромождения Ф. Ю. Левинсон-Лессинг (31, стр. 110) рассматривает как результат распада отдельных лавовых струй, принадлежащих к типу глыбовой лавы, а также как результат дезинтеграционной работы мороза.

Подобные же глыбовые нагромождения из „burnt lava“ описывает и R. N. Finch (70, стр. 182—183) в районах более молодых извержений, и генезис их объясняет иным образом. Угловатые обломки нагромождения расположены там в виде хребта давления на краю площади поднятия. Наличие их R. N. Finch объясняет поднятием соседней поверхности, давшей вследствие давления такие странные глыбы. Эти глыбовые нагромождения он приводит как доказательство вертикального движения. В нашем районе угловатые глыбовые нагромождения расположены на многих местах на почти горизонтальных лавовых полях, а площади поднятия, о которых говорит R. N. Finch, у нас отсутствуют. Такие глыбовые поля наблюдали на берегу оз. Гокча у сел. Ордакю, где они занимают, по данным С. С. Кузнецова (25, стр. 71), по берегу озера полосу шириною в 3 км.



фиг. 5

Глыбовые свалы четвертичных лав

В описании пород четвертичного покрова в районе минеральных источников Исти-су нами выделено пять типов лавовых потоков, причем мы руководствовались химической характеристикой и частично структурными особенностями.

На существование нескольких лавовых потоков, указывающих на периодичность трещинных излияний, давших мощные покровы и потоки, обратили внимание многие исследователи Армянского нагорья (Абих, Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, П. И. Лебедев, А. С. Гинзберг, Б. М. Куплетский, К. Н. Паффенгольц, Е. Н. Дьяконова-Савельева и Г. Д. Афанасьев и др.). Эти авторы описывают разное количество лавовых потоков, отделенных друг от друга пепельными слоями или шлаками, в разных районах Армянского нагорья (от 2—3 до 9—12).

П. И. Лебедев в андезито-базальтовом комплексе Алагеза выделяет три вулканических цикла, подразделяющихся в свою очередь на отдельные фазы. При переходе от одного цикла к другому в составе лавы, начиная с I цикла ко II и III циклам, кислотность андезито-базальтовой магмы изменяется в убывающем порядке, а в фазах (снизу вверх) каждого цикла (первого) кислотность увеличивается.

Лавовые излияния вулканического цикла Армении Ф. Ю. Левинсон-Лессинг и Ахмангана Б. М. Куплетский характеризуют в порядке возрастающей кислотности. К. Н. Паффенгольц же для излияния четвертичного периода рисует следующую картину: „Излияния начинаются с основных лав, сменяются более кислыми и вновь основными и, наконец, оканчиваются более кислыми лавами“.

Кислотность излияния лавового покрова сел. Зибель и сел. Чирах по данным наших анализов (см. химические анализы) изменяется в порядке убывающей кислотности. В лавовых потоках у курорта Исти-су кислотность увеличивается.

Данные вышеуказанных исследователей и мои показывают не вполне одинаковые схемы изменений кислотности четвертичных лавовых потоков для разных районов Армянского вулканического нагорья и для районов Исти-су (юго-западный Азербайджан) и говорят за сложность образования четвертичного лавового покрова (22). Изменения состава потоков обусловлены явлениями дифференциации и зависят от той геологической обстановки, при которой происходила вулканическая деятельность.

Следующими по возрасту, после четвертичного покрова, являются отложения террас, сохранившихся в отдельных местах вдоль долины р. Тертер. Терраса представлена галечником, который сцементирован глинистым материалом. В состав этих отложений входят гальки, иногда и валуны гранодиорита, четвертичных лав и андезитобазальтов.

Самыми молодыми отложениями района являются травертины (описание их см. ниже).

Схематически породы района минеральных источников Исти-су можно представить в следующем виде (таблица 1).

Таблица 1

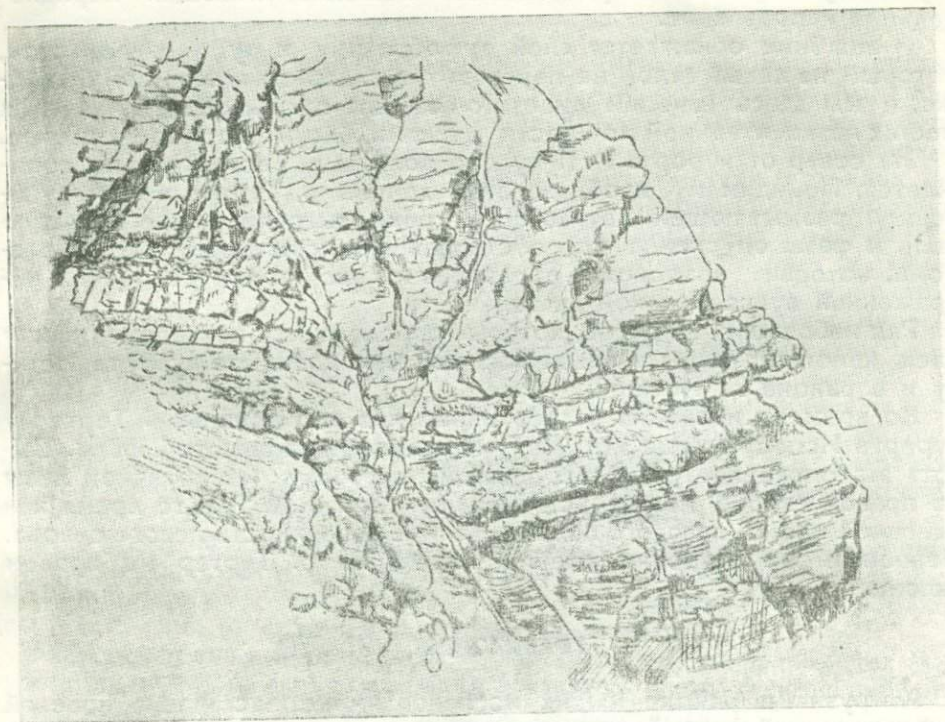
	Гипабиссальные	Эффузивные	Жильные	Метаморфизованные	Осадочные
Третичные	Габбро-диабаз	Вулканическая брекчия, андезито-базальты, туфобрекчия, туфокогломерат	Диабаз	Метаморфизованная туфогенная толща	Известняки
	Гранитоиды	Липарит	Трахи-дацит, трахи-липарит, окварцованный трахилипаритовый туф		
Четвертичные		Андезито-базальтовый покров			Отложения террас, травертины

Тектоника

Тектоника рассматриваемого района не особенно сложна. Точное выяснение направления трещин разлома и приуроченность их к тем или иным породам представляет чрезвычайно большой практический интерес; с правильным пониманием тектоники связано также более правильное познание генезиса минеральных источников.

В метаморфизованной туфогенной толще, являющейся самой древней в нашем районе, можно наблюдать с большой ясностью элементы тектоники. Эта толща подвержена дизъюнктивным и пли-

кативным дислокациям, часто имеющим местный характер. Первая ясно наблюдается в районе минеральных источников, а вторая — на правом берегу р. Багырсах, выше одноименного с рекой селения, недалеко от балки. Общий угол наклона для всей толщи 20—30°. В южной части планшета она имеет общее падение от 0 до 30°, в иных местах доходит до 60°. В этой толще, в средней части планшета курорта Исти-су, в направлении NNO, проходит зона разлома, представленная сетью параллельных и пересекающихся трещин,



фиг. 6

Сброс с амплитудой около 1 м в туфобрекчии с агломеративной текстурой (в северо-западном углу планшета курорта Исти-су)

к которым приурочены выходы минеральных источников, как прежних, так и ныне функционирующих. Этим-то и объясняется большое распространение травертин на правом склоне долины у курорта Исти-су, местами достигающих до 35 м мощности.

Следы зоны разлома мы находим за пределами планшета курорта в NO части, в подстилающих андезито-базальты туфоконгломератах в виде небольших сбросов с амплитудой около 1 м, имеющих то же самое направление (фиг. 6). Они здесь имеют лишь местный характер. На юге эта зона затухает в гранодиорите.

Почти в этом же направлении проходят трещины разлома в Багырсахском участке (SEO: 150°∠50°; SEO: 110°∠65°; NW: 290°∠60°).

Направление этих зон разломов и трещин совпадает с направлением линий тектонических нарушений, данных Абигом (1, стр. 24—45) и Oswald'ом (76) для Закавказья и Куплетским (26) для Ахманганского плато.

Характер залегания биотитового трахи-дацита в северной части планшета курорта Исти-су несколько отличен от залегания окружающих пород. Биотитовый трахи-дацитовый массив является опущенной частью в рассматриваемой местности. Пунктирная линия на карте показывает направление линии опускания. На это указывают следующие морфологические особенности рельефа местности и обнажений соседних пород. На востоке от упомянутого массива возвышается крутая стена андезито-базальта (третичного), покрытого биотитовым и роговообманковым трахи-дацитами. Между этой стеной и упомянутым массивом расположена ложбина, имеющая меридиональное направление.

В ложбине обнажается слой туфобрекчии и туфоконгломерата, который на левый склон не переходит, а залегает, повидимому, глубже, и мы здесь находим андезито-базальт, прорывающийся в двух местах незначительной мощности дайками биотитового трахи-дацита.

На север от курорта Исти-су дно долины р. Тертер сильно понижается. Повидимому, в образовании долины р. Тертер, помимо усиленной размывающей деятельности реки, сыграли также большую роль и фазы опускания, способствовавшие появлению трещин разлома, которые, возможно, образовались во время последней напряженной вулканической деятельности.

Ряд небольших сбросов, которые определяются по перемещениям даек, констатированы в различных участках планшета курорта Исти-су и в районе Н. Исти-су.

Ко времени излияния четвертичных лав дно долины р. Тертер у курорта Исти-су (выше ист. № 7) находилось на высоте 2350 м. Высота эта определяется по небольшому островку четвертичной лавы на правом склоне между источниками № 6 и № 7, в то время как основной массой лавового покрова залита поверхность левого склона. Подобные же островки имеются ниже по р. Тертер на правом склоне.

ГРАНИТОИДЫ

Интрузия в районе наших исследований представлена краевой лейкократовой фацией—гранодиоритом, содержащим незначительное количество темноцветных компонентов и тяготеющим к типу аплитовидного гранита—к аплогранитам. Порода светлорозового цвета.

Главной составной частью ее является полевой шпат, часто представленный крупными выделениями, достигающими 1 см в длину и до 0,5 см в поперечном сечении. Заметны также мелкие, молочно-белого цвета зерна кварца. Редкие черные листочки биотита выделяются на общем фоне полевых шпатов; разрушаясь они, окрашивают участки породы гидроокисью железа.

Структура гипидиоморфно-зернистая, тяготеющая к порфиридовидному строению. Среди более мелких зерен кварца, калиевого полевого шпата и довольно редких листочков биотита выделяются порфириобласты плагиоклаза. Последний частично заполнен продуктами разрушения. В измененных зернах его можно наблюдать мелкие листочки серицита. Средняя часть зерна, соответствующая более основному ряду плагиоклазов, сильнее подвержена разложению. Иногда более сильная разложенность маскирует двойную структуру их. Плагиоклаз на основании нижеприведенных констант относится к олигоклазовому ряду (таблица 2): в сечении $\perp M (010)$ угол погасания $= 8^\circ$, в сечениях $\perp PM$ угол погасания по отношению к (010) равен $2-3^\circ$.

Таблица 2

В			Дв. ось	2V	Оптич. знак	% Ап	Примечание
N _g	N _m	N _p					
80,5	10	87	⊥ (100)	89 и 88,5	—	27	P ⊥ В

P — плоскость спайности; В — ось двойникового шва.

Калиевый полевой шпат представлен ортоклазом или ортоклаз-криптоперитом, который больше, чем плагиоклаз, изменен. Большая помутнелость облегчает быстрое отличие его от плагиоклаза в проходящем свете. Это является важным условием при количественном минералогическом подсчете. В большинстве случаев ортоклаз по отношению к плагиоклазу располагается аллотриоморфно, образуя вокруг последнего минерала оболочку. Коэффициент преломления его меньше, чем у канадского бальзама. Между плагиооклазом и калиевым полевым шпатом наблюдается постепенный переход. Образование калиевого полевого шпата вокруг зерен плагиооклаза отмечено Д. С. Белянкиным (6, стр. 520—521) в граните неинтрузии Центрального Кавказа в истоках р. Фиэг-дона. Обратное явление, а именно, образование плагиооклазовой оболочки вокруг зерен калиевого полевого шпата, хорошо изучено рядом авторов: В. И. Лучицким (37) в рапакиви б. Киевской губернии, А. С. Гинзбергом (12) в рапакивообразном граните Урала и многочисленными исследователями рапакиви Феноскандии и др. районов.

С кварцем калиевый полевой шпат часто находится в микропегматитовом сростании (см. фиг. 23). Зерна его редко имеют правильные кристаллографические контуры. В нем нередко можно наблюдать включения неправильной формы зерен кварца.

Кварц небольшими кристалликами аллотриоморфно заполняет интрузии остальных минералов. Встречаются также более крупные зерна. Включения в зернах кварца не наблюдаются.

Буро-коричневые зерна биотита обладают характерным абсорбционным эффектом. Наблюдаются разложившиеся идиоморфные зерна, при изменении которых выделяется рудный минерал, расположенный вдоль зерна. В некоторых шлифах биотит переходит в хлорит, или удлиненное биотитовое зерно распадается на мусковит и рудный минерал. Последний неправильными зернами располагается в промежутках биотита или в виде включений наблюдается в остальных минералах. Большинство зерен его включают шестоватые кристаллики апатита, который в некоторых шлифах встречается в большом количестве.

С биотитом, рудным минералом и апатитом часто ассоциирует циркон. В шлифе, изготовленном из образца, взятого у мостика на р. Тертер, недалеко от ист. № 18 — Багырсах, встречается рутил. Минерал буро-коричневый, плеохроирующий до темно-коричневого. Коэффициент преломления больше, чем у прилегающего зерна циркона.

Во многих контактных участках в интрузии наблюдается сильная трещиноватость, где часто можно встретить кварцевые прожилки. Здесь в гранодиорите появляется гиперстен со слабоплеохроирующей кремво-розовой окраской. В образцах из этих участков мы находим мелкие листочки обыкновенной зеленой роговой обманки и хлорита.



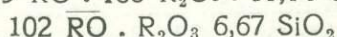
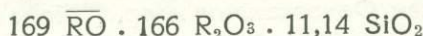
с индигово-синей интерференционной окраской. Как продукт изменения темноцветного компонента встречается также эпидот.

Образец № 206, взятый у слияния р. р. Тертер и Багырсах, мною был подвергнут химическому исследованию в химической лаборатории Петрографического института Академии наук СССР. Анализ показывает следующее соотношение окислов (таблица 3).

Таблица 3

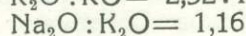
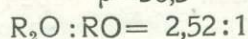
Окислы	Весовые проценты	Молекулярные количества	Молекулярные проценты
SiO ₂	66,83	1,114	75,99
TiO ₂	1,36	0,017	1,16
Al ₂ O ₃	15,30	0,150	10,23
Fe ₂ O ₃	2,53	0,016	1,09
FeO	0,23	0,003	0,20
MgO	0,12	0,003	0,20
CaO	2,36	0,042	2,87
Na ₂ O	4,00	0,065	4,43
K ₂ O	5,30	0,056	3,83
H ₂ O - ₁₁₀ ^o	0,48	—	—
H ₂ O + ₁₁₀ ^o	2,00	—	—
Σ	100,48	1,466	100,00

Магматические формулы и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:



$$\alpha = 3,31$$

$$\beta = 30,3$$



По содержанию (около 30%) калиевого полевого шпата в минералогическом составе, по соотношению окислов в химическом составе и коэффициенту кислотности порода отвечает гранодиориту.

От анализов типичных адамеллитов и гранитов химический анализ нашей породы отличается меньшим содержанием щелочных земель. Небольшое содержание последних обусловлено бедностью породы темноцветными компонентами. Несколько повышенное содержание щелочей и бедность MgO приближает породу к нордмаркитам. Отношение R₂O : RO = 2,52, т. е. больше, чем в нормальных адамеллитах.

Предполагаемый минералогический состав породы, пересчитанный по системе C. I. P. W., и модальный состав показывают количество цветной части, не превышающее 5% (таблица 4).

Во многих количественно минералогических подсчетах неогранитов, приведенных в ряде работ Д. С. Белянкиным (4, 5, 6), процентное количество темноцветных компонентов выше 6—7%.

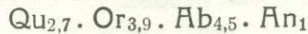
Гранитоиды, бедные цветной частью на Кавказе и в Закавказье, имеют небольшое развитие. Они, главным образом, являются амфиболовыми (36, стр. 885). Описанные С. Thost'ом (86) нормальные граниты с незначительным количеством содержания биотита (граниты по Rosenbusch'y) имеют сходство с нашими гранодиоритами.

Таблица 4

Нормативный состав		Модальный состав, пересчитанный пуш-интегратором
Кварц 21,35	$Q = 21,35$ $F = 73,95$ $Fem = 4,70$	$95,3 \text{ Sal}$ Кварц 19,10 Ортоклаз 33,30 Плаггиоклаз 43,10 Рудный минерал 3,55 Биотит 0,95 <hr/> 100,0
Ортоклаз 30,56		
Альбит 35,48		
Анортит 7,91		
Сфен 2,66		
Ильменит 0,27		
Рутил 0,14		
Гематит 1,0		
Гиперстен 0,53		
100,0		
$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{95,3}{4,7} = 20,2 \text{ Class} - 1$		$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = 3; \text{Rang} - 2$
$\frac{Q}{F} = \frac{21,35}{73,95} = 0,29;$		$\frac{K_2O}{Na_2O} = 0,86; \text{Subrang} - 3$

Описанные В. Грушевым (16, стр. 32) гранодиориты из Аллавердинского медного месторождения, из местности Орта-гала, с незначительным содержанием темноцветных компонентов, позволяет отнести их по петрографическому сходству к одному типу с гранодиоритами описанных выше интрузий.

Исключая незначительное процентное количество темноцветных компонентов и молекулы чистого корунда, находящихся в породе, состав ее, к моменту застывания, можно выразить следующей формулой:



где молекулы: Qu—кварца, Or—ортоклаза, Ab—альбита и An—анортита.

Процесс кристаллизации магмы можно представить себе следующим образом: в начале процесса начали кристаллизоваться темноцветные компоненты и ассоциирующие с ними апатит и циркон. После выделения этих минералов состав магмы приближается к составу, выраженному выше формулой, и начинает выкристаллизовываться плаггиоклаз (Ab_4, An_1), подчиняющийся закону последовательности выделений минералов, характерному для гранитов. К моменту формирования зерен плаггиоклаза здесь концентрируется калиевая составная часть, и вокруг зерен плаггиоклаза, как вокруг центров кристаллизации, начинает, в виде оболочек, образовываться калиевый полевой шпат. К концу кристаллизации состав магмы приближается к эвтектической смеси, которая застывает в виде гранофирового сростания калиевого полевого шпата и кварца; избыток кварцевых молекул аллотриоморфно заполняет интерстиции зерен. В начале кристаллизации процесс шел очень медленно, благодаря чему имелась возможность образования крупных кристаллов. При конечной кристаллизации произошло переохлаждение массы, и при образовании кварца выделившаяся скрытая теплота повысила температуру магмы, результатом чего явились оплавленные края зерен калиевого полевого шпата.

БИОТИТОВЫЙ ТРАХИ-ДАЦИТ

Порода светлосерого цвета с вкрапленниками плагиоклаза и листочков биотита.

Структура биотитового трахи-дацита гипокристаллически-порфировая, причем содержание стекла между микролитами незначительное, часто оно даже отсутствует. Угол погасания микролитов основной массы в разрезах $\perp M (010) = 7^\circ - 9^\circ$ соответствует олигоклазу.

Порфиновыми выделениями являются плагиоклаз, биотит и эпимагматический минерал—кальцит. Плагиоклазовые зерна часто во внутренней части содержат бесцветные листочки с более низкой интерференционной окраской и меньшим коэффициентом преломления, чем у вмещающего минерала. Это явление, повидимому, можно считать результатом альбитизации, которая сопровождалась образованием кальцита, сросшегося с альбитом.

Индивидуумы плагиоклаза большей частью вытянуты; встречаются и зональные кристаллы. В средней части последние сильнее разрушены. На Федоровском столике для плагиоклаза определены следующие константы (таблица 5).

Таблица 5

№№	B			2V ¹	Оптич. знак	Закон	Дв. ось	P	%Ап	Примечание
	Ng	Nm	Np							
1	24,5	66	89	87° 88°	—	Карлсбадский	[010]	$\perp B$	39	Вкрапленники
2	63,6	27,5	87,5	85°	—	Манебахский	$\perp (001)$	$\perp B$	39	"

¹ Углы между оптическими осями определены по двум выходам.

Угол погасания в разрезах $\perp M (010) = 19^\circ$ —соответствует № 38;

" " " $\perp PM = 20^\circ$ — " № 39.

Константы плагиоклаза отвечают андезину.

Удлиненные призмочки биотита плеохроируют от темнобурого до коричнево-желтого цвета. Иногда заметна только начинающаяся опацизация, при которой в краевых частях кристаллов биотита располагаются мелкие точки рудного минерала.

Биотит сопровождается мелкими зернышками апатита.

Кальцит образовался вследствие разрушения плагиоклаза. Магнетит встречается в виде или отдельных квадратиков или агрегатов зерен.

Порядок выделения минералов следующий: сперва выделился магнетит, затем биотит, плагиоклаз.

Биотитовый трахи-дацит был подвергнут химическому исследованию; для него получилось следующее соотношение окислов (таблица 6).

Таблица 6

Окислы	Весовые проценты	Молекулярные количества	Молекулярные проценты
SiO ₂	63,99	1,056	73,03
Al ₂ O ₃	17,50	0,172	11,90
Fe ₂ O ₃	2,39	0,015	1,03
FeO	1,46	0,020	1,38
MgO	1,31	0,032	2,21
CaO	3,13	0,560	3,88
Na ₂ O	3,59	0,058	4,01
K ₂ O	3,50	0,037	2,56
MnO	Следы		
H ₂ O ^{-110°}	} Не определялись		
H ₂ O ⁺¹¹⁰			
	97,87	1,446	100,0

Магматическая формула и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:

$$1,90 \overline{RO} \cdot R_2O \ 5,6 \ SiO_2$$

$$\alpha = 2,73$$

$$\beta = 37,3$$

$$R_2O:RO = 1:1,14$$

В химической классификации Ф. Ю. Левинсона-Лессинга анализ нашей породы соответствует трахи-дациту. Содержание K₂O в этом анализе несколько выше, чем в анализах подобных пород.

Нормативный минералогический состав породы, пересчитанный по системе С. I. P. W., и модальный состав, подсчитанный пуш-интегратором, также не противоречат данному названию (таблица 7).

Таблица 7

Нормативный состав		Модальный состав	
Кварц 23,31	} Q = 23,31	} 91,36 Sal	Плагноклаз (вкрапленник) 17,7
Ортоклаз 20,47			
Альбит 32,09	} Fem = 8,54	} Кальцит 0,6	
Анортит 15,49			} Rудный минерал . 0,8
Корунд 1,45			
Гиперстен 5,11			
Магнетит 2,08			
100,0			100,0
$\frac{Sal}{Fem} = \frac{91,36}{8,54} = 10,7; \text{ Class} - 1$		$\frac{Q}{F} = \frac{23,31}{68,05} = 0,34$	
$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = 1,6; \text{ Rang} - 2$		$\frac{K_2O}{Na_2O} = 0,65; \text{ Subrang} - 3$	

По аналогии с только что описанным биотитовым дацитом, порода, встречающаяся или в непосредственном соседстве с ним, или в виде окон в андезито-базальте, нами названа роговообманковым дацитом. Последний более основной, чем первый. Образование обоих типов дацитов синхроничны и относятся к одному магматическому типу. Образование биотита в одном типе и роговой обманки в другом—является результатом чисто физико-химических условий, имеющих место при кристаллизации магмы, внедренной в те или иные участки андезито-базальтового массива и обогащенной в различной степени летучими компонентами. Этот тип породы светлосерый с чуть фиолетовым оттенком. В афанитовой массе видны длинные призмочки роговой обманки, достигающие до 5 мм в длину и 0,5—1 мм в поперечнике, и светлые с чуть зеленоватым оттенком зерна плагиоклаза.

Структура породы гипокристаллически порфировая. Зерна плагиоклаза, свежие и часто зональные. Встречаются периклиновые двойники. Во внутренней зоне углы погасания в разрезах $\perp M(010) - 27^\circ$, а в $\perp PM - 28^\circ$; ядро зерна соответствует 50% Ap —андезин-лабрадор. На периферии угол погасания в разрезе $\perp PM = 19^\circ$ соответствует 38% Ap —андезину.

Роговая обманка буро-зеленая с часто встречающейся призматической спайностью. Оптический характер минерала отвечает базальтической роговой обманке. Угол погасания с $N_g = 10^\circ$. Угол между оптическими осями $2V = 79^\circ$.

По краям зерен роговой обманки образовалась черная опацитовая каемка.

Химический анализ роговообманкового трахи-дацита приводится в таблице 8.

Таблица 8

Окислы	Весовые проценты	Молекулярные количества
SiO ₂	64,36	1,072
TiO ₂ }	15,15	0,148
Al ₂ O ₃ }		
Fe ₂ O ₃	5,83	0,036
FeO	0,56	0,008
MgO	1,41	0,035
CaO	5,29	0,095
Na ₂ O	4,61	0,074
K ₂ O	1,12	0,012
H ₂ O _{-110°}	0,25	
H ₂ O _{+110°}	1,17	
	99,75	1,480

Магматическая формула и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:

$$0,224 \bar{R}O. 0,184 R_2O_3. 1,072 SiO_2$$

$$1,22 \bar{R}O R_2O_3. 5,82 SiO_2$$

$$\alpha = 2,75$$

$$\beta = 38,1$$

$$R_2O : RO = 1,6 : 1$$

ТРАХИ-ЛИПАРИТ

Наиболее распространенным в изверженном комплексе района наших исследований являются дайки трахи-липаритов, представленных разновидностям (фиг. 7).

По неодинаковому содержанию кварца и слюдястых минералов в породах тех или иных даек порода отклоняется в сторону дацито-липаритов или приближается к липаритам.

Порода светло-серого цвета; встречаются светлорозовые каолинизированные разности. Вкрапленниками, видимыми макроскопически, является, главным образом, плагиоклаз. В некоторых дайках в состав породы входят кварц и вкрапленники мусковита, достигающие до 2 мм в длину и 1 мм в поперечнике.

Основная масса под микроскопом состоит из бесцветных мелких чешуек и листочков альбита. Коэффициент преломления этого минерала близок к коэффициенту преломления канадского бальзама. Часть основной массы серицитизирована. В некоторых

участках порода сплошь состоит из мелких листочков. В районах минеральных источников она несколько кальцитизирована. Под микроскопом, кроме вышеотмеченных минералов, встречаются рудный минерал и апатит.

Вкрапленники плагиоклаза встречаются в виде удлиненных призмочек, с полисинтетической двойниковой структурой. Они довольно помутнели и в большинстве случаев серицитизированы; угол погасания в разрезах $\perp M(010) = 15^\circ$. Дисперсионный эффект такой же, как основной массы. Плагиоклаз по отношению к мусковиту, апатиту и рудному минералам аллотриоморфен.

Зерна мусковита имеют удлиненные призмочки с ясно видимым абсорбционным эффектом и высокой интерференционной окраской. В нем вдоль зерен часто располагается рудный минерал или окрашенная в буро-коричневый цвет масса, являющаяся результатом диссоциации биотита.

Апатит небольшими столбиками и точками концентрируется главным образом у зерен мусковита и рудного минерала.



фиг. 7.

Дайка трахи-липарита в андезито-базальтах (третичных)

Рудный минерал в породе распределен в виде небольших идиоморфных зерен или листочков. Иногда некоторые зерна имеют скелетную структуру, в изъеденных участках которых располагается водно-прозрачный минерал (альбит).

Встречаются разности породы, содержащие оплавленные зерна (как в липарите) кварца или большое количество агрегатов его.

Образец из дайки в районе курорта Исти-су был подвергнут химическому исследованию. Результаты анализа сведены в таблице 9.

Таблица 9

Окислы	Весовые проценты	Молекулярные количества	Молекулярные проценты
SiO ₂	66,04	1,000	76,17
TiO ₂	0,39	0,004	0,27
Al ₂ O ₃	14,48	0,142	9,83
Fe ₂ O ₃	1,62	0,010	0,70
FeO	0,72	0,010	0,70
MnO	0,03	0,001	0,07
MgO	0,90	0,023	1,59
CaO	3,84	0,069	4,77
Na ₂ O	3,08	0,049	3,39
K ₂ O	3,38	0,036	2,50
H ₂ O ^{-110°}	0,86	—	—
H ₂ O ^{+110°}	4,82	—	—
	100,16	1,444	100,0

Магматическая формула и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:

$$1,23 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 7,23 SiO_2$$

$$\alpha=3,41$$

$$\beta=31$$

$$R_2O:RO=1,23:1$$

Пересчитывая химический анализ на нормативный состав по системе С. I. P. W., получаем:

кварц	30,13	Q=30,13	93,03 Sal;
ортоклаз	19,95		
альбит	27,15	F=62,90	Fem = 6,97;
анортит	15,80		
диопсид	3,34		
гиперстен	2,36		
ильменит	0,56		
магнетит	0,71		
	<u>100,0</u>		

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{93,03}{6,97} = 13,3;$$

$$\frac{Q}{F} = \frac{30,13}{62,9} = 0,5;$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = 1,23;$$

$$\frac{K_2O}{Na_2O} = 0,74;$$

По химическому составу и по коэффициентам порода ближе подходит к трахи-липаритам Гокчинского района. По сравнению с липарито-дацитами этого же района в ней обнаруживаются несколько повышенная кислотность и пониженное содержание K₂O.

ЛИПАРИТ

В районе минеральных источников Н. Исти-су липарит находится в виде почти вертикальных даек в $NO-20^\circ$ направлении.

Порода белесовато-серого цвета с вкрапленниками молочно-белого цвета кварца, достигающего до 4 мм в поперечнике, полевого шпата, трудно отличимого по цвету от основной массы, и листочков биотита, выделяющихся на фоне основной массы блестящими при свете плоскостями спайности. Размеры зерен плагиоклаза достигают до 2 мм в длину и 1 мм в поперечном сечении.

В выветрелых разностях, с поверхности обнажения плагиоклазовые частицы каолинизированы, биотитовые листочки имеют золотистый оттенок.

Основная масса породы под микроскопом литоидитовая.

Вкрапленники плагиоклаза мутные, в некоторых участках зерна карбонатизированы.

Угол погасания в разрезах $\perp PM$ в среднем $=7^\circ$

» » » $\perp M (010)$ $=-10^\circ$

Коэф. преломления \leq коэф. преломления канадского бальзама.

Константы плагиоклаза соответствуют альбиту № 10.

Большие зерна кварца зачастую резорбированы, и в этих случаях закругленные участки резких ограничений не имеют. Вокруг таких зерен наблюдаются субмикроскопические извилины. Встречаются и индивиды с сохранившимися геометрическими очертаниями. Участки кварца, подвергшиеся магматической коррозии, заполнены карбонатизированным веществом.

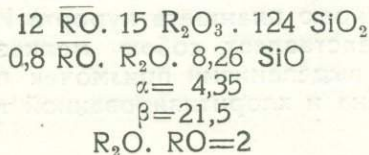
Биотит частично диссоциирован, вследствие чего выделившийся рудный минерал располагается вдоль удлиненных листочков. Некоторые из них частично или полностью хлоритизированы. С биотитом ассоциируют апатитовые столбики, магнетит и циркон. Они часто встречаются в зернах биотита.

В таблице 10 приводим химический анализ этой породы.

Таблица 10

Окислы	Весовые проценты	Молекулярные количества	Молекулярные проценты
SiO ₂	74,39	1,240	81,89
TiO ₂	0,46	0,006	0,40
Al ₂ O ₃	14,49	0,142	9,36
Fe ₂ O ₃	1,22	0,008	0,52
FeO	0,37	0,005	0,33
MgO	0,09	0,023	1,51
CaO	0,65	0,012	0,80
Na ₂ O	3,81	0,061	4,23
K ₂ O	1,77	0,019	1,25
	—	1,510	—

Магматическая формула и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:



Анализ породы в отношении близости процентного состава большинства окислов имеет большое сходство с анализом трахи-липарита. Это может служить доказательством того, что липарит и трахи-липарит относятся к одной магматической группе, и время образования их синхронично.

ОКВАРЦОВАННЫЙ ТРАХИ-ЛИПАРИТОВЫЙ ТУФ

Этот туф обнажается у курорта Исти-су на левом склоне у дороги в Басаркечар, над ист. № 14, покрывая небольшой участок андезито-базальтового массива (третичного). Слоистость его заметна довольно хорошо. По минералогическому составу окварцованный трахи-липаритовый туф весьма сходен с липарито-дацитом, с образованием которого я склонен связать его происхождение. Эта порода в исследованном нами районе нигде больше не встречается.

Макроскопически порода среднезернистая, лейкократовая, светлосерого цвета, с молочно-белым, часто с зеленоватым оттенком. В ней видны отдельные меланократовые шлировые участки и вкрапленники полевого шпата.

Структура такситовая. Вокруг стекловатой изотропной массы отдельных участков, где видны субмикроскопические точки анизотропного, бесцветного минерала, который по аналогии с другими участками шлифа был отнесен к кварцу, концентрически расположен кальцит. Последний заполняет как мелкие трещины в породе, так и отдельные трещины в индивидах плагиоклаза. Нередко кальцит входит в состав породы в виде больших зерен.

Плагиоклаз, представленный большими зернами, имеет полисинтетическую структуру. Присутствуют индивиды свежие и помутневшие. Для него получены следующие константы (таблица 11).

Таблица 11

В			Дв. закон	Дв. ось	2V	Опт. знак	∠M	% Ап
N _g	N _m	N _p						
72,5	18	88,5	Карлсбадский	[001]	84	+	14°	3

Плагиоклаз относится к альбиту.

Интерстиции зерен плагиоклаза, равно как и остальных минералов, встречающихся в виде вкрапленников, заполнены или вышеупомянутой изотропной массой или же мелкими кристалликами кварца, имеющего иногда мозаичную структуру.

Темноцветные компоненты, заключенные главным образом в шлировых участках, диссоциированы, в результате чего образовались хлорит и мусковит, наблюдающиеся в одном и том же зерне.

ГАББРО-ДИАБАЗ

Габбро-диабаз интродирован в метаморфизованную туфогенную толщу, которая в юго-западной части интрузии, помимо подстилающей, представлена также и покрывающей породой. Он образует большие скалы. Обломки его в виде больших валунов встречаются также на северо-восточном краю планшета курорта Исти-су.

Габбро-диабаз представляет собою мелкозернистую слабозеленого цвета породу, с выделениями призмочек плагиоклаза, темнозеленых зерен пироксена и хлоритизированной массы с зеленоватым оттенком.

Под микроскопом видны большие кристаллы плагиоклаза с полисинтетической структурой. Имеются также более мелкие призмочки его. Частично, а некоторые отдельные индивиды полностью изменены, покрываясь при этом кальцитом, иногда и соссюритом. Угол погасания его в разрезах $\perp PM-29^\circ$.

Определения констант на Федоровском столике дали следующие результаты (таблица 12).

Таблица 12

B			Дв. закон	Дв. ось	2V	Опт. знак	% Ап
N_g	N_m	N_p					
30	64	77	Альбитовый	(010)	82	+	55

Плагиоклаз соответствует лабрадору.

Пироксеновые зерна бесцветны с слабо-желтоватым оттенком.

Встречаются индивиды с призматической спайностью, с углом между спайностями 88° . Угол погасания $Sp_g=38^\circ$. Пироксен относится к диопсиду.

Некоторые зерна пироксена раз'единены кальцитом и хлоритом. Последний аллотриоморфно располагается по отношению к остальным минералам. Хлорит зеленого цвета с заметным плеохроизмом, индигово-синей интерференционной окраской и со слабым двойным лучепреломлением, на основании чего минерал можно отнести к деллесситу. В нем часто располагается эпидот. Как эпидот, так и хлорит являются продуктами разрушения пироксена, что подтверждается остатками пироксена в них. Апатит присутствует в породе в большом количестве в виде шестоватых кристалликов (1,5 мм). Удлинение отрицательное.

Кварц встречается в довольно заметном количестве, располагаясь аллотриоморфно.

Магнетит небольшими идиоморфными, часто прямоугольной формы зернами рассеян по всей породе.

Структура гипидиоморфно-зернистая.

Порядок выделения минералов следующий: апатит, магнетит, плагиоклаз, пироксен, затем хлорит, кварц и кальцит (перечень минералов приведен в порядке их выделения).

Химический анализ вышеописанной породы дает следующее соотношение окислов (таблица 13).

Таблица 13

Окислы	Весовые проценты	Молекулярные количества
SiO ₂	50,88	0,848
TiO ₂	—	—
Al ₂ O ₃	19,39	0,190
Fe ₂ O ₃	2,77	0,018
FeO	4,19	0,058
MgO	3,90	0,097
CaO	7,95	0,142
Na ₂ O	3,72	0,060
K ₂ O	3,09	0,033
H ₂ O ^{-110°}	0,23	—
H ₂ O ^{+110°}	3,86	—
P ₂ O ₅	0,92	—
	100,9	1,446

Магматическая формула и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:

$$1,42 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 4,07 SiO_2:$$

$$R_2O: RO=1: 3,19$$

$$\alpha=1,84;$$

$$\beta=59,4.$$

Химический состав породы более соответствует среднему составу диабазов (по Дэли), а по микроструктуре подходит к габбро-диориту.

Проценты количества Al_2O_3 (19,39%) и K_2O (3,09%) несколько отклоняются от содержания Al_2O_3 и K_2O в породах типа габбро или диабаза. Более подходящим названием для этой породы можно принять габбро-диабаз.

Пересчет химического анализа на нормативный состав по системе С. I. P. W. и подсчет количественного минералогического состава сетчатым окуляр-микрометром дает точное совпадение количества (процентов) силикатных и феррических составных частей (таблица 14).

Таблица 14

Минералы	Нормативный состав	Минералы	Модельный состав	
Ортоклаз	18,25	Плагиоклаз Хлорит Эпидот Пироксен Роговая обманка Апатит Рудный минерал Кальцит Кварц	72,4	$\frac{Sal}{Fem} = \frac{71,98}{27,66} = 2,6;$ Class — II; $\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = 0,65;$ Rang — 3 $\frac{K_2O}{Na_2O} = 0,5;$ Subrang — 4
Альбит . .	21,30		11,1	
Нефелин .	5,95		2,4	
Анортит .	26,78		3,0	
Диопсид .	12,45		3,0	
Гиперстен	12,78		0,2	
Магнетит .	2,49		2,9	
	100,0		2,0	
		100,0		

ВУЛКАНИЧЕСКАЯ БРЕКЦИЯ

Порода зеленого цвета, заключающая в своей среде плотно сцементированные, главным образом меланократовые, реже лейкократовые обломки. Эти брекчиевидные включения неправильные, остроугольные, разных размеров — до 1 см в диаметре; иногда величина обломков доходит до 5 — 10 см.

Цементирующей порфиридные включения массой является порода темнозеленого цвета с порфировой структурой.

В некоторых участках порода сильно карбонатизирована, вследствие чего реагирует с HCl.

Под микроскопом порода имеет такситовую структуру. Брекчиевидными включениями являются, главным образом, породы андезитового или базальтового состава, состоящие из микролитов, базиса и вкрапленников плагиоклаза. Основная масса состоит из мутного, загрязненного, карбонатизированного вещества. На фоне этой мутной массы помимо брекчиевидных включений выделяются более светлые зерна кальцита и фенокристы плагиоклаза кислого типа, очень подходящего по физическим свойствам на альбит.

Плаггиоклаз представлен листочками или с двойниковыми индивидами, дисперсионный эффект его близок к канадскому бальзаму. Поверхность зерен испещрена кальцитом, реже серицитом. Присутствие альбита как в цементирующей массе породы, так и в брекчиевидных включениях, обусловлено альбитизацией более основного плаггиоклаза.

Темноцветные компоненты хлоритизированы и серпентинизированы.

Содержание хлорита в породе большое. Плеохроизм его меняется от желто-зеленого до зеленого. Часто встречаются изометрические зерна лучистого строения. Серпентинизации подвергались только цветные компоненты, находящиеся преимущественно в брекчиевидных включениях.

АНДЕЗИТО-БАЗАЛЬТЫ

(третичные)

В основном андезито-базальты можно разбить на три типа. Первый тип соответствует по составу нормальному андезито-базальту, второй имеет более основной состав. Различие между первым и вторым типом можно наблюдать на небольшом участке (второй тип напротив амбулатории, на левом берегу реки). Третий тип более плотный, мелкозернистый и более выветрелый. Порода этого типа состоит из бурой основной массы, в которой заметны микролиты и точечный рудный минерал. В некоторых образцах точечный рудный минерал отсутствует. Темноцветные компоненты полностью диссоциированы, следствием чего являются образования кальцита, хлорита, иногда и альбита. Зерна плаггиоклаза также кальцинизированы. В трещинках или в некоторых редко встречающихся порах можно встретить агрегаты кварца.

Под микроскопом первый тип имеет гиалопилитовую основную массу, в которой зерна магнетита распылены в виде мелких точек. Микролиты преобладают над стекловатым базисом. Поры отсутствуют.

Порфиrowыми вкрапленниками представлены плаггиоклаз основного ряда и пироксен.

Наряду с несколько изменившимися фенокристами плаггиоклаза встречаются большие хорошо сохранившиеся индивиды, в которых определены нижеприведенные константы (таблица 15). Углы погасания в разрезе $\perp M (010) = 32^\circ, 32^\circ, 33^\circ, 33^\circ$ и 35° .

Таблица 15

№ №	В			Двойниковый закон	Дв. ось	2V	%Ап	Отнош. Р к В
	N _g	N _m	N _p					
1	29	63	78,5	Альбитовый	$\perp (010)$	80	52	P B
2	56,5	33,5	90	Карлсбадский	$[001]$	—		P ⊥ B
3	68,5	33	67,5		(021)	78	49	P B
4	67	34,5	66,5		(021)	80 и 81	50	P B
5	34,5	58,5	76	Альбитовый	$\perp (010)$	76	59	P B
6	29,5	72	68,5	"	$\perp (010)$	82	62	P B
7	57,5	68	40,5	Карлсбадский	$[001]$	80	62	P ⊥ B
8	57	71	37	"	$[001]$	80 и 82	63	P ⊥ B

В комбинации с некоторыми двойниковыми индивидами встречаются и пироксеновые двойнички.

Пироксен моноклинный (авгит), бесцветный. Угол погасания $C_{pg}=44^\circ$. Зерна изрезаны трещинками, заполненными кальцитом. В некоторых участках он полностью разложен, результатом чего явились образования кальцита, часто занимающего большую часть зерна, рудного минерала (гематита), переходящего в кроваво-красный железный шпат, и слабо-зеленого цвета хлорита с синей интерференционной окраской.

По периферии кальцитовых включений (миндалины у ист. № 14) располагаются тонкой каемкой бесцветные призмочки альбита. Эти призмочки короткими ребрами обращены к стыку с кальцитом. Коэффициент преломления их близок к канадскому бальзаму. Такое же расположение альбитовых зерен вокруг миндалины описано В. Н. Лодочниковым¹ (36, стр. 893) в альбиторифе из районов Исти-су в северном Иране.

У ист. № 14 в контакте с подстилающей туфовой породой встречаются хорошо образованные зерна хлорита с синей интерференционной окраской. В небольшом количестве встречаются столбики апатита.

Второй более основной тип породы несколько отличен от первого, только что описанного типа. Микроскопически они резко отличия не имеют, разве только по большому содержанию фенокристов плагиоклаза. В выветрелых разностях второй тип принимает порфиритовую текстуру. Основная масса состоит из микролитов и рудного минерала, перемешанного с кальцитом. Имеются участки и без кальцита; жилочки последнего иногда встречаются в зернах плагиоклаза.

Содержание пироксена незначительное, и то он, разложившись, преобразован в бесцветную мелкозернистую массу или кальцинирован. Вокруг зерен его образуются такие же рудные оторочки, какие описаны выше.

Встречаются также мелкие столбики апатита.

Образец (№ 11) этой породы из левого склона долины р. Тертер, у ист. № 14, мною был подвергнут химическому анализу.

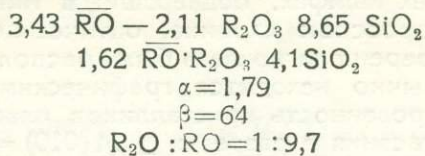
Для него получено следующее соотношение окислов (таблица 16).

Таблица 16

Окислы	Весовые проценты	Молекулярные количества	Молекулярные проценты
SiO ₂	51,95	0,875	60,54
TiO ₂	0,82	0,010	0,70
Al ₂ O ₃	17,33	0,170	11,89
Fe ₂ O ₃	6,47	0,041	2,86
FeO	1,87	0,026	1,82
MgO	4,64	0,115	8,06
CaO	9,52	0,170	11,89
Na ₂ O	1,75	0,027	1,89
K ₂ O	0,46	0,005	0,35
H ₂ O - ₁₁₀ ^o	0,32		
H ₂ O + ₁₁₀ ^o	4,91		
	100,04	1,429	100,0

¹ Н. В. Лодочников. Микроскопическое исследование пород северной Персии. Изв. Геол. Ком. т. XV, № 8, стр. 893, 1926.

Магматическая формула и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:



Пересчитывая анализ на нормативный состав по системе С. I. P. W., получаем:

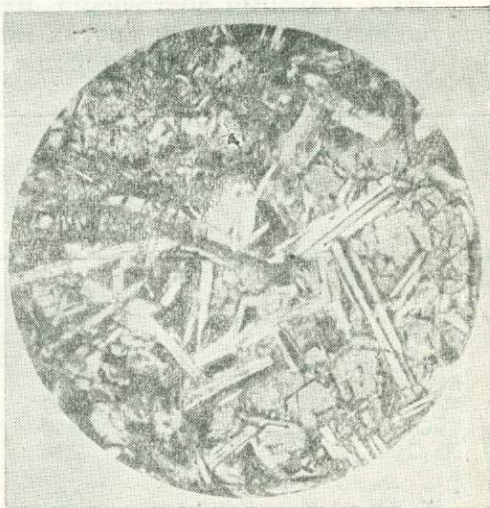
Кварц . . . 16,37 Q = 16,37; Ортоклаз . . . 2,80 Альбит . . . 15,12 Анортит . . . 38,63	} F = 56,55;	} 72,92 Sal;	$\frac{Sal}{Fem} = \frac{72,92}{27,08} = 2,6;$ $\frac{Q}{F} = \frac{16,37}{56,55} = 0,29;$
Диопсид . . . 8,96 Гиперстен . . . 13,86 Магнетит . . . 2,86 Ильменит . . . 1,40	} Fem = 27,08;		Class—II; $\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = 0,18;$
100,0			Rang—3; $\frac{K_2O}{Na_2O} = 0,19;$ Subrang—4.

Если часть потери при прокаливании (70% от общего количества) прибавить к SiO₂, то получим 55% SiO₂ вместо 51,95%. При таком соотношении SiO₂ с остальными окислами оказывается слишком мало K₂O = 0,46% и Na₂O = 1,75%. Благодаря этому в нормативном составе получается значительное количество кварца. Согласно отношению R₂O : RO = 1 : 9,7 породе можно было бы отнести к базальту, однако этому противоречит слишком высокое содержание SiO₂. По структуре и минералогическому составу породе ближе подходит к андезиту и андезито-базальту.

ДИАБАЗ

Между ванным помещением и курортным управлением Истису в направлении NW—342° обнажается дайка диабаз, которая образует здесь обрывистый правый берег р. Тертер. Порода афанитовая, темнозеленого цвета. В некоторых участках выветрившейся поверхности ее цвет изменяется иногда до розовато-зеленого.

Под микроскопом порода мелкокристаллическая, с офитовой структурой (фиг. 8).



фиг. 8
Диабаз

Плагиоклаз представлен сильно вытянутыми идиоморфными призмочками, интерстиции которых заполнены авгитом и хлоритом. Зерна его свежие. Во всех шлифах, подвергшихся микроскопическому исследованию на Федоровском столике, оптические оси в подавляющем большинстве зерен плагиоклаза были расположены в третьей плоскости, которая обычно находится графическим способом. Это указывает на ориентированность кристалликов плагиоклаза (stress) (таблица 17). Угол погасания в разрезах $\perp M(010) = 34^\circ$.

Таблица 17

№.№	В			Двойниковая ось	2V	Оптический знак	% An	Примечание
	N_g	N_m	N_p					
1	65	39	62	$\perp [100]$	90	\pm	56°	$R \perp B$
2	73,5	31,5	65	(021)	88	$+$	55°	$R \parallel B$

Константы плагиоклаза отвечают лабрадору.

Хорошо образованные более крупные кристаллики авгита не встречаются. Геометрическое очертание их зерен зависит от расположения призмочек плагиоклаза. Цвет минерала светлозеленый. Угол погасания $Sp_g = 40^\circ$; $2V = 59^\circ$. Часть зерен, выветриваясь, переходит в бурокоричневую массу, среди которой встречаются остатки авгита.

Хлорит (серпентин) — светлозеленого цвета; он при скрещенных николях имеет субмикроскопически зернистую массу. Плеохроизм едва заметен. Более крупные листочки яснее плеохроируют.

Рудный минерал (магнетит) небольшими зернами аллотриоморфно расположен к плагиоклазу.

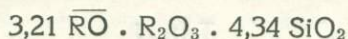
Кальцит мелкими листочками находится в породе как продукт разрушения пироксена и других минералов.

Химический состав этой породы следующий (таблица 18).

Таблица 18

Окислы	Весовые проценты	Молекулярные количества	Молекулярные проценты
SiO_2	43,72	0,729	49,53
TiO_2	1,54	0,020	1,36
Al_2O_3	16,27	0,160	10,87
Fe_2O_3	1,18	0,008	0,55
FeO	9,24	0,128	0,70
MgO	8,19	0,203	13,93
CaO	10,09	0,180	12,23
Na_2O	2,14	0,034	2,30
K_2O	0,28	0,030	0,20
$H_2O_{-100^\circ}$	0,91	—	—
$H_2O_{+100^\circ}$	6,51	—	—
P_2O_5	0,30	0,002	0,13
SO_3	0,21	0,003	0,20
	100,58	1,472	100,0

Магматическая формула и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:



$$\alpha = 1,22$$

$$\beta = 97$$

$$R_2O : RO = 1 : 13,8$$

По содержанию кремнекислоты (43,72%) и по коэффициенту кислотности ($\alpha = 1,22$) химический состав породы несколько отклоняется в сторону основности от типичных диабазов. По микроструктуре, (диабазовой, офитовой) и по минералогическому составу породы типично диабазовая.

Большое количество воды (6,51% + 0,91%) обусловлено обильным содержанием хлорита (38%), полученного в нижеприведенном количественно-минералогическом подсчете. Резкое отклонение от типичных диабазов наблюдается также в отношении $R_2O : RO = 1 : 13,8$ (см. также андезито-базальты—третичные).

Минералогический состав породы следующий (таблица 19).

Таблица 19

Пересчет химического анализа на нормативный состав по системе С. I. P. W.	Подсчет количественно-минералогического состава породы пуш-интегратором в %
Ортоклаз 2,86 } Q = 0 Альбит 3,67 } F = 47,38 Нефелин 6,60 } Анортит 34,25 }	Плагиоклаз 34,6 Хлорит 38,0 Пироксен 16,6 Кальцит и продукты разрушения темноволновых компонентов 9,5 Рудный минерал 1,4
Диопсид 12,71 } Fem = 52,62 Гиперстен 35,06 } Магнетит 1,09 } Ильменит 2,73 } Метасиликат 0,41 } Апатит 0,62 }	
100,0	100,0

$$\frac{Sal}{Fem} = \frac{73,38}{52,62} = 0,9;$$

Class—III;

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = 0,2;$$

Rang—4;

$$\frac{R_2O}{Na_2O} = 0,9;$$

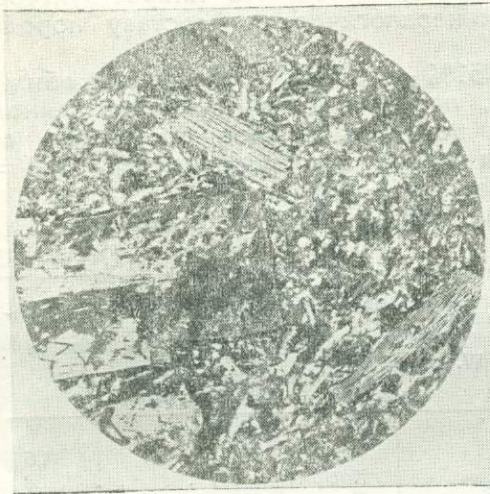
Subrang—0,09;

Большая основность нашей породы, чем нормальные диабазы, характеризуется и минералогическим составом, в котором отношение феррических минералов к салическим приблизительно равно 2 : 1 причем салическая часть в виртуальном составе главным образом состоит из основного плагиоклаза (анортита).

ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПОКРОВ

Тип I

Первый тип лавового потока характеризует первый поток в районе сел. Чихар и Зибель; он самый мощный (около 80 м) и поднимается отдельными большими скалами непосредственно над рекой. К этому же типу относится и третий поток у курорта Исти-су.



фиг. 9

Андезито-базальт, поток типа II

друг к другу, или в их промежутках располагается буро-грязная стекловидная масса (фиг. 9). Угол погасания в разрезах $\perp M(010) = 23^\circ, 24^\circ$ (симметричное погасание). На основании этого и полученных констант на универсальном столике (таблица 20) плагиоклаз относится к андезину (43% An).

Порфиrowыми выделениями являются плагиоклаз и пироксен. Размеры зерен первого больше второго.

Зерна плагиоклаза представлены вытянутыми призмочками, имеющими микротиновый характер. Некоторые из них охвачены кругом весьма тонкой, микротиновой бесцветной каемкой, дисперсионный эффект которой больше, чем у плагиоклаза, заключенного в ней. Встречаются также отдельные более крупные зерна зонарно-го плагиоклаза, раздробленные на небольшие одинаково погасающие кусочки. В таких плагиоклазах угол погасания в средней зоне в разрезах $\perp PM = 22^\circ$, что соответствует по диаграмме Мишель-Леви плагиоклазу № 42—андезину, а в наружной зоне (второй после выше упомянутой каемки) $\perp PM = 13^\circ$, что соответствует № 30—ближайший олигоклаз—андезину.

Встречаются отдельные индивидуумы плагиоклаза, оплавленного и участками гранулированного. Гранулированные плагиоклазы из окрестностей Ордаклю на юго-западном берегу озера Гокча описаны Ф. Ю. Левинсоном-Лессингом. Они же описываются Б. М. Куплетским из соседнего района; видимо, такие плагиоклазы характерны для описываемых четвертичных лав.

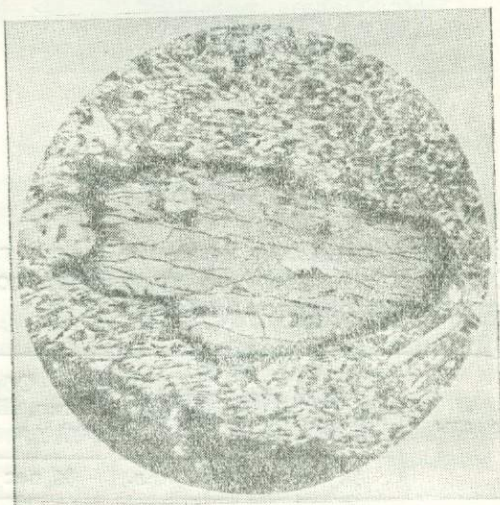
Угол погасания для вкрапленников в разрезах $\perp M(010) = 23^\circ, 24^\circ, 25^\circ$. Константы для фенокристов и для микролитов, полученные на Федоровском столике, следующие (таблица 20).

Таблица 20

№№	В			2V	Оптический знак	Двойниковый шов	% Ал	Примечание
	N_g	N_m	N_p					
1	74	46	48	80	+	[001]	44	Фенокристы
2	63	30	79,5	76	+	$\perp(001)$	43	Микролиты
3	66	47,5	62	74	+	[001]	45	Фенокристы

Встречаются отдельные большие зерна, охваченные каемкой, мутной, субмикроскопической, зернистой грязно-серой массы, занимающей $1/10$ часть поверхности кали-натрового полевого шпата.

Для него определены следующие константы, отвечающие анартоклазу: коэф. преломления меньше, чем у канадского бальзама; $2V = 41^\circ$; оптический знак отрицательный; $\perp(001) N_m = 6^\circ$. Эти чуждые данной магме зерна анартоклаза являются интрателлурическими включениями; на это ясно указывают резорбированные каемки на кристалле (фиг. 10).



фиг. 10

Каемка резорбции вокруг интрателлурического включения анортоклаза в андезито-базальте (поток I)

Пироксеновые зерна представлены в виде вытянутых призмочек; встречаются и изометрические. Минерал бесцветный с чуть заметным слабо-зеленым плеохроизмом. Угол погасания в разрезах с $N_g = 44^\circ$. Вокруг некоторых зерен наблюдается тончайшая каемка из мелких точек рудного минерала, который в отраженном свете имеет буро-желтую окраску, являющуюся продуктом окисления магнетита и разложения феррических минералов в контакте с быстросхватившей лавой. Угол между оптическими осями в нем, определенный на Федоровском столике: $2V = 54^\circ - 57^\circ$, положительный.

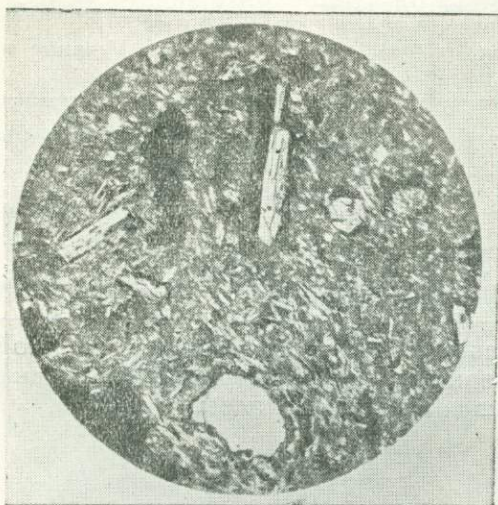
В одном довольно большом вкрапленнике рудного минерала (22) магнетита, сохранившего свое кристаллографическое очертание, мы наблюдали включение бурой роговой обманки с призматической спайностью ($\angle 124^\circ$) и с ясным плеохроизмом от бурого в направлении N_g до желтого в направлении N_p . В этом же зерне магнетита расположены опал и маленький листочек плагиоклаза.

В некоторых пустотах встречаются кварц и опал (курорт Исти-су). Вокруг некоторых зерен кварца образовалась тонкая каемка (фиг. 11) из мелких агрегатов пироксена с углом погасания от 42 до 45°.

Опал слабокремового цвета, встречается в виде небольших изометрических зерен. Он иногда располагается вокруг кварца: между

последним и агрегатом пироксена; минерал изотропный; коэффициент преломления меньше, чем у канадского бальзама.

Как известно, присутствие опала или полную опализацию в закавказских эффузивах описывали многие авторы: Лагогио, Веске, Лодочников, Куплетский, Гинзберг. Первый считает присутствие опала результатом гидрохимической перекристаллизации составляющей массы, а последний—продуктом перекристаллизации стекла и чаще изменений в плагиоклазах. В нашем случае опал встречается исключительно в пустотах, и образование его приурочено к постмагматической деятельности, к моменту образования других встречающихся в пустотах минералов (кварц). Кроме того, опали-



фиг. 11

Андезито-базальт со включением кварца (поток I)

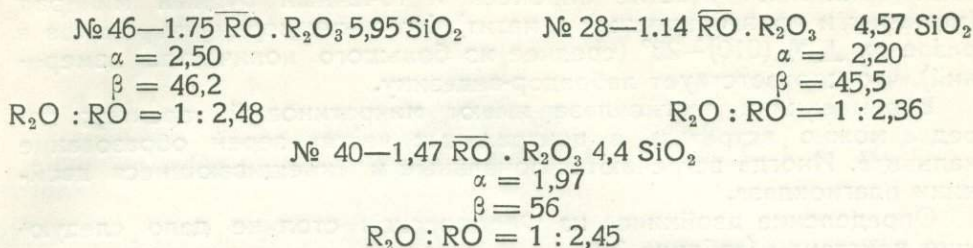
зации содействовали имевшие место гидрохимические процессы.

Химические анализы трех образцов андезита дали следующие соотношения окислов (таблица 21).

Таблица 21

Окислы	Обр. № 46 I тип, I лав. поток у сел. Чирах и сел. Зибель		Обр. № 28 I тип, III поток (свер- ху) у курорта Исти-су		Обр. № 40 I тип, II поток (снизу) у курор- та Исти-су	
	% вес	Мол. кол.	% вес	Мол. кол.	% вес	Мол. кол.
SiO ₂ . . .	56,64	0,960	56,82	0,946	55,82	0,930
TiO ₂ . . .	—	—	1,34	—	—	—
Al ₂ O ₃ . . .	15,84	0,156	19,73	0,193	18,60	0,182
Fe ₂ O ₃ . . .	6,17	0,039	2,20	0,014	4,63	0,029
FeO . . .	2,38	0,033	1,62	0,022	1,88	0,026
MgO . . .	4,45	0,111	3,63	0,090	2,35	0,059
CaO . . .	6,06	0,108	6,96	0,124	6,84	0,122
Na ₂ O . . .	4,28	0,069	4,10	0,066	4,03	0,065
K ₂ O . . .	2,74	0,029	3,14	0,034	2,32	0,024
H ₂ O ^{-110°} . . .	0,11	—	0,18	—	—	—
H ₂ O ^{+110°} . . .	0,98	—	0,35	—	—	—
MnO . . .	—	—	следы	—	—	—
P ₂ O ₅ . . .	—	—	0,29	—	—	—
V ₂ O ₅ . . .	—	—	0,05	—	—	—
Cr ₂ O ₃ . . .	—	—	нет	—	—	—
Σ	100,65	0,1505	100,41	—	—	1,437
	Аналитик Мир-Али Кашкай		Аслан Везирзаде			

Магматические формулы и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:



Пересчитывая данный химический анализ на виртуальный состав по системе С. I. P. W, получаем:

№ 46.	Кварца . . . 4,12 Q = 4,12	} 71,63 Sal;		Sal = $\frac{71,63}{28,37} = 2,5;$	
	Ортоклаза . . . 15,14		} F = 67,51		Class—II;
	Альбита . . . 36,68				Q = $\frac{4,12}{67,51} = 0,05;$
	Анортита . . . 15,42				Rang—3;
	Гематита . . . 2,59	} Fem = 28,37		R ₂ O + Na ₂ O = 0,9;	
	Диопсида . . . 13,29			CaO	
	Гиперстена . . . 12,49			Subrang—4;	
	100,0			K ₂ O = 0,42.	
				Na ₂	

Согласно схеме Ф. Ю. Левинсона-Лессинга, по данным коэффициента кислотности (α) и других констант (\overline{RO} и R₂O : RO) порода должна быть отнесена к типичным андезитам.

Тип II

У сс. Зибель и Чирах мощность лавового потока типа II доходит до 40 м. Лавовый поток подстилается розовым пепельным слоем, обнажающимся на 1 м. В некоторых местах этот пепельный слой смывается водой, циркулирующей по трещинам. Эти места имеют вид пещер и остаются пустыми. Лава имеет некоторую слоистость, по которой колетя на мелкие плитки. К этому типу относятся лавы первого потока у курорта Исти-су, у с. Багырсах, и правого склона у минеральных источников Н. Исти-су. Образцы, взятые из этих потоков в разных местах на довольно больших расстояниях друг от друга, в структурном и минералогическом отношении не отличаются.

Макроскопически порода свинцово-серого цвета с мелкими и редкими выделениями вкрапленников темноцветного минерала авгита. Она содержит мелкие поры, которые иногда заполнены кварцем.

Под микроскопом порода гипокристаллически порфировая, в некоторых местах олигофирная (Н. Исти-су). Вкрапленниками являются плагиоклаз и пироксен, а иногда и опациitized до полного оруденения минерал, подробно описанный А. С. Гинзбергом (11, стр. 37). Как микролиты основной массы, так и представленные фенокристы имеют разные размеры, так что часто наблюдается постепенный переход. При увеличении № 5 малой модели микроскопа фирмы Leitz, основная масса создает впечатление состоящей из мелких микролитов, прилегающих друг к другу. Последние состоят

не только из удлиненных призмочек, но встречаются также в виде неправильных пластинок. В основной массе наряду с микролитами принимают участие пироксен и точечный рудный минерал (магнетит и кровавокрасный гематит). Угасание зерен микролитов в разрезах $\perp M (010) - 25^\circ$ (среднее из большого количества измерений), что соответствует лабрадор-андезину.

Вкрапленники плагиоклаза имеют микроиновый характер; изредка можно встретить в центральных частях зерен образование кальцита. Иногда встречаются зональные и скрещивающиеся двойники плагиоклаза.

Определение двойников на Федоровском столике дало следующие константы (таблица 22).

Таблица 22

№№	B			2 V	Оптический знак	Двойниковый шов	Отношение P к B	% A_p	Примечание
	N_g	N_m	N_p						
1	63,5	41,5	62,5	78	+	[001]	$P \perp B$	49	Микролит
2	73	45	50	78	+	[001]	$P \perp B$	43	Фенокрист
3	36	55,5	84	80	+	[010]	$P \perp B$	49	Фенокрист

Плагиоклаз соответствует андезин-лабрадору.

Пироксеновые вкрапленники коротко-призматической формы имеют слабо-зеленоватый оттенок; внутренняя часть некоторых зерен изъедена водяно-прозрачным минералом (вероятно плагиоклаз); там же можно встретить кальцит и рудный минерал. Попадаются разрезы перпендикулярно призматической спайности с углом между трещинками в 87° ; угол погасания с $N_g = 44^\circ$.

Рудный минерал в краевых частях резорбирован, вследствие чего резкие ограничения не наблюдаются. Иногда встречаются мелкие столбики апатита (Багырсах). Последний, как отметили В е с к е, Л о д о ч н и к о в (35, стр. 22) и др., характерен для неовулканических пород Армянского нагорья.

Для этой породы химический анализ дает следующие результаты (таблица 23).

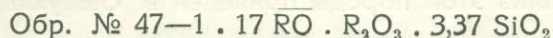
Таблица 23

№ 47. II тип, III лавовый поток сел. Зибель и сел. Чирах

Окислы	Вес. %	Мол. кол.	Мол. %
SiO ₂	51,19	0,853	60,40
TiO ₂ }	21,11	0,207	14,66
Al ₂ O ₃ }			
Fe ₂ O ₃	7,38	0,046	3,25
FeO	2,07	0,029	2,05
MgO	3,28	0,081	5,72
CaO	6,71	0,120	8,56
Na ₂ O	4,09	0,066	4,66
K ₂ O	0,91	0,010	0,70
SO ₃	1,43	—	—
H ₂ O _{-100°}	0,68	—	—
H ₂ O _{+100°}	1,13	—	—
	99,98	1,412	100,0

Аналитик Г. Эфендиев

Магматическая формула и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:



$$\alpha = 1,61$$

$$\beta = 64,4$$

$$\text{R}_2\text{O} : \text{RO} = 1 : 3,02$$

Пересчитывая на виртуальный состав по системе С. I. P. W., получаем:

Кварца 3,33	Q = 3,33	} 81,06 Sal;		$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{81,06}{18,84} = 4,7;$
Ортоклаза 5,68	} F = 76,94			Class—II;
Альбита 37,39				$\frac{\text{Q}}{\text{F}} = \frac{3,33}{76,94} = 0,04;$
Анортита 33,99				$\frac{\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}}{\text{CaO}} = 0,74;$
Гематита 3,26		} Fem = 18,84		Rang—3;
Гиперстена 15,58			$\frac{\text{K}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{O}} = 0,22;$	
Корунда 0,79			Subrang—4;	
100,0				

По количеству щелочей $\text{R}_2\text{O} : \text{RO} = 1 : 3,02$, большему чем в типичных базальтах, порода должна быть отнесена к андезитобазальту. Количество K_2O уступает другим окислам этой породы, что отражается на ее виртуальном составе при пересчете K_2O на ортоклаз.

Тип III

Тип III характеризует третий поток лавового покрова у сел. Чирах. Снизу и сверху от остальных лав он отделяется розовыми пепловыми слоями. Столбики отдельности расположены перпендикулярно к поверхности второго потока.

Порода темносерого цвета, пористая. Вкрапленники в штуфе почти не различимы.

Под микроскопом видна гипокристаллически порфировая структура с вкрапленниками пироксена, плагиоклаза, а иногда и мелких зернышек оливина. В основной массе, помимо микролитов, участвуют в большом количестве точечный рудный минерал и пироксен.

Вкрапленники плагиоклаза носят микротиновый характер. Они часто раздроблены и имеют одинаковое погасание. Встречаются также хорошо сдвойникованные зерна. В одном таком индивидууме нами определены следующие константы:

$$\begin{array}{l} \angle N_g - 33,5 \\ V_{1,2} - N_m - 62 - 54\%; \text{ P } \parallel \text{ V} \\ \angle N_p - 77 \end{array}$$

Двойниковый закон: (010).

По двум выходам оптических осей в разных зернах определены $2V = 75^\circ$; положительный.

Угол погасания в разрезах $\perp (010) = 34^\circ$.

Вкрапленники ромбического пироксена более крупные, чем таковые же плагиоклаза. Они представлены вытянутыми зернами чуть желтоватого цвета. Встречаются иногда такие же раздробленные зерна, как плагиоклазовые, одинакового погасания, сохранившие в некоторых гранях кристаллографический облик.

Угасание пироксена в соответствующих разрезах прямое. В нескольких индивидах мною определены $2V=86^\circ$.

Химический анализ этой породы приведен в следующей таблице (таблица 24).

Таблица 24

№ 48. I тип, III лавовый поток у сел. Зибель и сел. Чирах

Окислы	Весовые проценты	Молекулярные количества	Молекулярные проценты
SiO ₂	51,60	0,860	60,55
Al ₂ O ₃	20,61	0,202	14,22
Fe ₂ O ₃	7,59	0,048	3,38
FeO	1,89	0,026	1,84
MgO	3,18	0,079	5,56
CaO	7,41	0,132	9,30
Na ₂ O	3,78	0,061	4,31
K ₂ O	1,09	0,012	0,84
SO ₃	1,61	—	—
H ₂ O ^{-110°}	0,31	—	—
H ₂ O ^{+110°}	0,96	—	—
	100,03	1,420	100,0

Аналитик Г. Эфендиев

Магматическая формула и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:

$$1,24 \bar{R}O \cdot R_2O_3 \cdot 3,44 SiO_2$$

$$\alpha = 1,62$$

$$\beta = 65,1$$

$$R_2O : RO = 1 : 3,24$$

Пересчитывая на виртуальный состав по системе C. I. P. W., получаем:

Кварца 3,94 Q = 3,94
 Ортоклаза 6,67
 Альбита 34,37 } F = 77,5
 Анортита 36,37

Гематита 3,38
 Диопсида 0,84 } Fem = 18,59;
 Гиперстена 14,37

$$\left. \begin{array}{l} \text{Sal} = 81,44 \\ \text{Fem} = 18,59 \end{array} \right\} 81,44 \text{ Sal}$$

$$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{81,44}{18,59} = 4,8;$$

Class-II

$$\frac{Q}{F} = \frac{3,94}{77,5} = 0,05;$$

$$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = 0,55;$$

Rang-3

$$\frac{K_2O}{Na_2O} = 2;$$

Subrang-2

Аналогично с предыдущим типом порода относится к андезитобазальту.

Тип IV

Веснучатый андезито-базальт

Поток IV типа—веснучатого андезито-базальта — среди четвертичного лавового покрова, исследуемого и в сопредельных районах, встречается довольно часто; в районе курорта Исти-су он расположен между верхним и нижним потоками, вдоль левого склона р. Тертер. Здесь порода этого потока подвергнута особенному выветриванию и часто образует шаровую поверхность.



фиг. 12

Пятна Sonnenbrenner (солнечного загара)

В обломках он прослеживается по р. Тертер (начиная от сел. Чирах, обломки встречаются на левом и правом склонах) до Н. Исти-су. В районе Н. Исти-су, на правом склоне, является вторым по счету потоком, занимающим верхнюю часть лавового покрова. В нижней части, так же как и во всех остальных потоках, тип IV образует столбчатую отдельность, переходящую кверху в глыбовую.

Андезито-базальт этого типа встречается также в восточной части бассейна озера Гокча, в районе, исследованном А. С. Гинзбергом (устное сообщение).

Макроскопически порода темносерого цвета с зернистой пятнистостью светлого цвета. Пятнистое строение (кокколитовая структура) является результатом выветривания („солнечный загар“). Светлые пятна имеют серый, а иногда и белый цвет. Они круглые, угловатые или лучистые. Эти пятна разной величины: от 1 до 7 мм в диаметре; промежутки между пятнами (от 1 до 7 мм) заняты темными частицами (фиг. 12).

Основная масса состоит из небольших, неподдающихся определению микролитов, смешанных с мелкими призмочками пироксена и точками рудного минерала.

Полевошпатовые вкрапленники совершенно отсутствуют; в виде фенокристов, составляющих незначительный процент породы, встре-

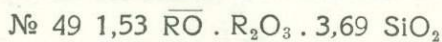
чается моноклинный пироксен (авгит, образующий иногда двойники) с углом погасания $C_{pg} = 43$ и в каждом шлифе 2 или 3 свежих зерна оливина.

Соотношения окислов сведены в таблице 25.

Таблица 25

Окислы	Обр. № 49. IV тип, IV лавовый поток сёл. Зибель и сёл. Чирах			Обр. № 6 IV тип, II лавовый пот., курорт Исти-су
	Весовые проценты	Молек. количества	Молек. проценты	Весовые проценты
SiO ₂	51,42	0,856	59,32	50,89
TiO ₂	—	—	—	нет
Al ₂ O ₃	19,19	0,187	12,46	17,48
Fe ₂ O ₃	7,16	0,045	3,12	7,61
FeO	2,47	0,034	2,36	2,38
MgO	4,21	0,105	7,28	3,52
CaO	7,74	0,138	9,56	7,87
Na ₂ O	3,05	0,049	3,39	4,73
K ₂ O	2,69	0,029	2,01	2,61
SO ₃	1,33	—	—	—
H ₂ O ^{-110°}	0,38	—	—	—
H ₂ O ^{+110°}	0,86	—	—	—
	100,43	1,443	100,0	—
	Аналитик Г. Эфендиев			Аналитик А. Везирзаде

Магматическая формула и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:



$$\alpha = 1,63$$

$$\beta = 68,5$$

$$R_2O : RO = 1 : 3,55$$

Пересчитывая на виртуальный состав по системе С. I. P. W., получаем:

№ 49 Кварца 0,13	$Q = 3,12$	} 76,59 Sal					
Ортоклаза 16,08	$F = 73,47$		$F_{em} = 18,36$	$\frac{Sal}{F_{em}} = \frac{76,59}{18,36} = 4$	$\frac{Q}{F} = \frac{3,12}{73,47} = 0,04$	$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = 0,56$; Rang— 4	
Альбита 27,17							$\frac{K_2O}{Na_2O} = 0,6$; Subrang— 4
Анортита 30,22							
Диопсида 15,24							
Гематита 3,12							

Химический анализ и магматическая формула, а также вышеприведенные микроскопические данные позволяют отнести эту породу к андезито-базальту.

В течение последних двух десятков лет, в связи с изучением базальтов как материала для мощения и шоссирования улиц, в ино

странной литературе появилось много статей, касающихся „весну-щатых базальтов“. Для этого типа базальтов в немецкой литературе существуют два названия: „Sonnenbrenner“ и „Sonnenbrand“.

Первое обозначает те базальты, которые при долгом лежании на воздухе и под действием солнечных лучей теряют способность к обработке, а второе употребляется для тех базальтов, которые при этих же условиях через неделю или две теряют твердость и приобретают склонность к разрушению.

Причины появления кокколитовой структуры в базальтах были объяснены авторами, изучавшими это явление, по-разному: A. Leppla (72, стр. 170—176), I. Hirschwald (66, стр. 643—645), F. Tannhäuser (85), W. Schottler (81, стр. 572—73, 582—84, 595—97), I. Hirschwald und I. Brix (67, стр. 52), I. E. Hibschi (70, стр. 69—78), E. Blanck und F. Alten (60, стр. 137—40) и др. Некоторыми из этих авторов в отдельных образцах базальтов удалось получить пятнистость искусственным путем. Хорошими реагентами для получения пятнистой структуры являются: соляная кислота, углекислота, углекислый аммоний. Воздействие их на породу происходит при кипячении в течение нескольких часов; после высушивания образец получает пятнистую структуру.

Химические анализы, приведенные в работе E. Blanck und F. Alten (60, стр. 137—40) для определения соотношения окислов в анализах „здорового“ и „больного“ базальтов, никакого изменения не показывают. Этими авторами 10% HCl из пород извлечен был Sonnenbrenner и проанализирован. Они получили следующие данные (привожу один из четырех анализов):

раств. SiO ₂	1,60	MgO	2,60
TiO ₂	0,25	K ₂ O	0,29
Al ₂ O ₃	2,79	Na ₂ O	1,60
Fe ₂ O ₃	7,50	P ₂ O ₅	0,57
Mn ₃ O ₄	следы	CO ₂	следы
CaO	1,88		

В то время как растворимость глинозема в Sonnenbrenner значительно уменьшается, растворимость MgO, наоборот, увеличивается.

По мнению G. Link (73), появление Sonnenbrenner в базальтах вызвано процессами гидратации, и с этим связано увеличение объема стекла, участвующего в составе породы. A. Schwankt (82, стр. 270) предполагает, что типичный Sonnenbrenner может появиться в базальтах с базанитоидной основной массой.

Заслуживает внимания высказанное о природе Sonnenbrenner мнение I. E. Hibschi (69, стр. 69—78), основанное на данных E. Veske и заключающееся в том, что в магме, находящейся в мобильном состоянии, распадение прекращается, а при наступлении спокойного состояния процесс распада происходит быстрее. При этом происходит расщепление на феррические и салические частицы. Последние легко выветриваются, в результате чего появляется Sonnenbrenner.

Только что приведенная концепция I. E. Hibschi'a, так же как и других исследователей, работающих в этом направлении, не дает исчерпывающего объяснения причин появления Sonnenbrenner. Проблема последнего пока еще остается окончательно не разрешенной. Видимо, для каждого конкретного случая, сообразно структуре и составу породы, надо искать те или иные физико-химические процессы.

В шлифах, изготовленных из наших андезито-базальтов, эта веснушчатость под микроскопом едва заметна, в некоторых участках даже совершенно исчезает (см. „Выводы“).

Тип V

Базальт

Пятый лавовый поток четвертичного покрова у сел. Зибель представлен базальтом мощностью до 15 м, подстилающим туфом и сцементированными обломками лавы (около 4 м).

Порода пористая, темного, иногда буро-коричневого цвета, в нижней части лава напоминает обожженные породы.

Под микроскопом структура гиалопиллитовая. Вкрапленниками являются зерна авгита, представленные редкими индивидуумами. Иногда встречается также кровавокрасного цвета железный шпат.

Основная масса состоит, главным образом, из микролитов, смешанных с мелкими авгитовыми призмочками и точечным рудным минералом.

Некоторые из микролитов поддаются определению. Для них мною найдены следующие константы:

$$B_{1,2} \left\{ \begin{array}{l} N_g - 56 \\ N_m - 65 \\ N_p - 45 \end{array} \right\} = 49\% \text{ An; P || B}$$

Двойниковый закон (110)

$$2V = 80 - 82^\circ$$

Угол погасания в разрезах $\perp M(010) = 23^\circ$ (среднее).

Бесцветные небольшие зерна авгита иногда образуют двойники. Угол погасания $Cp_g = 43^\circ$.

Химический анализ этой породы приведен в таблице 26.

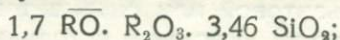
Таблица 26

№ 50. V тип, V лавовый поток у сел. Зибель и сел. Чирах

Окислы	Весовые проценты	Молек. кол.	Колич. проценты
SiO ₂	49,08	0,817	56,84
Al ₂ O ₃	18,15	0,177	11,70
Fe ₂ O ₃	9,29	0,058	3,91
FeO	1,24	0,017	1,16
MgO	4,32	0,108	7,43
CaO	9,30	0,166	11,41
Na ₂ O	4,32	0,070	4,81
K ₂ O	3,74	0,040	2,74
H ₂ O _{-110°}	0,66	—	—
H ₂ O _{+110°}	1,26	—	—
	100,76	1,453	100,0

Аналитик Мир-Али Кашкай

Магматическая формула по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу:



$$\alpha=1,47;$$

$$\beta=78,0;$$

$$R_2O : RO = 1 : 2,64.$$

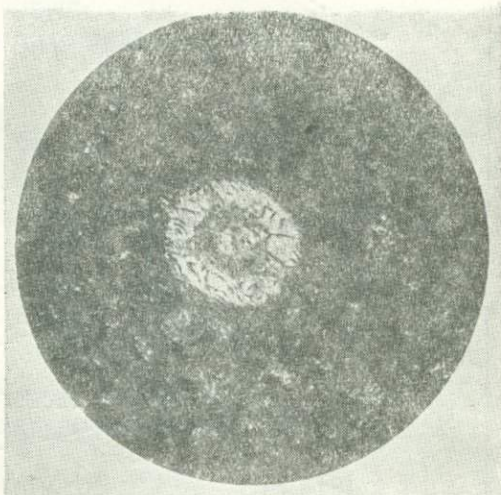
Пересчитывая на виртуальный состав по системе C. I. P. W., получаем:

Ортоклаза 22,02	} Q = 0	} 66,06 Sal	} $\frac{Sal}{Fem} = \frac{66,06}{33,94} = 19;$	} Class— II
Альбита 12,66				
Нефелина 12,94				
Анортита 18,44				
Гиперстена 2,68	} F = 66,06	} Fem = 33,94	} $\frac{Q}{F} = 0$	} Rang — 4
Диопсида 27,26				
Гематита 4,00				
100,0			} $\frac{K_2O + Na_2O}{CaO} = 0,06;$	} Subrang— 4
			} $\frac{K_2O}{Na_2O} = 0,6;$	

Химический состав и коэффициент кислотности позволяют отнести породу к базальту. При пересчете на виртуальный состав недостаток кремнекислоты обусловил образование нефелина.

МЕТАМОРФИЗОВАННАЯ ТУФОГЕННАЯ ТОЛЩА

Туфогенная толща метаморфизована и настолько перемята, что при ударе молотка крошится на мелкие куски. В ней местами наблюдается слоистое строение, которое ясно заметно благодаря разным цветам отдельных тонких слоев. Цвет породы изменяется от серого до темного с сине-зеленоватым оттенком. Доминирующим цветом для всей толщи является последний. В окрестностях минеральных источников данная порода изрезана жилочками известковистых минералов, а также богата включением пирита.



фиг. 13

Метаморфизованная туфогенная толща. Видна глобигериновая фауна

Порода афанитового строения с весьма плотной фельзитовой основной массой и редко встречающимися включениями плагиоклаза, пирита и других минералов, которые позволили А б и х у назвать эту породу фельзит-порфировыми сланцами. Так же они нами названы были в поле.

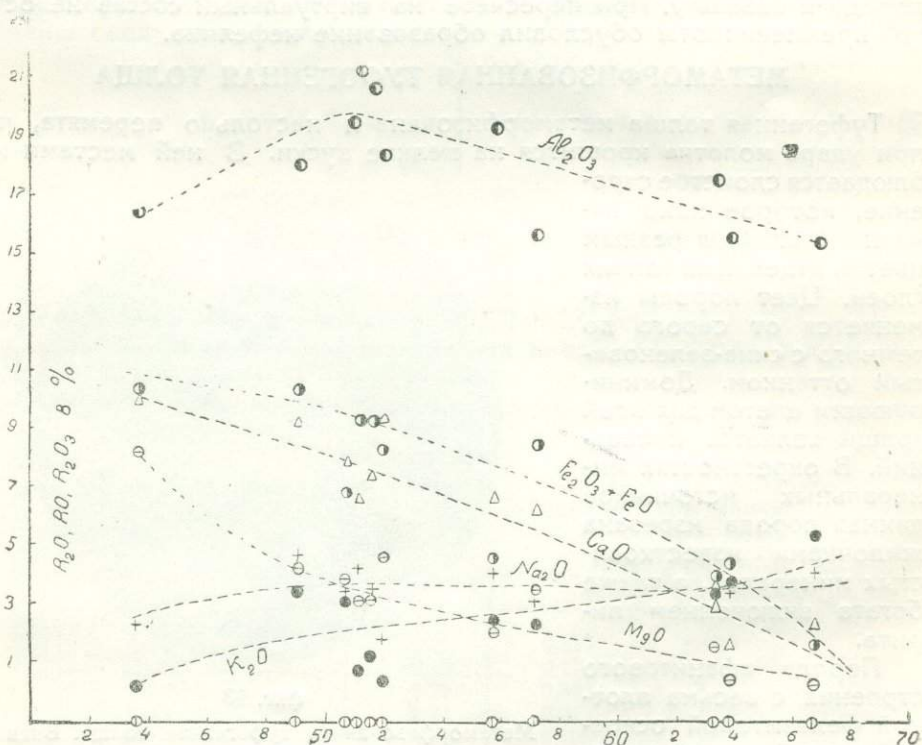
Под микроскопом порода из разных участков толщи варьирует в своем составе, обогащаясь известковистыми частицами или же в ней увеличивается содержание пирокластического материала. В некоторых шлифах видны в большом количестве мелкие округленные кальцитовые зерна с темным кружочком в центральной части. По видимому, их можно отнести к глобигериновой фауне (фиг. 13).

Встречается разность породы, которая в основном состоит из мелкокристаллически-фельзитовой или литоидитовой, бесцветной пылевидно-загрязненной массы. Местами встречаются участки, состоящие главным образом из известковистых частей. Встречаются также разности этой породы, где в основной массе выделяется пирокластический материал, состоящий главным образом из плагиоклаза; встречаются также отдельные зерна кварца и эпидота.

Плагиоклаз относится к основному ряду: лабрадору № 56 с константами $PM = 32^\circ$, $\perp M (010) = 26^\circ$; коэффициент преломления выше канадского балзама. Нередки разности с текситовой структурой. В поле на карте выделить определенно замеченные при макроскопическом исследовании разновидности туфогенной толщи, в виду большого сходства их макроскопически, невозможно.

ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД

Для химической характеристики изверженных пород кайнозоя в исследованном районе приводится следующая вариационная диаграмма (фиг. 14).



фиг. 14

Вариационная диаграмма, составленная по химическим анализам изверженных пород районов минеральных источников Исти-су

Общий состав пород—основной. Коэффициенты кислотностей—небольшие.

Во всех анализах разница в весовых процентах K_2O и Na_2O незначительная, однако, в большинстве случаев последняя превалирует. Повышенное содержание Na_2O над K_2O характерно для пород Азер-

байджана. По А. В г а т т а л ' ю нормальные основные и промежуточные типы пород, вообще, Na содержат в молекулярном избытке сверх К. Этот автор, на основании анализов твердых продуктов предполагаемой синтетической магмы, указывает, что там, где в более глубоких частях земной коры были ассимилированы глинистые сланцы, эти породы были значительно альбитовыми. То обстоятельство, что Na₂O способно во время застывания магмы легко уноситься в боковые породы, наводит на мысль, что эффузионные породы, как быстро застывающие на поверхности, должны по сравнению с их интрузивными аналогами содержать Na больше, чем К. В особенности это относится к основным и средним типам пород, находящимся в иных химических условиях, чем кислая гранитная магма и ее кислые диференциаты. Видимо, это находится в связи с меньшим содержанием в магме SiO₂, достаточное количество которого способно было бы удержать Na.

Нами вычислен средний состав и средняя магматическая формула для пород района Исти-су; наблюдается разница в отношении некоторых окислов. По процентному количеству SiO₂ и некоторых других окислов (СаО, Na₂O) средний состав пород Исти-су подходит к среднему составу пород Азербайджана, вычисленному И. А. Преображенским. Названный автор располагал небольшим количеством химических анализов пород для вычисления среднего состава и средних магматических формул пород Азербайджана. Поэтому накопленный в дальнейшем материал геохимического и петрографического порядка должен внести в настоящее время некоторый корректив в полученные данные.

Средний состав пород представлен в таблице 27.

Таблица 27

Окислы	Азербайджана	Исти-су	Окислы	Азербайджана	Исти-су
SiO ₂	55,7	56,04	Na ₂ O	3,3	3,58
TiO ₂	0,6	0,96	K ₂ O	1,7	2,60
Al ₂ O ₃	16,7	18,36	MnO	0,3	0,03
Fe ₂ O ₃	3,0	4,69	CO ₂	0,8	—
FeO	4,4	2,27	H ₂ O ^{-110°}	0,4	0,45
MgO	4,0	3,22	H ₂ O ^{+110°}	2,4	2,43
CaO	6,2	6,43		100,0	

Средние магматические формулы и коэффициенты:

Азербайджана:

1,77 \overline{RO} . R₂O₃ . 5,1 . SiO₂; $\alpha = 2,15$; RO : R₂O = 3,16; Na₂O : K₂O = 2,9

Исти-су

1,5 \overline{RO} . R₂O₃ . 4,5 SiO₂; $\alpha = 2$; RO : R₂O = 2,68; Na₂O : K₂O = 2.

Повышенное содержание щелочей, в особенностях K₂O, даже в основных породах позволяет отнести наши породы к одной с соседней Арменией петрографической провинции (средиземноморскому типу). В вариационной диаграмме (см. фиг. 14) при переходе от основных пород к кислым, наблюдается антагонизм между Fe₂O₃ + Fe и СаО, с одной стороны, и Na₂O и K₂O, с другой. Кривые первых двух окислов от основных к кислым понижаются почти параллельно.

Вариационные кривые Na_2O и K_2O при переходе от кислых через средние в основные разности пород остаются почти прямолинейными. Отклонение от кривой K_2O наблюдается лишь в двух точках, соответствующих основному типу—диабазу (0,28% K_2O) и андезито-базальту (третичному) (0,46% K_2O). Аналогичная основная порода с незначительным количеством окиси калия среди пород с повышенным содержанием K_2O описывается и А. С. Гинзбергом из района сел. Фарух (полосатое габбро с 0,44% K_2O). Он приводит это как пример более далеко идущей дифференциации.

ВЫВОДЫ

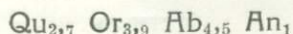
Извержение в кайнозой началось большим вулканическим процессом, длившимся долгое время. Изверженные породы исследованного района в основном можно разбить на две группы: производные основной магмы и представители кислых интрузивных пород. Рассматривая петрографическое строение района, мы видим, что часть пород относится к промежуточным типам (андезито-базальты, трахи-липариты, трахи-дациты с отклонением в сторону большей основности и др.). Это обстоятельство может быть указанием на незаконченность процессов дифференциации.

Основная магма в рассматриваемом районе интродировала в метаморфизованную туфогенную толщу и застыла в виде габбро-диабазы, в апикальной части которой образовалась вулканическая брекчия; излияние андезито-базальта (третичного) синхронично с образованием габбро-диабазы или произошло чуть позже. По содержанию щелочей, в особенности K_2O , являющихся в породах Исти-су более характерными для отнесения пород к тому или иному типу, диабаз примыкает к андезито-базальтам третичного возраста и относится к одному с ними магматическому типу.

В большие трещины в андезито-базальте, напоминающие пустоты, внедрилась магма биотитового и роговообманкового трахи-дацитов в виде больших жилообразных тел, напоминающих экструзии. Образование описанных выше двух разностей дацитов из предполагаемой дацитовой магмы объясняется физико-химическими условиями затвердения магмы после того, как она интродировала в эти трещины. В разных участках трещин магма не в одинаковой мере была обогащена летучими компонентами. Там, где их было больше, они содействовали образованию биотита, меньшее же содержание их обусловило наличие роговой обманки.

Кислая интрузия ближе к периферии становится более лейкократовой. Структурные особенности гранодиорита, как-то: пегматитовое срастание кварца с ортоклазом, отношение последнего к плагиоклазу,—являются указанием на то, что при застывании состав магмы был близок к эвтектической смеси.

К моменту застывания состав магмы можно выразить формулой:



где молекулы: Qu—кварца, Or—ортоклаза, Ab—альбита и An—анортита.

Каждому извержению предшествовали или его сопровождали большие давления, которые образовали трещины в более ранних по возрасту породах. Большое количество трещин и разломов во всех породах кайнозоя, сформировавшихся по возрасту до верхов олигоцена, свидетельствуют о том, что интрузия гранодиорита произошла во время наиболее напряженной вулканической деятельности и сопровождалась большими дислокационными явлениями. Апи-

кальная часть этой интрузии также разбита трещинами, но сравнительно с другими породами здесь их меньше. Эти трещины заполнены трахи-липаритом.

Завершением кайнозойского вулканического цикла явилось трещинное излияние четвертичного андезито-базальтового покрова.

Лавовые потоки четвертичного покрова принадлежат к трещинным излияниям. Излияния происходили из трещин и из многочисленных шлаковых конусов, сидящих на лавовых покровах. Извержение сопровождалось эксплозионными явлениями и бурным выделением паров воды и газов, выбросившими вулканические бомбы и образовавшими наслоения туфов и пепла. Результатом содержания в лаве большого количества газов, выделившихся в момент остывания породы, явилась пористая структура породы.

Бурные выделения паров воды и газов происходили долгое время после излияния андезито-базальта, и они не перестают выделяться и в настоящее время, питая минеральные источники ювенильными ингредиентами (CO_2 и др.) и тепловой энергией. Эти выделения в настоящее время указывают на затухание четвертичного вулканического процесса в рассматриваемом нами районе.

Роль воды при кристаллизации и других явлениях в базальтовой магме огромна. Некоторые исследователи полагают, что количество воды в базальтовой магме не превышает 1%, и кислые магмы, как правило, содержат больше воды, чем основные. Но кривые *Phemister's* и работы других исследователей, работающих в этой области, показали, что количество воды в базальтовой магме может достигнуть 5%.

В порах пористых лав встречаются отдельные зерна или агрегаты кварца. В последнее время опыты голландских и других ученых (в СССР этим вопросом занимаются Сыромятников (83) и др.) показали, что кремнекислота может подниматься в газообразном состоянии. Совместно с другими газами и с парами воды интенсивность выделений SiO_2 может быть большей, и отсюда образование в порах лав кварца становится более понятным.

Наличие отдельных лавовых потоков, переслаивающихся с туфовыми и пепловыми слоями, указывает на происходящие перерывы, паузы между излияниями. Этими перерывами обуславливается характер строения лав, подвергшихся в дальнейшем явлению *Sonnenbrenner*, и различие химического и минералогического состава пород, связанных с дифференциацией в момент более спокойного состояния базальтовой магмы.

Столбчатая отдельность, расположенная перпендикулярно к ранее образовавшейся поверхности лавовых потоков, образовалась после перерывов между отдельными извержениями, т. е. после того, как каждый последующий лавовый поток встретил уже охладившуюся поверхность.

Интересным объектом для изучения среди четвертичных лав является лавовый поток типа IV, подвергшийся особым явлениям выветривания.

В течение последних двух десятков лет, в связи с изучением базальтов в качестве материала для мощения и шоссирования улиц, в иностранной литературе появилось много статей, касающихся „веснуцатых базальтов“ (*Sonnenbrenner*). Причины появления пятнистой (кокколитовой) структуры в базальтах по-разному были объяснены авторами, изучавшими это явление (A. Leppla, I. Hirschwald, F. Tannhäuser, W. Schottler, I. Hirschwald und Brix, I. E. Hibsich, E. Blanck und F. Alten,

Химические анализы пород района минеральных источников Исти-су

№ анализа	Название пород	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ^{-110°}	H ₂ O ^{+110°}	MnO	P ₂ O ₅	SO ₃	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	CO ₂	Σ	Аналитик		
1	Гранодиорит (слияние р. р. Тертер и Багырсах)	66,83	1,36	15,30	2,53	0,21	0,12	2,36	4,00	5,30	0,47	2,01	—	—	—	—	—	—	—	100,48	М.-А. Кашкай	
2	Бiotитовый трахи-дацит	63,39	—	17,50	2,39	1,46	1,31	3,13	3,59	3,50	—	—	следы	—	—	—	—	—	—	—	А. Везирзаде	
3	Трахи-липарит	66,04	0,39	14,48	1,62	0,72	0,90	3,84	3,08	3,38	0,86	4,82	0,83	—	—	—	—	—	—	100,16	В. А. Молева	
4	Липарит	74,39	0,46	14,49	1,22	0,37	0,09	0,65	3,81	1,79	0,93	1,57	—	—	—	—	—	—	—	—	А. Везирзаде	
5	Габбро-диабаз	50,88	—	19,39	2,77	4,19	3,90	7,95	3,72	3,09	0,23	3,86	—	0,92	—	—	—	—	—	—	100,90	—
6	Диабаз	43,72	1,54	16,27	1,18	9,24	8,19	10,09	2,14	0,28	0,91	6,51	—	0,30	0,21	—	—	—	—	—	100,58	—
7	Андезито-базальт Н. поток	51,95	0,82	17,33	6,41	1,87	4,64	9,52	1,76	0,46	0,32	4,91	—	—	—	—	—	—	—	100,04	М.-А. Кашкай	
8	В. поток																					56,04
9	Андезит (четверт. I тип, I поток)	56,64	—	15,84	6,17	2,38	4,45	6,06	4,28	3,74	0,11	0,98	—	—	—	—	—	—	—	100,65	М.-А. Кашкай	
10	Андезит (четверт.)	56,82	1,34	19,73	2,20	1,62	3,63	6,96	4,10	3,14	0,18	0,35	следы	0,29	0,05	—	—	нет	—	100,41	А. Везирзаде	
11	Андезит (четверт.)	55,82	—	18,60	4,63	1,88	2,35	6,84	4,03	2,32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	II тип, II поток	51,19	—	21,11	7,38	2,07	3,28	6,71	4,09	0,91	0,68	1,13	—	—	1,43	—	—	—	—	99,98	Г. Эфендиев	
13	III тип, III поток	51,60	—	20,61	7,59	1,89	3,18	7,41	3,78	1,09	0,31	0,96	—	—	1,61	—	—	—	—	100,03	—	
14	IV тип, IV поток	51,42	—	19,12	7,16	2,47	2,21	7,74	3,05	2,69	0,38	0,86	—	—	1,33	—	—	—	—	100,43	—	
15	IV тип, II поток	50,89	—	17,48	7,61	2,38	3,52	7,87	4,73	2,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	А. Везирзаде	
16	Базальт IV тип, V поток	40,08	—	18,15	9,29	1,24	4,32	9,30	4,32	3,74	0,06	1,26	—	—	—	—	—	—	—	100,76	М.-А. Кашкай	
17	Контактная порода	65,44	—	16,13	4,67	0,56	1,08	1,29	5,63	1,71	1,26	1,78	—	—	—	—	—	—	—	99,55	—	
18	Средн. состав пород Исти-су	56,04	0,96	18,38	4,69	2,27	3,22	6,43	3,58	2,60	0,45	2,43	0,03	0,50	0,93	—	—	—	—	—	—	
19	Средний состав пород Азербайджана	55,7	0,6	16,6	3,0	4,4	4,0	6,2	3,3	1,7	0,4	2,4	0,3	—	—	—	—	0,8	100,0	—		

Магматические формулы и коэффициенты по Ф. Ю. Левинсону-Лессингу

	$m \overline{RO} \cdot n R_2O_3 \cdot p SiO_2$	α	β	$R_2O : RO$
I	$102 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 6,67 SiO_2$	3,31	30,3	2,52 : 1
II	$109 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 5,6 SiO_2$	2,73	37,3	1 : 1,14
III	$1,23 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 7,23 SiO_2$	3,41	31,0	1,23 : 1
IV	$0,80 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 8,26 SiO_2$	4,35	21,5	2 : 1
V	$1,42 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 4,07 SiO_2$	1,84	59,4	1 : 3,19
VI	$3,21 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 4,34 SiO_2$	1,22	97,0	1 : 13,8
VII	$1,62 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 4,1 SiO_2$	1,79	64,0	1 : 9,7
VIII	$1,7 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 4,9 SiO_2$	2,09	55,0	1 : 2,03
IX	$1,75 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 5,95 SiO_2$	2,50	46,2	1 : 2,48
X	$1,14 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 4,57 SiO_2$	2,20	45,5	1 : 2,36
XI	$1,47 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 4,4 SiO_2$	1,97	56,0	1 : 2,45
XII	$1,17 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 3,37 SiO_2$	1,61	64,4	1 : 3,02
XIII	$1,24 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 3,44 SiO_2$	1,62	65,1	1 : 3,24
XIV	$1,53 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 3,69 SiO_2$	1,63	68,5	1 : 3,55
XV	$1,23 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 3,85 SiO_2$	1,62	58,4	1 : 1,49
XVI	$1,7 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 3,46 SiO_2$	1,47	78,0	1 : 2,64
XVIII	$1,5 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 4,5 SiO_2$	2,0		1 : 2,68
XIX	$1,77 \overline{RO} \cdot R_2O_3 \cdot 5,1 SiO_2$	2,15		1 : 3,6

G. Linek, A. Schwankte и др). Несмотря на существующую большую литературу по Sonnenbrenner, исчерпывающего объяснения причин этого явления не дается.

Под термином „солнечный загар“ (Sonnenbrenner) понимается совокупность действий на породу солнечных лучей и химических и атмосферных агентов выветривания.

Явление Sonnenbrenner в наших лавах может быть объяснено следующим образом: в момент кристаллизации, под действием тех или иных физико-химических процессов, в магме происходит сгущение силикатных минералов, а вокруг них в виде непрерывной цепочки распределяется рудный минерал и вместе с ним пироксен.

Таким образом, эти вариолы, образованные при кристаллизации магмы, выявляются при выветривании породы, и базанитоидная масса, о которой говорят A. Schwankte и др., играет подчиненную роль. Это явление представляет большой интерес в том отношении, что подобно выветриванию, кроме базальтов и андезитобазальтов, могут быть подвергнуты и другие породы. Видимо, оно свойственно основным и средним типам пород.

Химические анализы пород района Исти-су, магматические формулы и коэффициенты и минералогический состав пород сведены в таблицы 28, 29 и 30.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Имея представление о геолого-петрографической обстановке районов минеральных источников, мы переходим теперь к геохимической характеристике каждой группы источников в отдельности.

ИСТОЧНИКИ КУОРТА ИСТИ-СУ

Минеральные источники курорта Исти-су расположены на правом склоне, на дне глубокой долины, за исключением одного источника, о котором речь будет идти ниже отдельно. Зарегистрировано пока нами здесь 16 выходов, из них правильно функционирующих 11. Благодаря газам, условиям циркуляции минеральной воды в выводном канале и отложениям минеральных частиц в последнем, количество выходов источников меняется.

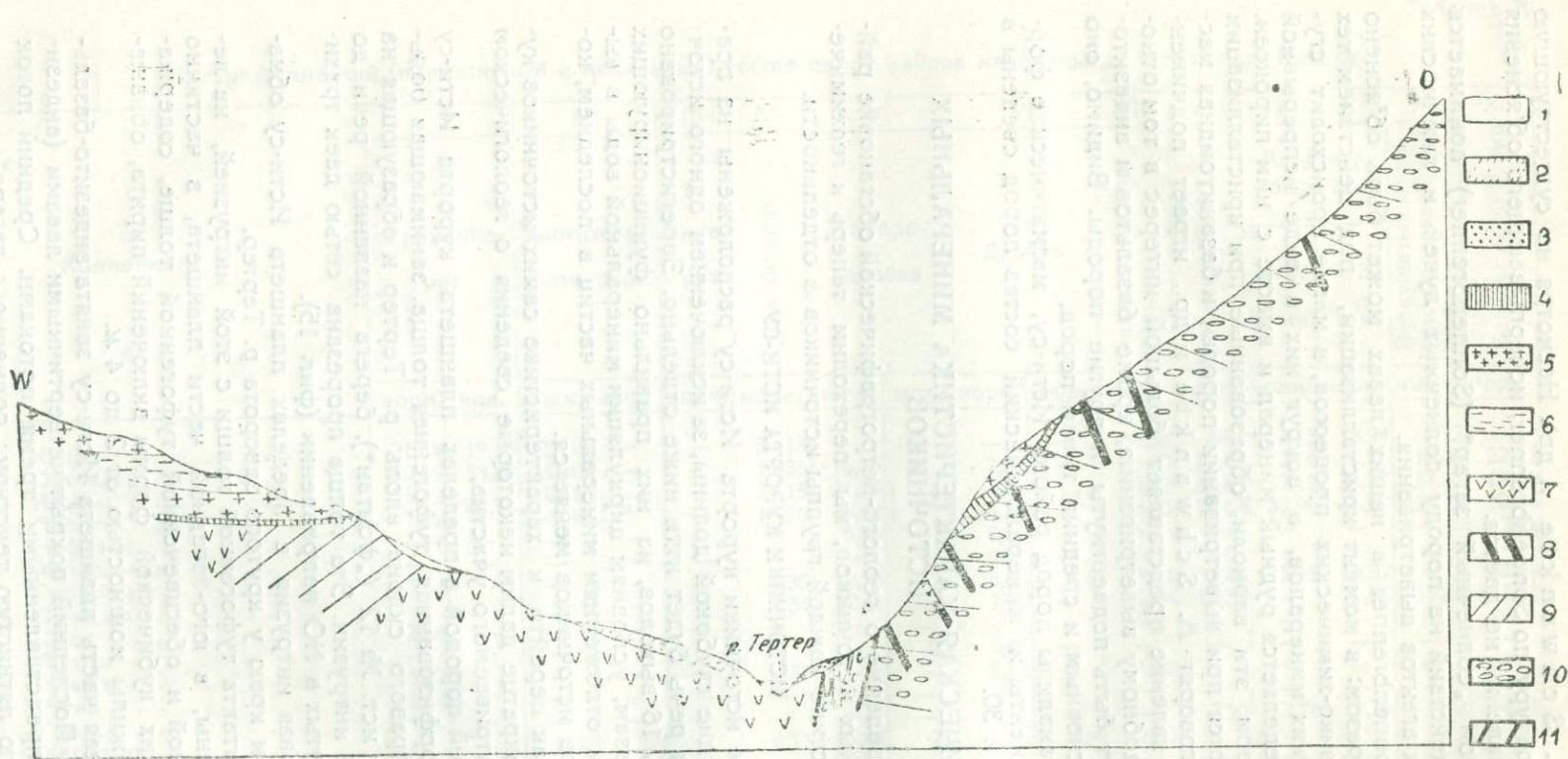
Перед тем, как перейти к характеристике самих источников курорта Исти-су, вкратце дадим некоторые сведения о геологическом строении рассматриваемого участка.

Самой древней породой в пределах планшета курорта Исти-су является метаморфизованная туфогенная толща, занимающая большую площадь правого склона вдоль р. Тертер и образующая на левом склоне, у ист. № 12 („фонтан“), берега названной реки до гранодиоритовой интрузии. Эта толща прорезана сетью даек трахипарита, вытянутых в NO направлении (фиг. 15).

Гранодиоритовая интрузия в пределах планшета Исти-су обнажается на южном краю у крутого заворота р. Тертер.

По линии контакта туфогенной толщи с этой интрузией, на левом склоне долины, в юго-западной части планшета, в частично каолинизированной и обесцвеченной туфогенной толще, содержащей в виде мелких кубической формы включений пирита, обнажаются кварцевые жилы мощностью от 2 до 4 м.

Северо-западная часть планшета Исти-су занята андезито-базальтом (третичным). Последний покрыт четвертичными лавами (андезито-базальтами), представленными тремя потоками. Средний поток имеет веснушчатую пятнистую текстуру „солнечного загара“.



фиг. 15

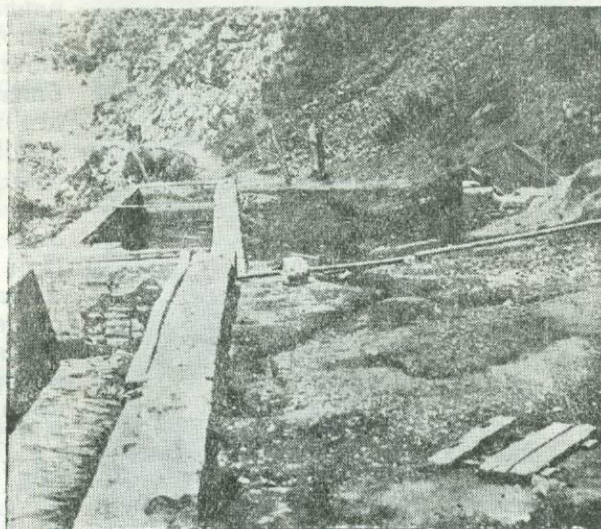
Профиль через р. Тертер в районе курорта Исти-су выше каптажной траншеи

- 1—современные речные отложения; 2—ваносы; 3—травертины; 4—контактная зона четвертичной лавы; 5—четвертичные лавы (андезито-базальт); 6—четвертичные лавы (андезито-базальт), Sonnenbrenner; 7—андезито-базальт (третичный); 8—трахи-липарит; 9—окварцованный трахи-липаритовый туф; 10—метаморфизованная туфогенная толща; 11—зона и трещины разлома

В северо-восточной части планшета развиты такие же третичные андезито-базальты, покрытые жилообразным в виде экструзии лейкократовым биотитовым трахи-дацитом. Рядом с этими породами встречаются глыбы зеленого цвета габбро-диаббазы, образующего в самой верхней части правого склона р. Тертер большие скалы. С этими же породами свявана встречающаяся здесь вулканическая брекчия зеленого цвета.

Правый берег реки покрыт травертинами, более древними на севере и более молодыми а свежими на юге и являющимися отложениями ныне действующих источников.

Направление падения метаморфизованной туфогенной толщи, разбитой трещинками, не согласно со склоном, благодаря чему пресные родники вдоль правого склона совершенно отсутствуют; зато в большом количестве ручьи вытекают из под отдельных четвертичных лавовых потоков на левом склоне. Эти русла заметны издали; они покрыты растительностью, так что по ним можно иногда



фиг. 16

Каптажная траншея в 1933 г. (курорт Исти-су)

определить начало ручья, т. е. подошву лавового потока. В силу трещиноватости метаморфизованной туфогенной толщи и характера уплотнения выводного канала, дождевые воды быстро выступают на поверхность или же проникают внутрь и этим самым не могут оказать большого влияния на режим и температуру источников. Но продолжительные осадки вызывают увеличение дебита и уменьшение температуры.

Выходы минеральных источников приурочены к трем трещинам разлома в метаморфизованной туфогенной толще. Интересно отметить, что эти трещины находятся в контактном участке трех разного состава изверженных пород третичного возраста (метаморфизованная туфогенная толща, андезито-базальт и гранодиорит). Из этих трещин две являются главными и имеют NO—SW направление; к ним приурочено большинство выходов минеральных источников; имеются также промежуточные (около источника № 17), возможные и боковые. Одна из главных трещин—нижняя линия, проходящая в травертинах, покрывающих метаморфизованную туфогенную толщу, находится в среднем на высоте 2210 м. Продолжаясь за источник № 12 („фонтан“), она переходит на левый склон долины р. Тертер и затухает под четвертичными лавами на границе гранодиорита. По ней выступают на поверхность источники №№ 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10 и 12. Каптажная траншея этих источников показана на фиг. 16. Имеются также небольшие выходы в промежутках этих источников. Характерными для источников этой линии являются наиболее высокая

температура и наибольший дебит. Трещина, переходя на левый склон через р. Тертер, глубоко обнажается в средней части реки, и минеральная вода появляется на поверхности в виде гейзера, бьющего из трубы диаметром в 1,3", вставленной в большой валун (фиг. 16а). Нижняя линия не является местом и точным направлением коренной трещины, а представляет собою вторичную трещину в травертине,



фиг. 16а

Курорт Исти-су, источник № 12. Гейзер, температура 58°,5. Высота струи больше 8 м

очень близкую по расположению к искомым трещине. Она могла образоваться благодаря крутому наклону и силе тяжести отложившихся травертинов. Поэтому в местах, более близких к коренной породе, температура воды повышается (ист. №№ 1, 3, 4, 5 и 12), а в более отдаленных понижается до 39°—42° (ист. №№ 2, 9 и 10). При этом, если химический состав минеральной воды в общем не изменяется, то все же по отношению к некоторым элементам он становится чувствительным. Например, общая жесткость уменьшается; уменьшается также и количество железа, но зато, благодаря возможности проникновения в эту трещину большего количества газов, увеличивается несколько и количество углекислоты.

Вторая главная линия источников находится на высоте 2300—2400 м. Минеральные источники (№№ 6, 7, 11 и 8) по этой линии выходят на поверхность из трещины шириною приблизительно от 1—6 см. Температура их в разных источниках колеблется от 21° до 39°. Более пониженная температура этих источников обусловлена расположением источников на большей высоте, благодаря чему минеральная вода, проходя большой путь, успевает охладиться.

Один из источников этой группы—№ 6, занимающий самое высокое положение среди остальных источников, имеет температуру 21° и содержит большое количество газов. Несмотря на бурное выделение последних, дебит этого источника совсем небольшой. Стенки трещин в коренной породе—метаморфизованной туфогенной толще—на промежутке 0,20—0,30 см. прогреваются горячей термой. Разница в температурах воды и стенки колеблется в пределах около пяти градусов.

К промежуточной линии минеральных источников относится источник № 16, выходящий на поверхность непосредственно из корен-

ных пород. Соответственно промежуточному положению трещины, и температура источника (50°) также является промежуточной.

До наших исследований суммарный дебит правильно функционирующих источников не превышал 260.000 л/сутки¹, и источники выступали на поверхность в нескольких точках. Нами вскрыт был ряд новых источников (№ 5—90.000 л/сутки,² № 16—48.000 л/сутки, № 8—34.000 л/сутки, № 8—44.000 л/сутки и т. д.). В результате раскопок и расчисток увеличен был за счет других источников дебит более важного источника № 1—108.000 л/сутки, дебит которого до разведочных работ исчислялся в 35.000 л/сутки. Летом 1934 г. дебит этого источника уменьшился; но, к сожалению, в летний период этого года (1934 г.) дебит источников систематически не замерялся, поэтому приходится ограничиваться лишь цифрами 1933 г. К концу летнего периода 1933 г. суммарный приток воды минеральных источников определился в 450.000 л/сутки.

Источник № 12 („фонтан“), находящийся гипсометрически ниже остальных источников, на поверхности появляется в виде высокобьющей горячей струи. С целью определения напора воды нами были наращены трубы длиной 7 м такого же диаметра, как вставленная раньше, и привинчена была отводная труба для определения дебита. Но измерить напор источника не удалось, так как струя воды поднималась выше труб, а дальнейшее наращивание, при имевшихся условиях технически уже было невозможно.

Все минеральные воды источников группы Исти-су имеют приблизительно одинаковый химический состав и могут быть причислены к группе углекисло-глауберово-щелочных терм. Это ясно видно из нижеприведенных химических анализов вод, представленных в форме характеристики минеральных вод по Palmer'у, формуле Курлова, графикам Rogers'a и солевого состава.

В отношении некоторых элементов небольшая разница между водами верхней и нижней линий все же существует. Увеличение содержания Са в водах верхней линии обуславливается продолжительностью пути для вод этой линии по метаморфизованной туфогенной толще, которая сильно кальцинизирована. Заметно также незначительное повышение CO_2 .

Характеристика минеральной воды по Palmer'у указывает на преобладание первичной щелочности, первичной солености и отсутствие вторичной щелочности, и это позволяет предполагать, что минеральная вода Исти-су циркулирует главным образом в изверженных породах, а не в осадочных. Это же подтверждается отсутствием осадочных пород в окрестностях минеральных источников и большим развитием здесь изверженных пород.

Состав и характерные свойства минеральных вод верхнего Исти-су сведены в таблицы 31—37.

¹ При описании курорта Исти-су д-р Оленов указывает на один источник (вероятно, по нашей нумерации, № 2), который давал в последние годы 500.000 л/сутки, но по рассказам неоднократно бывавших здесь курортников и местных жителей такого большого источника не было. 27 лет назад было 3 высокодебитных источника.

² Этот источник 20/VIII 1934 г. прекратил свое существование, и вместо него из ист. № 9 и № 10 начала вытекать мощная струя на каптажной площадке между ист. № 3 и № 4.

Источник № 3

Источник расположен на каптажной траншее, вблизи помещения ванн. Выходит из-под наносов (2—5 м мощностью) и травертин. Тип восходящий. Источник фонтанирует на высоту 10—12 см. Русло источника покрыто слоем темно-красных, местами бурых отложений, а также темнозеленых водорослей.

Компоненты	Граммы на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	1,5400	0,0670	86,64	Удельный вес 1,0033 при 19° С Дебит 72.000 л/сутки Температура 54°,5 С Высота (по anerоиду) 2119 м
K'	0,2173	0,0056	6,74	
Ca''	0,1586	0,0079	9,50	
Mg''	0,0312	0,0026	3,12	
Сумма катионов		0,0831	100,0	Дата взятия пробы 13/VII 1933 г. Проба взята в сухую погоду
Cl	0,9924	0,0280	32,86	Комбинация солевого состава (граммы на 1 кг воды)
SO ₄	0,6156	0,0128	15,02	
HCO ₃	2,7060	0,0444	52,12	
CO ₃	—	—	—	
CO ₂	0,0707	—	—	
SiO ₂	0,1380	—	—	
R ₂ O ₃	0,0040	—	—	
Плотный остаток при 165° 4,925 г на 1 кг воды				
Сумма анионов		0,0852	100,0	KCl 0,4175 NaCl 1,3094 Na ₂ SO ₄ 0,9091 NaHCO ₃ 2,6712 Ca (HCO ₃) ₂ 0,6402 Mg (HCO ₃) ₂ 0,1902 Fe (HCO ₃) ₂ 0,0089
Характеристика минеральной воды по Palmer'y:				
1. Первичная соленость S ₁ = 47,88				
2. Вторичная соленость S ₂ = 0				
3. Первичная щелочность A ₁ = 39,50				
4. Вторичная щелочность A ₂ = 12,62				
Выражение анализа в формуле Курлова:				
M _{4,9} $\frac{\text{HCO}_3^{26,0}}{\text{Na}_{40,3}} \frac{\text{Cl}_{16,4}}{\text{Ca}_{4,7}} \text{SO}_4^{7,5} T_{54,5} D_{72.000}$ л/сутки				

Источник № 4

Источник расположен у ванного помещения на каптажной траншее. Выступает на поверхности из-под насосов и травертин. Тип восходящий. Источник фонтанирует на высоту 8—10 см. Бурно выделяется газ. Русло покрыто слоем желто-красных отложений и водорослей.

Источник каптирован и служит для питания ванн.

Компоненты	Граммы на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	1,6200	0,0704	81,48	Удельный вес 1,0045 при 19° С Дебит—72.000 л/сутки Температура 54°,5 С Высота (по anerоиду) 2118 м
K'	0,2194	0,0056	6,48	
Ca''	0,1565	0,0078	9,02	
Mg''	0,0312	0,0026	3,02	
Сумма катионов		0,0864	100,0	Дата взятия 15/VII 1933 г. Проба взята в сухую погоду
Cl	0,9756	0,0275	31,98	Комбинация солевого состава (граммы на 1 кг воды)
SO ₄	0,6346	0,0132	15,34	
HCO ₃	2,7660	0,0453	52,68	
CO ₃	—	—	—	
CO ₂	0,0849	—	—	
SiO ₂	0,1250	—	—	
R ₂ O ₃	0,0020	—	—	
Плотный остаток при 165° 4,950 г на 1 кг воды				
Сумма анионов		0,0860	100,0	KCl 0,4175 NaCl 1,2801 Na ₂ SO ₄ 2,9652 Ca (HCO ₃) ₂ 0,5592 Mg (HCO ₃) ₂ 0,1902 Fe (HCO ₃) ₂ 0,0045

Характеристика минеральной воды по Palmer'у

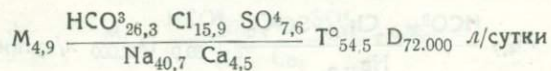
1. Первичная соленость $S_1 = 47,32$

2. Вторичная соленость $S_2 = 0$

3. Первичная щелочность $A_1 = 40,64$

9. Вторичная щелочность $A_2 = 12,04$

Выражение анализа в формуле Курлова:



Источник № 5

Источник расположен на крутом правом склоне, за изгородью каптажной траншеи, напротив разливного завода. Выходит из-под травертиновых брекчий и из плотных травертинов. Тип восходящий. Вода вытекает спокойно. Выделяются мелкие пузырьки газа. Русло покрыто слоем желто-красных отложений карбонатов и железистых солей и водорослей.

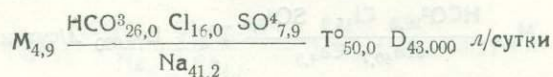
Источник не каптирован; нами велись расчистные работы.

Компо- ненты	Граммы на 1 кг воды	Эквивалент- ное зна- чение	Колич. про- центы	Физические свойства воды	
Na'	1,6610	0,0722	82,40	Удельный вес 1,0044 при 190° С	
K'	0,2363	0,0060	6,86	Дебит 43.000 л/сутки	
Ca''	0,1359	0,0068	7,98	Температура 50° С	
Mg	0,0312	0,0026	2,96	Высота (по anerоиду) 2119 м	
Сумма катионов				0,0876	100,0
				Дата взятия пробы 16/VII 1933 г.	
				Проба взята в сухую погоду	
Cl	0,9447	0,0266	32,08		
SO ₄	0,6329	0,0132	15,92		
HCO ₃	2,6310	0,0431	52,00		
CO ₃	—	—	—		
CO ₂	0,0413	—	—		
SiO ₂	0,1220	—	—		
R ₂ O ₃	0,0024	—	—		
Плотный остаток при 165° 4,980 г на 1 кг воды					
Сумма анионов		0,0829	100,0		

Характеристика минеральной воды по Palmer'y:

1. Первичная соленость $S_1 = 48,00$
2. Вторичная соленость $S_2 = 0$
3. Первичная щелочность $A_1 = 41,26$
4. Вторичная щелочность $A_2 = 10,74$

Выражение анализа по формуле Курлова:



Источник № 6

Источник выходит из трещины в травертинах. Выделяет много газа

Компоненты	Грамм на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	1,8120	0,0788	80,16	Удельный вес 1,0049 при 19° С
K'	0,2226	0,0057	5,80	Дебит источника не измерен
Ca''	0,2158	0,0108	11,0	Температура 21° С
Mg''	0,0362	0,0030	3,04	Высота (по anerоиду) 2300 м
Сумма катионов		0,0983	100,0	Дата взятия пробы 15/VIII 1933 г.
				Проба взята в сухую погоду
				Комбинация солевого состава (граммы на 1 кг воды)
Cl	1,1080	0,0311	30,04	KCl 0,4249
SO ₄	0,6955	0,0145	14,02	NaCl 1,4846
HCO ₃	3,5380	0,0579	55,94	Na ₂ SO ₄ 1,0298
CO ₃	—	—	—	NaHCO ₃ 3,2676
CO ₂	0,01632	—	—	Ca (HCO ₃) ₂ 0,8752
SiO ₂	0,1420	—	—	Mg (HCO ₃) ₂ 0,2195
R ₂ O ₃	0,0056	—	—	Fe (HCO ₃) ₂ 0,0125
Плотный остаток при 165° 5,417 г на 1 кг воды				
Сумма анионов		0,1035	100,0	
Характеристика минеральной воды по Palmer'y				
1. Первичная соленость S ₁ = 44,06				
2. Вторичная соленость S ₂ = 0				
3. Первичная щелочность A ₁ = 41,90				
4. Вторичная щелочность A ₂ = 14,04				
Выражение анализа по формуле Курлова:				
$M_{5,4} \frac{HCO_3^{27,9} Cl_{15} SO_4^7}{Na_{40} Ca_5} T 21^\circ$				

Источник № 8

Источник расположен в крутых скалах вблизи дороги, ведущей из Исти-су в сел. Багырсах. Выходит из трещинки (3—7 см), протянутой вдоль р. Тертер в метаморфизованной туфогенной толще. Тип восходящий. Русло покрыто слоем желто-красных и серо-зеленых отложений и водорослей.

Источник не каптирован.

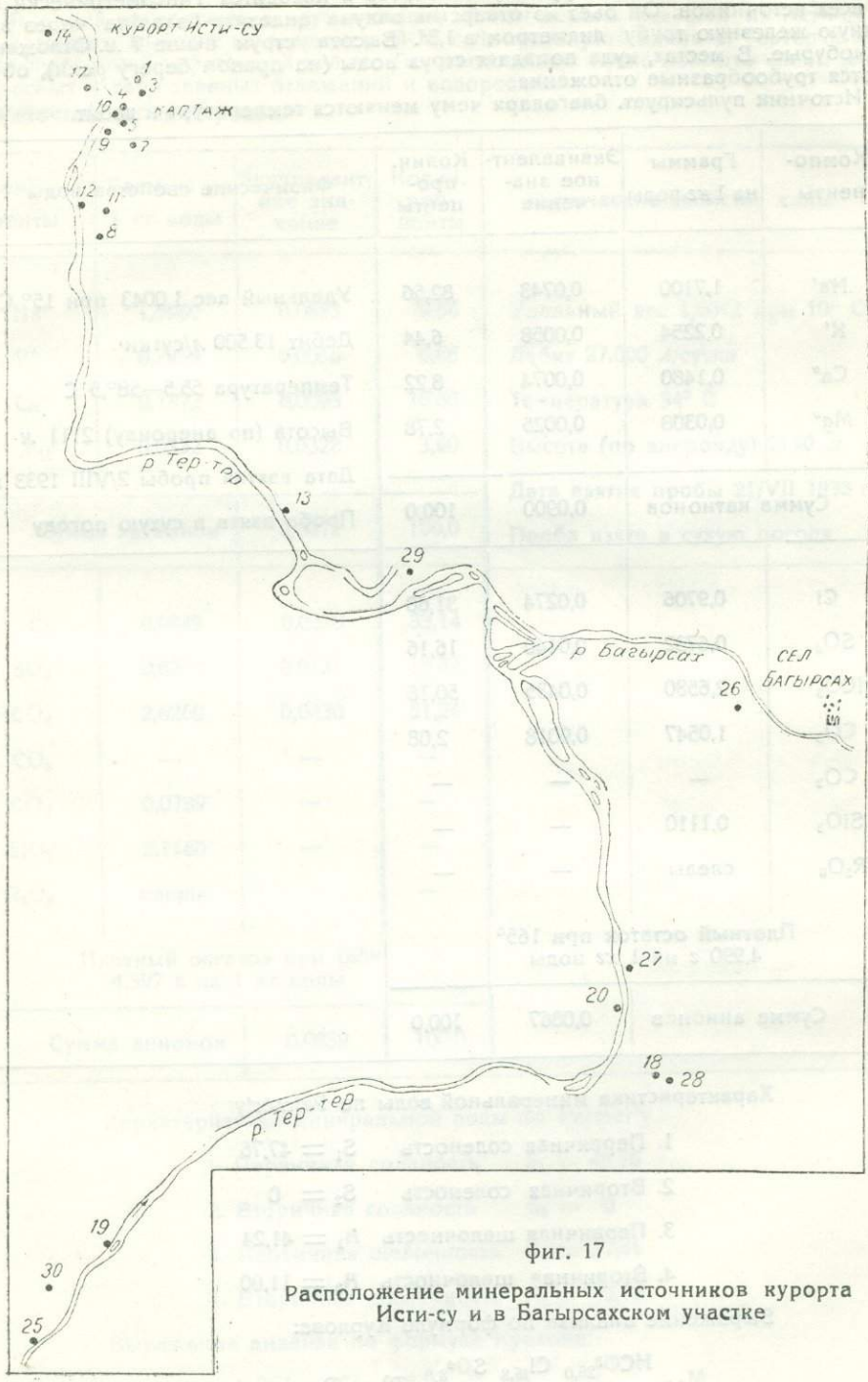
Компоненты	Граммы на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	1,5960	0,0693	79,56	Удельный вес 1,0042 при 19° С Дебит 27.000 л/сутки Температура 34° С Высота (по anerоиду) 2140 м Дата взятия пробы 21/VII 1933 г. Проба взята в сухую погоду
K'	0,2263	0,0058	6,66	
Ca''	0,1872	0,0093	10,68	
Mg''	0,0332	0,0328	3,60	
Сумма катионов		0,0872	100,0	
Cl	0,9849	0,0278	33,14	Плотный остаток при 165° 4,397 г на 1 кг воды
SO ₄	0,6284	0,0131	15,62	
HCO ₃	2,6260	0,0430	51,24	
CO ₃	—	—	—	
CO ₂	0,0789	—	—	
SiO ₂	0,1160	—	—	
R ₂ O ₃	следы	—	—	
Сумма анионов		0,0839	100,0	
<p>Характеристика минеральной воды по Palmer'y</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Первичная соленость $S_1 = 48,76$ 2. Вторичная соленость $S_2 = 0$ 3. Первичная щелочность $A_1 = 37,41$ 4. Вторичная щелочность $A_2 = 13,78$ <p>Выражение анализа по формуле Курлова:</p> $M_{4,4} \frac{HCO_3^{25,6} Cl_{16,5} SO_4^{7,8}}{Na_{39,7} Ca_{5,3}} T_{34,0} D_{27.000} \text{ л/сутки}$				

Источник № 12 (гейзер) „фонтан“

Источник расположен в русле реки Тертер и находится гипсометрически ниже всех источников. Он бьет из отверстия валуна андезито-базальта через вделанную железную трубу диаметром в 1,3". Высота струи выше 7 м. Отложения темнобурые. В местах, куда попадает струя воды (на правом берегу реки), образуются трубообразные отложения.

Источник пульсирует, благодаря чему меняются температура и дебит.

Компоненты	Грамм на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды	
Na'	1,7100	0,0743	82,56	Удельный вес 1,0043 при 15° С Дебит 13.500 л/сутки Температура 55,5—58°,5 С Высота (по anerоиду) 2111 м Дата взятия пробы 2/VIII 1933 г. Проба взята в сухую погоду	
K'	0,2254	0,0058	6,44		
Ca"	0,1480	0,0074	8,22		
Mg"	0,0308	0,0025	2,78		
Сумма катионов		0,0900	100,0		
Cl	0,9706	0,0274	31,60	Плотный остаток при 165° 4,990 г на 1 кг воды	
SO ₄	0,6732	0,0140	16,16		
HCO ₃	2,6580	0,0435	50,16		
CO ₃	1,0547	0,0018	2,08		
CO ₂	—	—	—		
SiO ₂	0,1110	—	—		
R ₂ O ₃	следы	—	—		
Сумма анионов		0,0867	100,0		
Характеристика минеральной воды по Palmer'y					
1. Первичная соленость S ₁ = 47,76					
2. Вторичная соленость S ₂ = 0					
3. Первичная щелочность A ₁ = 41,24					
4. Вторичная щелочность A ₂ = 11,00					
Выражение анализа по формуле Курлова:					
$M_{4,9} \frac{HCO_3^{25,0} Cl_{15,8} SO_4^{8,0}}{Na_{41,2} Ca_{4,1}} T_{55,5} D_{13.500} \text{ л/сутки}$					



фиг. 17

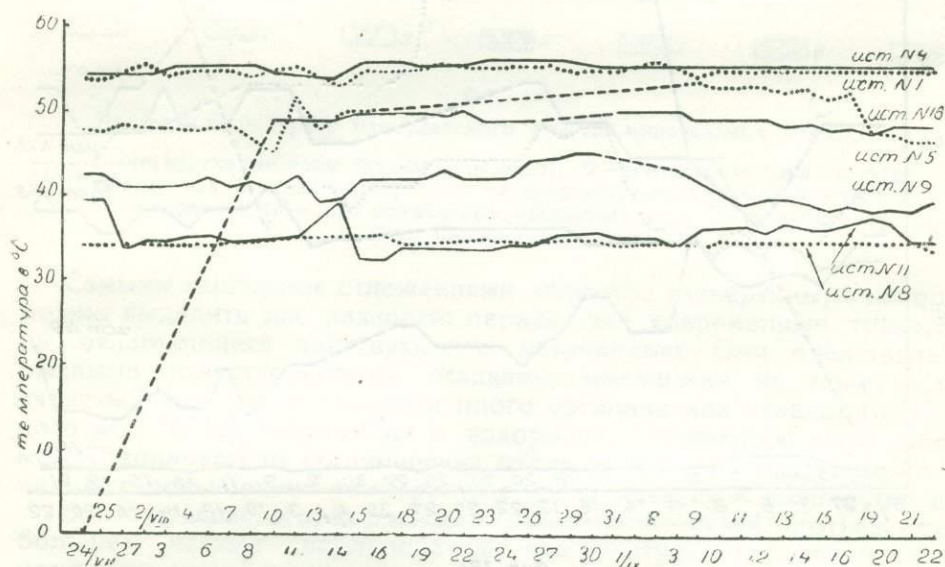
Расположение минеральных источников курорта Исти-су и в Багырсахском участке

Несколько иной характер имеет источник № 14. Он единственный из минеральных источников на курорте Исти-су, выходящий на левом берегу р. Тертер. Выход его приурочен к контакту андезито-базальта (третичного) и подстилающего туфа. Но, к сожалению, дебит его небольшой. Дебит этого источника уменьшился после взрывных работ, когда проводили здесь дорогу. Вода источника могла бы быть пригодной для питья. Вкус ее нарзанный. Он является дериватом источников, расположенных по правому склону. Температура воды 13° С.

Дата	Углекислота		Cl	Жесткость общая	NH ₃	N ₂ O ₅	N ₂ O ₃	H ₂ S	SO ₄
	сво- бод.	общ.							
29/VIII 1933 г.	391	1378	478	36	Незначит. следы	Нет	Нет	Нет	Есть

Несмотря на близость других минеральных источников, в химическом составе ист. № 14 замечается резкое понижение количества Cl.

Расположение источников приведено на фиг. 17.



фиг. 18

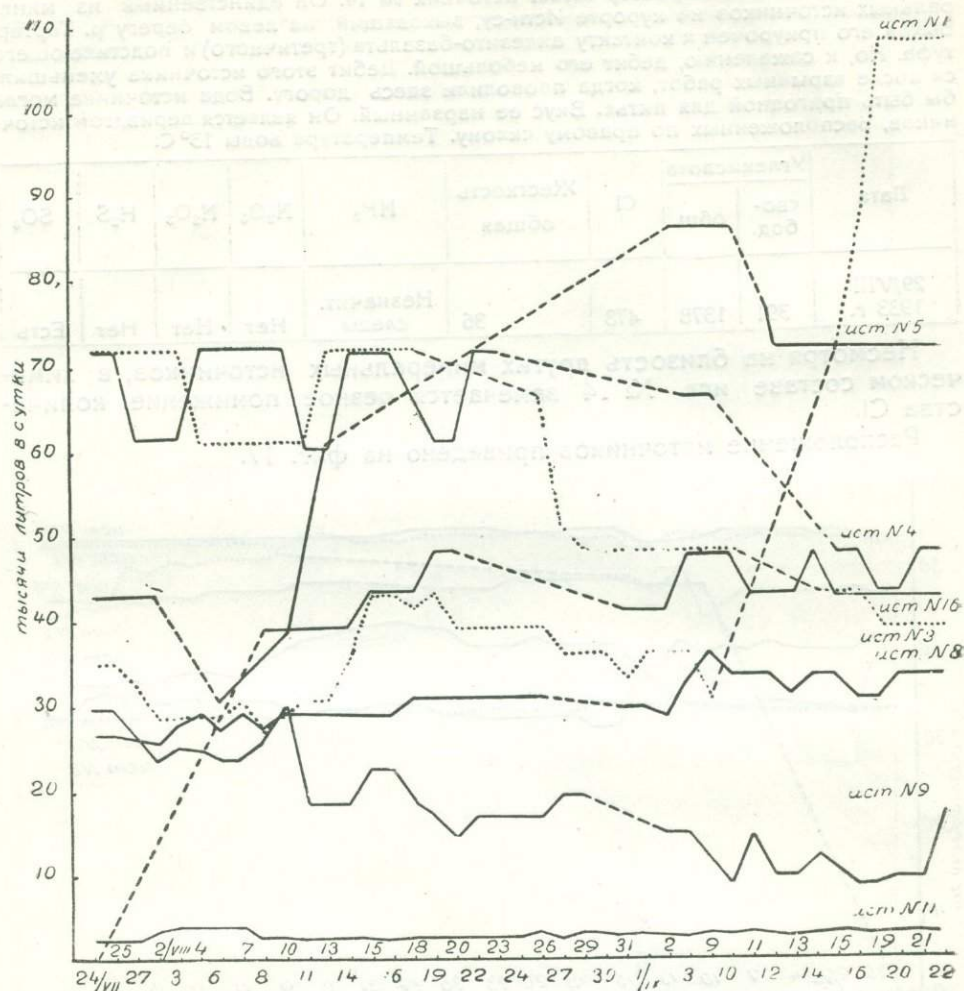
Диаграмма температур минеральных источников курорта Исти-су и в Багырсахском участке

Заметно увеличивается жесткость. Большой интерес представляет повышенное количество эманации радия в этом источнике (см. табл. Радиоактивность источников и объяснение к ней на стр. 376).

Летом 1933 г. почти ежедневно замерялись дебит и температура минеральных источников курорта Исти-су. По данным этих замеров составлены нижеприведенные две диаграммы: температур (фиг. 18) и дебитов (фиг. 18а). За летний период 1933 г. осадков выпало очень мало.

При рассмотрении диаграмм мы наблюдаем согласованность между соседними источниками. Например, при увеличении, в результате расчисток, дебитов одних источников (№ 1, № 5), находящихся друг возле друга, уменьшаются дебиты других (№№ 3, 4, 9 и 10.)

Помимо таких искусственных увеличений или уменьшений дебитов, наблюдается некоторая ритмичность, связанная с пульсацией источ-



фиг. 18а

Диаграмма дебитов минеральных источников курорта Исти-су в 1933 г.

ников. Для этого случая любопытную картину представляют кривые источников №№ 3 и 4 и №№ 8 и 11 (см. фиг. 17 и 18).

Колебания температур происходят в небольших пределах.

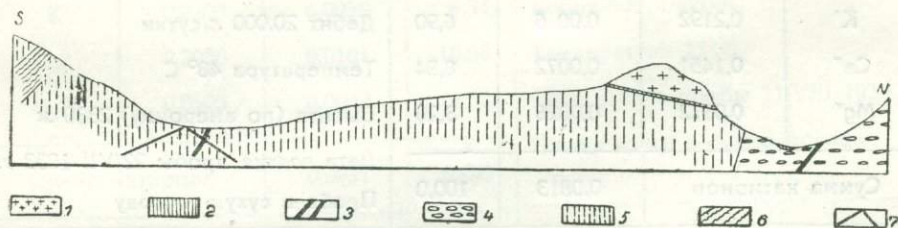
БАГЫРСАХСКАЯ ГРУППА МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Чрезвычайно интересной как в научном, так и в практическом отношении является Багырсахская группа источников, расположенная в 1,5—2 км от курорта Исти-су вверх по течению р. Тертер.

В эту группу входят источники (№№ 13, 18, 19, 25, 26, 27, 29 и 30), расположенные по правому и левому берегу р. Тертер, начиная с крутого заворота реки у курорта Исти-су вверх по течению ее на 2 км и по правому притоку р. Тертер—р. Багырсах до одноименного с этим притоком селения.

Температура источников не особенно высокая: 18°—ист. № 18, 36°—ист. № 19 и т. д. Только один из источников—№ 13, расположенный недалеко от курорта Исти-су, имеет более высокую температуру, 48°. Источники не каптированы. Вследствие сравнительно низкой температуры эти источники не привлекли внимания местного населения.

Отдельные части берегов обеих рек покрыты сплошь травертинами, из которых сочится минеральная вода. В окрестностях некоторых источников травертины отсутствуют, и вода вытекает из волосных трещин в гранодиорите. В некоторых местах, в особенности в выбоинах гранодиоритов, заполненных дождевой водой, наблюдается выход пузырьков газа без воды.



фиг. 19

Профиль по р. Тертер Багырсахского участка минеральных вод Исти-су

- 1—четвертичные лавы (андезито-базальт); 2—контактная зона четвертичных лав; 3—трахи-липарит; 4—метаморфизованная туфогенная толща; 5—гранодиорит; 6—зона оруденелых кварцевых жил; 7—выводные трещины минеральной воды

Самыми молодыми отложениями являются травертины, в которых можно выделить две разности: первая—это современные травертины, отлагающиеся действующими источниками. Они представлены рыхлыми известковистыми осадками, имеющими на поверхности ячеистый вид и содержащими много органических осадков (особенно в ист. № 13)—черный ил и водоросли. Замечается зависимость между количеством органических отложений и температурой источников: с повышением температуры увеличивается и количество их.

Более древняя, вторая разность травертинов—сухая, плотная, имеет большую частью скорлуповатую, чешуйчатую отдельность и по мощности значительно превосходит современные. В некоторых местах мощность их доходит до 40 м.

Левый склон долины покрыт четвертичным покровом. Последний встречается в виде островка между р.р. Тертер и Багырсах у их слияния. В основании четвертичных лав мы находим вулканическую брекчию. Мощность покрова около 50 м.

Следующей по возрасту породой являются дайки трахи-липарита. Они в NO направлении режут как тело гранодиорита, так и метаморфизованную туфогенную толщу.

Большой участок района Багырсахской группы минеральных источников занят гранодиоритом (фиг. 19). Последний образует резкий контакт с метаморфизованной туфогенной толщей, где встречается эпидото-пироксеновый скарн. В приконтактных участках нередко встречаются кварцевые жилы.

В северной части района минеральных источников развита метаморфизованная туфогенная толща, являющаяся непосредственным продолжением толщи курорта Исти-су.

Источник № 13

Источник расположен на правом склоне у реки Тертер, между Исти-су и сел. Багырсах на юге, за крутым заворотом. Выходит из насосов и рыхлых травертинов. Тип восходящий. Отложения темнокрасные. Выделяется газ.

Компоненты	Грамм на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	1,5150	0,0659	81,00	Удельный вес 1,0048 при 19° С Дебит 20.000 л/сутки Температура 48° С Высота (по anerоиду) 2330 м Дата взятия пробы 22/VII 1933 г. Проба в сухую погоду
K'	0,2192	0,006	6,90	
Ca''	0,1451	0,0072	8,84	
Mg''	0,0312	0,0026	3,20	
Сумма катионов		0,0813	100,0	
Cl'	0,8467	0,0239	28,70	Комбинация солевого состава (граммы на 1 кг воды) KCl 0,4175 NaCl 1,0696 Na ₂ SO ₄ 1,0369 Na ₂ HCO ₃ 0,0062 Ca(HCO ₃) ₂ 0,5835 Mg(HCO ₃) ₂ 0,1898 Fe(HCO ₃) ₂ 2,7720
SO ₄	0,7012	0,0146	17,52	
HCO ₃	2,7370	0,0448	53,98	
CO ₃	—	—	—	
CO ₂	0,0884	—	—	
SiO ₂	0,1340	—	—	
R ₂ O ₈	0,0028	—	—	
Плотный остаток при 165° 4,630 г на 1 кг воды				
Сумма анионов		0,0833	100,0	
Характеристика минеральной воды по Palmer'у				
1. Первичная соленость S ₁ = 46,22				
2. Вторичная соленость S ₂ = 0				
3. Первичная щелочность A ₁ = 41,74				
4. Вторичная щелочность A ₂ = 12,04				
Выражение анализа в формуле Курлова				
$M_{4,6} \frac{HCO_3^{26,8} Cl_{14,3} SO_4^{8,7}}{Na_{40,5} Ca_{14}} T_{48}^{\circ} D_{20000} \text{ л/сутки}$				

Источник № 18

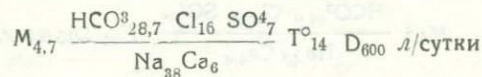
Источник расположен в балке на правом склоне р. Тертер у дер. Карахач. Выходит из гранодиорита, который покрыт наносом мощностью в 0,75 м. В наносе обломки гранодиорита, окрашенные окислами железа в крованокрасный цвет. Тип восходящий. Вода на вкус приятная и пригодная для питья.

Компоненты	Граммы на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	1,6770	0,0729	78,28	Удельный вес 1,0054 при 19° С Дебит 600 л/сутки Температура 17° С Дата взятия пробы 11/VIII 1933 г. Проба взята в сухую погоду
K'	0,2303	0,0059	6,34	
Ca"	0,2030	0,0101	10,86	
Mg"	0,0505	0,0042	4,52	
Сумма катионов		0,0931	100,0	
Cl	0,8865	0,0250	28,00	Плотный остаток при 165° 4,701 г на 1 кг воды
SO ₄	0,6214	0,0129	14,44	
HCO ₃	3,1370	0,0514	57,56	
CO ₃	—	—	—	
CO ₂	0,1509	—	—	
SiO ₂	0,1270	—	—	
R ₂ O ₃	0,0076	—	—	
Сумма анионов		0,0893	100,0	

Характеристика минеральной воды по Palmer'у

1. Первичная соленость $S_1 = 42,44$ 2. Вторичная соленость $S_2 = 0$ 3. Первичная щелочность $A_1 = 42,18$ 4. Вторичная щелочность $A_2 = 15,38$

Выражение анализа в формуле Курлова



Источник № 19

Источник расположен на левом берегу р. Тертер. Вода выходит из мощного слоя травертин.

Компоненты	Грамм на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	1,4030	0,0694	80,16	Удельный вес 1,0035 при 18° С
K'	0,2132	0,0055	7,24	Дебит 15.000 л/сутки
Ca"	0,1340	0,0067	8,80	Температура 36° С
Mg"	0,0350	0,0029	3,80	Дата взятия проб 12/VII 1933 г.
Сумма катионов		0,0855	100,0	Проба взята в сухую погоду
C	1,0350	0,0291	36,42	
SO ₄	0,5260	0,0110	13,78	
HCO ₃	2,4310	0,0398	49,80	
CO ₃	—	—	—	
CO ₂	0,0730	—	—	
SiO ₂	0,1014	—	—	
R ₂ O ₃	0,0020	—	—	
Плотный остаток при 165° 4,379 г на 1 кг воды				
Сумма анионов		0,0799	100,0	
Характеристика минеральной воды по Palmer'у				
1. Первичная соленость S ₁ = 50,20				
2. Вторичная соленость S ₂ = 0				
3. Первичная щелочность A ₁ = 37,20				
4. Вторичная щелочность A ₂ = 12,60				
Выражение анализа в формуле Курлова:				
$M_{4,3} \frac{HCO_3^{24,9} Cl_{18,2} SO_4^{68}}{Na_{40} Ca_{4,4}} T_{36} D_{15,000} \text{ л/сутки}$				

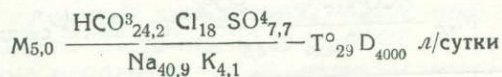
Источник № 20

Компоненты	Грамм на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	1,5980	0,0694	81,84	Удельный вес 1,0044 при 18° С Дебит 4000 (1934 г.) л/сутки Температура 29° С Дата взятия пробы 12/VIII 1933 г. Проба взята в сухую погоду
K'	0,2733	0,0070	8,26	
Ca''	0,1040	0,0052	6,14	
Mg''	0,0390	0,0032	3,76	
Сумма катионов		0,0848	100,0	
Cl'	1,1020	0,0310	36,12	Комбинация солевого состава (граммы на 1 кг воды) KCl 0,5219 NaCl 1,4026 Na ₂ SO ₄ 0,9374 NaHCO ₃ 2,9374 Ca (HCO ₃) ₂ 0,4214 Mg (HCO ₃) ₂ 0,2336 Fe (HCO ₃) ₂ нет
SO ₄	0,6320	0,0132	15,40	
HCO ₃	2,5370	0,0416	48,48	
CO ₃	—	—	—	
CO ₂	0,0110	—	—	
SiO ₂	0,1200	—	—	
R ₂ O ₃	следы	—	—	
Плотный остаток при 165° 5,069 г на 1 кг воды				
Сумма анионов		0,0858	100,0	

Характеристика минеральной воды по Palmer'у

1. Первичная соленость $S_1 = 51,20$
2. Вторичная соленость $S_2 = 0$
3. Первичная щелочность $A_1 = 38,58$
4. Вторичная щелочность $A_2 = 9,90$

Выражение анализа в формуле Курлова:



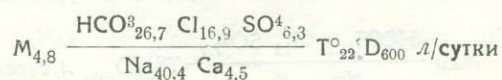
Источник № 25

Компоненты	Грамм на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	1,6350	0,0711	80,90	Удельный вес 1,0044 при 20° С Дебит 600 л/сутки Температура 22° С Дата взятия пробы 19/VIII 1933 г. Проба взята в сухую погоду
K'	0,2344	0,0060	6,80	
Ca''	0,1603	0,0080	9,10	
Mg''	0,0336	0,0028	—	
Сумма катионов		0,0879	100,0	
Cl	1,0340	0,0291	33,92	Плотный остаток при 165° 4,875 г на 1 кг воды
SO ₄	0,5196	0,0108	12,60	
HCO ₃	2,8000	0,0459	53,48	
CO ₃	—	—	—	
CO ₂	0,1887	—	—	
SiO ₂	0,1060	—	—	
R ₂ O ₃	0,0070	—	—	
Сумма анионов		0,0858	100,0	

Характеристика минеральной воды по Palmer'y

1. Первичная соленость $S_1 = 46,52$
2. Вторичная соленость $S_2 = 0$
3. Первичная щелочность $A_1 = 41,18$
4. Вторичная щелочность $A_2 = 12,30$

Выражение анализа в формуле Курлова:



Вкратце описав геологические условия источников, перейдем к геохимической характеристике минеральных вод.

Минеральные источники Багырсахского участка вследствие высокой радиоактивности, придающей им исключительную особенность, заслуживают большого внимания. Высокая радиоактивность (эманация радия—774 единицы Махе в 1 литре в ист. № 18, № 27) увеличивает бальнеологическое значение этих источников и дает основание думать о создании здесь самостоятельного курорта, имеющего иное назначение, чем курорт Исти-су. Выходы минеральных вод приурочены к гранодиориту; высокая радиоактивность их несомненно связана с последним. Пока ограничимся предварительными сведениями о радиоактивности, а более подробно об этом скажем ниже в специальной главе.

Рассматриваемые источники по химическому составу аналогичны с источниками курорта Исти-су и принадлежат к одной с последними генетической группе. Поэтому минеральная вода этой группы источников классифицируется также, как углекисло-глауберово-щелочная. В составе воды Багырсахской группы источников замечается небольшое повышение содержания углекислоты против источников курорта Исти-су.

Вышеприведенные анализы и соответствующие пересчеты характеризуют химическую природу вод этих источников (таблицы 38—42).

МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ Н. ИСТИ-СУ

К югу от курорта Исти-су, в 10 км, находится еще одна группа источников—Нижние Исти-су. Минеральные источники расположены на правом и левом берегах реки Тертер, на дне глубокой долины. Высота выхода главного источника равна 1750 м. Источники выходят или непосредственно из коренных изверженных пород или же из мощных древних травертинов. Характер отложений источников такой же, как и на курорте Исти-су. Отложения минеральных частиц образуют чашевидные, конусообразные грифоны. В более древних травертинах, в результате карстовых явлений, образовались пещеры в 3—5 м. В слоистых травертинах, легко подвергающихся обтачиванию, прорублены бассейны (3 × 3 × 1½ м) (фиг. 20), которые

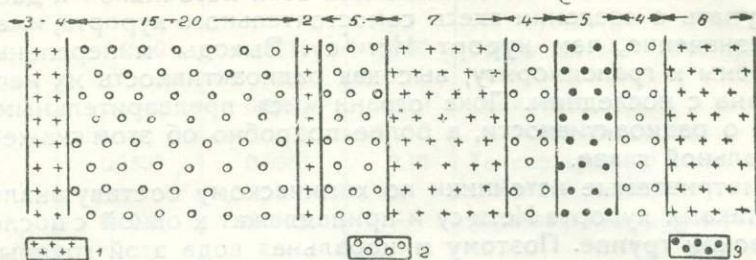


фиг. 20

Бассейн с минеральной водой в травертинах Н. Исти-су

местное население использует в качестве естественных ванн.

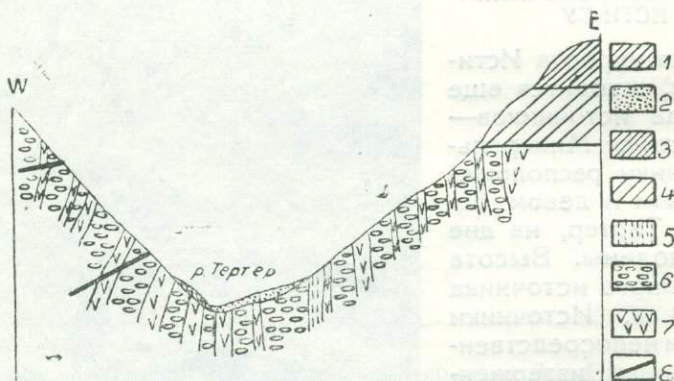
Район минеральных источников Н. Исти-су, в отличие от соседних участков, сильно разбит дайками, где с трудом удается выяснить характер залеганий собственно коренных пород. Дайки все проходят в направлении $O-20^{\circ}-25^{\circ}$; имеются дайки, простирающиеся в направлении $NO-40^{\circ}-45^{\circ}$. Падение их почти вертикальное.



фиг. 21

1—андезито-базальт; 2—трахи-липарит; 3—липарит

По ним в нескольких местах устанавливаются небольшие сбросы, идущие в широтном направлении. В среднем мощность их колеблется между 2 и 5 м. Встречаются дайки с мощностью 15—20 м. Чтобы более наглядно представить характер взаимоотношений даек различных пород, на фиг. 21 приводим разрез одного участка Н. Исти-су на левом берегу р. Тертер, напротив речки (цифры указаны в метрах).



фиг. 22

Разрез через р. Тертер в районе Исти-су

1—травертины; 2—осыпи и наносы; 3—четвертичные лавы; 4—четвертичные лавы *Sonnenbrenner*; 5—липарит (дайка); 6—трахи-липарит; 7—андезит; 8—сбросы, сдвиги

Породы, слагающие описываемый район, состоят в основном из трех пород: андезитов-базальтов (порфиритов), трахи-липаритов и липаритов (фиг. 22). Первые, по сравнению с породами соседних районов, несколько изменены. Порода серая с зеленоватым оттенком. Структура гипокристаллически порфировая. Микролиты основной массы несколько помутнели. В некоторых участках основной массы

встречается точечный рудный минерал. Порфиrowыми вкрапленниками являются плагиоклаз, который часто сосюритизирован, и ромбический пироксен. Нередко встречаются скопления эпидота. К агрегатам эпидота присоединяются кальцит, иногда и кварц; как продукт разрушения минералов встречается хлорит. Трахи-липариты и липариты выше описываются отдельно.

Этот „дайковый комплекс“ на правом, а в некоторых участках на левом склоне покрыт четвертичными лавами. Лавы представлены двумя потоками. Второй поток (на правом склоне) относится к типу „веснущатого“ андезито-базальта.

Выходы минеральных источников приурочены к тектоническим трещинам, обусловленным разбитостью района дайками. В некоторых участках порода содержит большое количество волосных трещин, которые заполнены отложениями карбонатов белого цвета или окрашены в буро-красный цвет.

Видимо, главное направление трещины совпадает с направлением трещины разлома на курорте Исти-су. По этой линии, ниже по р. Тертер, мы находим ряд минеральных источников:

1) на правом берегу реки в 1,5 км от Н. Исти-су; отложения этих источников образуют крутой берег реки;

2) далее, не доезжая 3 км до сел. Гештек, на левом берегу реки находится еще один источник, который выходит из порфиритов. Температура этого источника 13°.

Большое количество травертинов нами найдено было в четвертичных лавах у сел. Гештек, где дорога в Кяльбааджар поднимается с левого, одноименного с первым названным селением, притока.

Данные анализов, касающихся минеральных источников Н. Исти-су, сведены в таблицы 43 и 44.

При сравнении химических анализов Н. Исти-су с анализами источников курорта Исти-су и Багырсахского участка обнаруживается некоторая разница. В химическом составе источников Н. Исти-су повышается количество щелочных земель. Сильно понижается количество Cl и увеличивается SO_4 . В характеристике по Palmer'у эти изменения отражают повышение первичной щелочности и понижение первичной солёности и вторичной щелочности.

В заключение скажем несколько слов о возможности курортного строительства на Н. Исти-су. Склоны ущелья здесь имеют падение около 35° и образуют узкую долину, поэтому, несмотря на прекрасные качества минеральной воды источников, строительство курорта представит большие затруднения. Но если разведочными и буровыми работами удастся увеличить дебит источников против существующего в настоящее время и перевести эту воду каким-либо способом на несколько километров ниже по р. Тертер, где имеются красивые ровные места, покрытые лесом, то можно было бы создать второй самостоятельный курорт. К этому способу использования минеральной воды надо прибегнуть в крайнем случае, так как перевозить воду на расстояние вообще не рекомендуется.

ИСТИ-СУ НА АРПА-ЧАЕ

На левом и правом берегах р. Арпа-чай, у сел. Исти-су (Сафолу) имеется несколько выходов минеральных источников, которые по географическому расположению можно разбить на две группы: одна группа расположена у самого селения, а другая вверх по реке, на расстоянии $\frac{1}{4}$ км от него.

Источник № 21

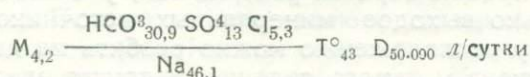
Источник расположен на крутом склоне левого берега р. Тертер. Выходит из травертинов. Тип восходящий. Выделяется газ. Отложения желто-красные. В травертине устроено большое углубление, куда стекает вода и которое служит ванной для приезжих больных.

Компоненты	Грамм на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды			
Na'	4,116	0,0690	92,36	Удельный вес 1,0039 при 18° С Дебит 50.000 л/сутки Температура 43° С Дата взятия пробы 8/VIII 1933 г. Проба взята в сухую погоду			
K'							
Ca''							
Mg''							
Сумма катионов		0,0747	100,0				
Cl'	0,2815	0,0079	10,58	Комбинация солевого состава (граммы на 1 кг воды) NaCl 0,4617 Na ₂ SO ₄ 1,3849 Na ₂ HCO ₃ 3,4944 Mg (HCO ₃) ₂ 0,1825 Ca (HCO ₃) ₂ 0,1702 CaCO ₃ 0,0550			
SO ₄					0,9860	0,0195	26,10
HCO ₃					2,8200	0,0462	61,84
CO ₃					0,0340	0,0011	1,48
CO ₂					—	—	—
SiO ₂					0,1264	—	—
R ₂ O ₃					0,0068	—	—
Плотный остаток при 165° 4,224 г на 1 кг воды							
Сумма анионов		0,0747	100,0				

Характеристика минеральной воды по Palmer'y

1. Первичная соленость $S_1 = 36,68$
2. Вторичная соленость $S_2 = 0$
3. Первичная щелочность $A_1 = 55,68$
4. Вторичная щелочность $A_2 = 7,64$

Выражение анализа в формуле Курлова:



Источник № 22

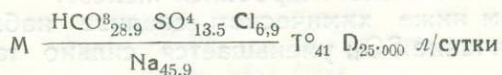
Источник расположен на крутом склоне левого берега реки Тертер. Вода выходит из-под мощных травертинов. Тип восходящий. Выделяется газ. Отложения желто-красные. Имеется обилие водорослей.

Компоненты	Грамм на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	—	—	—	Удельный вес 1.0041 при 18° С Дебит 25.000 л/сутки Температура 41° С Дата взятия пробы 8/VIII 1933 г.
K'	—	0,0698	91,96	
Ca''	0,0660	0,0033	4,36	
Mg''	0,0339	0,0028	3,68	
Сумма катионов		0,0759	100,0	Проба взята в сухую погоду
Cl''	0,3720	0,0105	13,84	Комбинация солевого состава (граммы на 1 кг воды) NaCl 0,6137 NaSO ₄ 1,4559 NaHCO ₃ 3,2592 Mg (HCO ₃) ₂ 0,2044 Ca (HCO ₃) ₂ 0,1702 CaCO ₃ 0,0450
SO ₄	0,9850	0,0205	27,02	
HCO ₃	2,6870	0,0440	57,96	
CO ₃	0,0270	0,0009	1,18	
CO ₂	—	—	—	
SiO ₂	0,1300	—	—	
R ₂ O ₃	следы	—	—	
Сумма анионов		0,0759	100,0	

Характеристика минеральной воды по Palmer'у

1. Первичная соленость $S_1 = 40,86$ 2. Вторичная соленость $S_2 = 0$ 3. Первичная щелочность $A_1 = 51,10$ 4. Вторичная щелочность $A_2 = 8,04$

Выражение анализа в формуле Курлова:



Выходы минеральных источников приурочены к приконтактным участкам четвертичных лав, имеющих в верховьях бассейна р. Арпа-чай большое распространение. Четвертичные лавы у сел. Исти-су (Сафолу) слагают обрывистые берега р. Арпа-чай и образуют над рекой широкую, в виде террасы, ровную поверхность, которая может служить местом будущего курорта. Эти террасы и ступеньки являются поверхностями отдельных лавовых потомков четвертичного покрова.

Под четвертичными лавами в реке обнажаются порфириды, из которых сочится минеральная вода. В приконтактных же с этими лавами участках эти порфириды содержат большое количество сульфидов (пирит, редко медные сульфиды), выщелачиванием которых минеральная вода приобретает более железистый состав.

Источник, расположенный у селения, выходит из конгломерата недалеко от контакта четвертичных лав. Конгломерат, благодаря воздействию минеральной воды, подвергся выветриванию так сильно, что при ударе молотка рассыпается подобно глине. Температура источника 39°.

В стенках и на дне высеченного в конгломератах бассейна, служащего ванной для купанья, струями газа и воды пробиты глубокие трубы диаметром в 2—4".

По склону (правому) на расстоянии 1—2 м от этого источника, из-под четвертичных лав вытекают в большом количестве грунтовые воды. Но они на температуру воды особенно не влияют, что указывает на более плотную изолированность выводного канала, служащего для выхода воды.

Эти источники травертинов почти не отлагают. Источники же, расположенные у реки, образовали небольшую корку из травертинов. Температура источников, выходящих из порфиритов, 34°, а ближе к контакту четвертичных лав повышается до 47° (в одной из копенек).

По сравнению с анализами вод Исти-су на р. Тертер в химическом анализе рассматриваемого источника заметны некоторые изменения. Количество щелочей уменьшается; как правило, при этом несколько увеличивается содержание щелочных земель. Увеличивается также углекислота и SO_4 , но содержание Cl резко понижается.

Вода описываемого источника относится к группе углекисло-глауберово-щелочных вод (таблица 45).

ХОЛОДНЫЕ СЕРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

Недалеко от границы Азербайджана у подножия горы Сары-ер-серчели (у истока р. Арпа-чай) в ССР Армении выходят холодные серные минеральные источники. Температура 9°,5 С.

Выходы источников расположены по одной линии в порфиридах, пропитанных окислами железа. Здесь большое развитие имеют четвертичные лавы. Источники выделяют в большом количестве сероводородный газ, который, соприкасаясь с атмосферным воздухом у выходов источников, отлагается в виде S . Эта реакция происходит по известной формуле $H_2S + O = H_2O + S$. Чуть подальше от выхода желтоватый налет серы и сульфатных солей сменяется красно-бурым отложением хлопьев гидроокиси железа.

В приведенном ниже химическом анализе наблюдается отсутствие Cl и увеличение SO_4 ; уменьшается сильно также количество углекислоты.

Из солевого состава анализа видно, что подавляющее большинство солей составляет сульфат щелочей (таблица 46).

Исти-су в сел. Куши (ССР Армении)

Компоненты	Граммы на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	0,9127	0,0397	64,14	Удельный вес 1,0034 при 18° С Дебит не измерен Температура 34° С Дата взятия пробы 29/VIII 1933 г. Проба взята в сухую погоду
K'	0,1337	0,0034	5,48	
Ca''	0,2370	0,0018	19,08	
Mg''	0,0850	0,0070	11,30	
Сумма катионов		0,0619	100,0	
Cl'	0,2281	0,0064	9,20	Плотный остаток при 165° 3,121 г на 1 кг воды
SO ₄	0,8200	0,0171	24,56	
HCO ₃	2,8120	0,0461	66,24	
CO ₃	—	—	—	
CO ₂	0,2050	—	—	
SiO ₂	0,1068	—	—	
R ₂ O ₃	0,0084	—	—	
Сумма анионов		0,0696	100,0	
Характеристика минеральной воды по Palmer'y				
1. Первичная соленость S ₁ = 33,76				
2. Вторичная соленость S ₂ = 0				
3. Первичная щелочность A ₁ = 35,86				
4. Вторичная щелочность A ₂ = 30,38				
Выражение анализа в формуле Курлова:				
$M_{3,1} \frac{HCO_3^{33,1} SO_4^{12,2} Cl_{4,5}}{Na_{32} Ca_{9,5} Mg_{5,6}} T_{34}$				

Сернистый источник

Компоненты	Грамм на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	—	—	—	Удельный вес 1,002 при 18° С Температура 9°,5 С Дата взятия пробы 30/VIII 1933 г.
K'	—	0,0037	77,08	
Ca"	0,0120	0,0006	12,50	
Mg"	0,0066	0,0005	10,42	
Сумма катионов		0,0048	100,0	Проба взята в сухую погоду
Cl'	—	—	—	Комбинация солевого состава: (граммы на 1 кг воды) Na ₂ SO ₄ = 0,5254 MgSO ₄ = 0,0301 CaSO ₄ = 0,0068 Ca(HCO ₃) ₂ = 0,0405
SO ₄	0,2050	0,0043	89,58	
HCO ₃	0,0280	0,0005	10,42	
CO ₃	—	—	—	
CO ₂	0,0660	—	—	
SiO ₂	0,0440	—	—	
R ₂ O ₃	—	—	—	
Плотный остаток при 165° 0,368 г на 1 кг воды				
Сумма анионов		0,0048	100,0	

Характеристика минеральной воды по Palmer'y

1. Первичная соленость $S = 77,08$
2. Вторичная соленость $S_2 = 12,50$
3. Первичная щелочность $A_1 = 0$
4. Вторичная щелочность $A_2 = 10,42$

Выражение анализа в формуле Курлова:

$$M_{0,3} \frac{SO_4^{44,2} HCO_3^{5,2}}{K_{98,5} Ca_{6,3} Mg_{5,0}} T_{9,5}$$

В характеристике Palmer'a громадную часть составляет первичная соленость.

Эти серные источники генетически несомненно связаны с остальными минеральными источниками. Они, благодаря выщелачиванию легко поддающихся этому процессу сульфидов, обогащаются сернистой и железистой составными частями.

КОТУР-ИСТИ-СУ

Теплый минеральный источник Котур-Исти-су¹ расположен в верховьях реки Бугур-чай (ССР Армении), приблизительно в 35 км к югу от курорта Исти-су в Азербайджане. Главный выход источников находится непосредственно на правом берегу р. Бугур-чай. Отлагая вокруг себя известковистые соли, источник образовал большой высокий грифон диаметром около 50 м, в середине которого, из бассейна площадью 2×4 м, вместе с газом поднимаются на поверхность с большой силой струи минеральной воды. Температура источника 33°.

Выходы минеральных источников приурочены к контактам липаритов с гранодиоритами и покрывающими их четвертичными лавами и к мелким трещинкам в них.

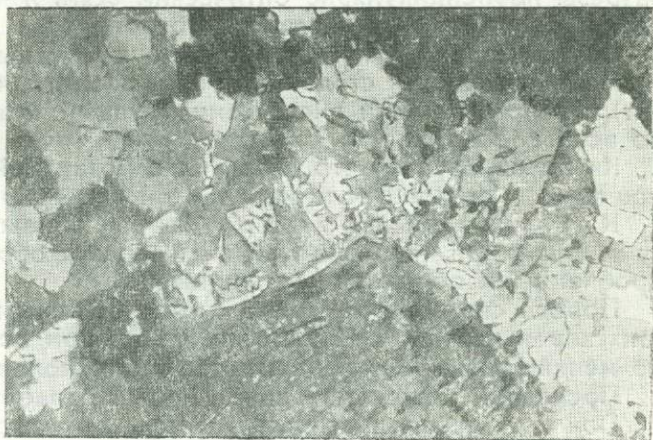
Гранодиорит. Порода имеет жильный характер, и в виде зальбанды он обнажается на левом берегу реки.

Гранодиорит грязносерого цвета с темными вкрапленниками листочков биотита, величиною не более 1,5 мм, и вкрапленниками измененного плагиоклаза, достигающего по величине индивидуумов до 3 мм.

Под микроскопом видны мелкие лейсты и призмочки плагиоклаза, среди которых выделяются фенокристы плагиоклаза, биотита, кварца и рудного минерала. Структура породы гранит-порфировая (фиг. 23).

Вкрапленники плагиоклаза, как упоминалось выше, являются самыми крупными. Двойниковые срастания образованы по разным законам. Имеются полисинтетические двойники, с которыми часто сочетаются небольшие двойники по периклиновому закону.

Некоторые фенокристы выполнены полностью серицитом. Встречаются иногда неясно выраженные зональные индивидуумы. Вследствие катакластических явлений зерна их, равно как и кварцевые агрегаты, имеют волнистое погасание. Встречаются и раздробленные зерна.



фиг. 23

Гранофиговое срастание в гранодиорите

¹ Котур по-азербайджански — „чесотка“.

По полученным на универсальном столике константам плагиоклаз соответствует 23% Ап. (таблица 47).

Коэффициент преломления плагиоклаза в стыках больше канадского бальзама.

Таблица 47

В			Закон	Двойниковая ось	2V	Оптический знак	Отношение Р к В	% Ап
N_g	N_m	N_p						
90	22	68	Карлсбадский	[001]	89	±	Р ⊥ В	23

Биотитовые зерна представлены небольшими идиоморфными листочками с характерным биотитовым абсорбционным эффектом, меняющимся от темнубурого до буро-желтого. Нередко встречаются разрезы перпендикулярно оптическим осям, и тогда биотит, имеющий красно-бурый тон, слабо плеохроирует.

Почти везде с биотитом ассоциируют рудный минерал и апатит. Последние мелкие столбиками или изометрическими зернами (апатит) и неправильными листочками (рудный минерал) распределены по всей породе.

Кварц образует часто агрегаты с мозаичной структурой. По отношению к остальным минералам он аллотриоморфен.

Кварцевый порфир. Порода обнажается на левом берегу р. Бугур-чай напротив грифона, образуя обрывистую скалу с раздробленными обломками у подошвы.

Порода светлосерого цвета с молочно-белыми выделениями больших зерен кварца (1—2,5 мм) и в большом количестве сравнительно мелких размеров каолинизированного полевого шпата.

Последний ножом довольно легко царапается.

Под микроскопом основная масса, занимающая большую часть породы, серицитизирована частично и каолинизирована. В ней видны мелкие многочисленные точки кварца. Последние иногда заполняют тонкие жилочки в породе.

Вкрапленники разных величин представлены кварцем и плагиоклазом, замещенным полностью серицитом. Большинство кварцевых индивидуумов подвергнуто магматической коррозии и свободно от пылевидных загрязнений; некоторые зерна его включают в себе небольшие редкие поры, в которых встречаются мусковит и рудный минерал.

Фенокристы плагиоклаза сильно изменены и выполнены серицитом; с большим трудом по ограничению зерен и по реликтовой структуре можно выделить их среди основной измененной массы.

Темноцветный компонент находится в подчиненном количестве. Полностью заполненные новообразованиями, главным образом мусковитом, зерна по общему контуру подходят к биотиту. Вдоль зерна, помимо мусковита, располагаются точки рудного минерала и землистое вещество буро-черного цвета. Встречаются также редкие отдельные изометрические зерна апатита.

Гранодиорит и кварцевый порфир покрыты несколько расслабленными четвертичными лавами, имеющими здесь довольно большое распространение.

Котур-Исти-су

Компо- ненты	Грамм на 1 кг воды	Эквивалент- ное зна- чение	Колич. про- центы
Na'	0,0502	0,0022	0,06
K'	0,0133	0,0003	1,10
Ca''	0,3766	0,0188	68,88
Mg''	0,0734	0,0060	21,96
Сумма катионов		0,0273	100,0
Cl'	следы	—	—
SO ₄	0,3136	0,0065	19,76
HCO ₃	1,6130	0,0264	80,24
CO ₃	—	—	—
CO ₂	0,0573	—	—
SiO ₂	0,1410	—	—
R ₂ O ₃	0,0108	—	—
Плотный остаток при 165° 1,296 г на 1 кг воды			
Сумма анионов		0,0329	100,0
Характеристика минеральной воды по Palmer'y			
1. Первичная соленость		$S_1 = 9,16$	
2. Вторичная соленость		$S_2 = 10,60$	
3. Первичная щелочность		$A_1 = 0$	
4. Вторичная щелочность		$A_2 = 80,21$	
Выражение анализа в формуле Курлова:			
$M_{1,2} \frac{HCO_3^{40,1} SO_4^{9,8}}{Ca_{34,4} Mg_{10,9} K_4}$			

Химический состав воды источника Котур-Исти-су (таблица 48) несколько отличен от состава вод Исти-су (АзССР). Характерная зависимость между процентным количеством щелочей и щелочных земель в водах Исти-су (АзССР) наблюдается и в этом анализе. Содержание щелочей Na (4,03%) и K (0,55%) меньше, чем в вышеприведенных анализах; количество Ca (34,44%) и Mg (10,98%) по сравнению с теми же анализами намного больше. Cl почти отсутствует. Уменьшается также количество углекислоты, как свободной, так и связанной. Но содержание SO_4 несколько увеличивается.

Соответственно химическому составу изменяется характеристика воды по Palmer'у. По приведенному пересчету видно резкое увеличение вторичной щелочности, отсутствие первичной щелочности и уменьшение первичной солености.

На основании этих данных минеральную воду Котур-Исти-су можно причислить к типу углекисло-известковых.

ВОДА РЕКИ ТЕРТЕР

Интересные результаты получаются при исследовании воды реки Тертер. Для приблизительного подсчета общего суточного дебита воды всех источников, втекающих в р. Тертер по всевозможным выходам, мною была сделана попытка определить дебит химическим способом. Для этого были произведены два химических анализа воды р. Тертер: один¹ (№ 23)—вода из верховья р. Тертер, выше участка, где кончаются выходы минеральных источников (недалеко от ист. № 30), и второй (№ 24)—ниже (таблица 49) по той же реке у северной границы минеральных источников курорта Исти-су. Эти анализы показали громадную разницу в химическом составе воды.

Минерализация воды происходит главным образом за счет увеличения карбонатной составной части, которая отлагается часто в виде белого налета на выступающих в реке валунах.

ГЕНЕЗИС

Генезис описываемых минеральных источников является одним из важных и интереснейших вопросов.

Относительно происхождения минеральных источников Исти-су с большой долей вероятности можно высказать мнение, что генезис их связан с четвертичными вулканическими процессами, продолжающимися еще теперь в более глубоких частях земной коры и питающими наши источники теплотой и некоторыми ювенильными ингредиентами.

Выходы изученных нами горячих и теплых минеральных источников приурочены или почти к контактам четвертичных лав (минеральные источники на Арпа-чае, Котур-Исти-су, Багырсахский Исти-су и т. д.), или же расположены вблизи последних (минеральные источники курорта Исти-су, источники недалеко от сел. Гештек) и находятся почти везде в районах распространений лавовых потоков, на которых расположены паразитические шлаковые конусы.

Следы термальной деятельности—травертины нами найдены были у сел. Гештек, на крутом завороте дороги, на левой стороне над р. Тертер, в самом верхнем потоке лавового покрова, в трещине. Большую поддержку встречает высказанное мнение в описаниях А б и х а

¹ Анализ воды из верховья р. Тертер см. в таблице сводки анализов на стр. 378.

Река Тертер (ниже минеральных источников В. Исти-су)

Компоненты	Грамм на 1 кг воды	Эквивалентное значение	Колич. проценты	Физические свойства воды
Na'	0,1196	0,0052	66,66	Удельный вес 1,0007 при температуре 18° С
K'	0,0194	0,0005	6,42	
Ca''	0,0303	0,0015	19,22	
Mg''	0,0072	0,0006	7,70	
Сумма катионов		0,0078	100,0	
				Комбинация солевого состава (граммы на 1 кг воды)
Cl	0,0756	0,0021	27,64	KCl 0,0373
SO ₄	0,0544	0,0011	14,48	NaCl 0,0935
HCO ₃	0,2673	0,0044	57,88	Na ₂ SO ₄ 0,0781
CO ₃	—	—	—	NaHCO ₃ 0,0210
CO ₂	0,0057	—	—	Mg(HCO ₃) ₂ 0,0439
SiO ₂	0,0254	—	—	Ca(HCO ₃) ₂ 0,1215
R ₂ O ₃	0,0032	—	—	
Плотный остаток при 165° 0,5220 г на 1 кг воды				
Сумма анионов		0,0076	100,0	
Характеристика минеральной воды по Palmer'y				
1. Первичная соленость S ₁ = 42,12				
2. Вторичная соленость S ₂ = 0				
3. Первичная щелочность Л ₁ = 30,96				
4. Вторичная щелочность Л ₂ = 26,92				
Выражение анализа в формуле Курлова:				
$M_{0,5} \frac{HCO_3^{28,9} Cl_{13,8} SO_4^{7,2}}{Na_{33,1} Ca_{9,6}}$				

(1, стр. 38), который указывает на нахождение в Армянском нагорье, на лавах, на высоте 4000—5000 фут. над уровнем моря, известковых осадков со структурой известковой накипи или желтоватого мрамора, похожего на восточный алебастр. Образование их А б и х связывает с лавовыми излияниями, среди которых на лавовых склонах крупных вулканов Армянской вулканической области, особенно Алагеза и Ахмангана, существовали теплые источники.

В другой своей работе А б и х (3, стр. 64—74) упоминает о потухшем вулкане Тендурек, находящемся в 16 км от турецкого города Баязет, из кратера которого, наподобие Везувия, выделяется сероводородный газ с водяными парами и температурой немного выше точки кипения воды. Далее там же он указывает на существование источника пара внутри пещеры Бая, находящейся на расстоянии 3 км от озерного кратера.

Все эти явления указывают на региональное значение вулканического процесса, проявляющегося в разных точках рассматриваемого района в виде термальных вод и газов, и на продолжающийся процесс, обуславливающий подток горячих газов в ослабленные участки района.

Такое же стремление связывать генезис минеральных источников с новейшим вулканизмом мы находим в работах Н и т т е л ' я (68, стр. 20), связывающего происхождение Среднерейнской области минеральных источников с новейшим вулканизмом Германии, С е п с е г ' а (63), В. А. М о л е в о й (53) и др.

Поверхностные воды, не задерживающиеся почвенными слоями, просачиваются сквозь наслоения и трещины пористых лавовых потоков и их туфов, а также через другие породы, и проникают вглубь до подземных водоёмов, которые питают как пресные, так и минеральные источники.

В глубоких частях земной коры воды находятся под большим давлением, и входящие в ее состав всевозможные газы находятся в растворенном, оклюдированном состоянии. Под действием этих газов вода поднимается вверх, и у устья источника или несколько глубже газы стремятся расшириться и занять больший объем, вследствие чего они выбивают воду на поверхность иногда в виде гейзера (см. фиг. 16а).

Главным ингредиентом минеральных вод следует признать углекислоту, встречающуюся как в свободном, так и в связанном состоянии. Ее активность в значительной степени обуславливает минеральный состав воды. Углекислота ювенильного происхождения, и появление ее в огромном количестве в водах стимулирует в известной мере затухание, т. е. последнее выражение интенсивного молодого четвертичного вулканического процесса. Не исключается возможность присоединения некоторого количества углекислоты вблизи земной поверхности из известняков и прочих карбонатизированных пород, встречающихся в районах минеральных источников в достаточном количестве.

Углекислота, со свойственной ей растворяющей способностью, чрезвычайно сильно действует на минеральный состав пород. В глубинных условиях действию выщелачивания главным образом подвергаются силикаты, в особенности полевые шпаты, благодаря чему увеличивается содержание ионов щелочей и щелочных земель.

Углекислота каждый раз определялась непосредственно у источника. Это весьма важное условие для более правильного определения всего количества ее, в особенности для выяснения количества свободной углекислоты.

Hutmel (68), рассматривая Среднерейнскую область минеральных источников, приходит к заключению, что если углекислота смешивается с водой в небольших глубинах, то возникают простые или щелочно-земельные углекислые источники (erdige Säurlinge), если же она примешивается к горячей воде в больших глубинах, то растворяющая способность минеральной воды увеличивается и дает воду щелочного состава. По мнению этого автора, в районах центров извержения всегда выходят щелочные минеральные источники. Но для наших источников в подразделении на такие два типа надобности нет в силу того, что если бы даже на определенных глубинах имелись два вида (по составу) вод, то при выходе их на поверхность они являются комбинированными источниками, т. е. глауберово-углекисло-щелочными, как это было классифицировано впервые.

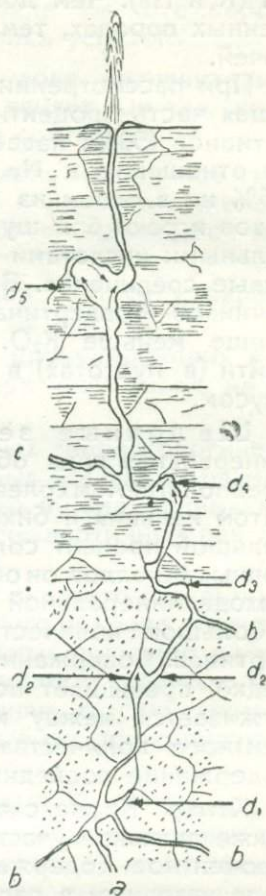
Genser (63), описывая Брамбахские и соседние минеральные источники, выделяет две трещины: газовые и водные (Gas- und Wasserspalte); вода и газы, циркулирующие в них, соединяясь в общем канале в глубинных зонах земли, дают минеральную воду.

К такому же заключению, в результате своих экспериментальных работ, поставленных для объяснения причин действия гейзеров, приходит и J. Raub (79, стр. 28—29). У последнего заимствован приводимый здесь эскиз, изображающий выводной канал минеральных источников в земле до больших глубин (фиг. 24).

Такую же картину, повидимому, можно представить и для объяснения подземных условий наших минеральных источников.

В тесной геохимической связи находится железо с сульфатами. Присутствие последних в минеральных водах является важнейшим фактором, обуславливающим наличие железа и радиоактивности. Источники образования сульфатов в наших минеральных водах могут быть объяснены с большой достоверностью после буровых работ, которые дадут возможность изучения более глубоких частей районов минеральных источников.

Объяснение появления сульфатов в изученных нами минеральных водах как только результат активности CO_2 и горячих вод в неглубоких частях земли, в зонах вадозных вод, выщелачиванием сульфидов, импрегнированных породами, не было бы вполне достаточным. (В описываемом районе выщелачиванию подвергается метаморфизованная туфогеновая толща, обогащенная в некоторых участках сульфидами, и главным образом, пиритом). Помимо этого, повидимому, некоторое количество сульфатов является продуктом магматосферы, вернее, продуктом, связанным с корнями вулканов четвертичного периода, с окислением сероводорода, выходящего из глубин, и т. д. На это указывают незначительное колебание содержания сульфатов в минеральных водах разных групп источников Исти-су



фиг. 24

Схема гейзера

- a — жила источника;
- b — газовая трещина;
- c — водная трещина;
- d — площадки

и большое выделение серы вулканами Закавказья и южнее (г. Тендурек, серные месторождения к Нахичеванском районе¹ и др.). Не исключена возможность, что в образовании сульфатов в данных минеральных водах имеют значение и биохимические процессы.

Щелочные металлы. Горячая углекислая вода, проходя через изверженные породы и выщелачивая ее, обогащается щелочами (K и Na). Чем дольше минеральная вода циркулирует в изверженных породах, тем больше увеличивается количество ионов щелочей.

При рассмотрении анализов видим, что среди катионов подавляющая часть процентного весового количества (выше 40%²) из всех катионов (50%) падает на долю Na. Процентное же количество K по отношению к Na играет подчиненную роль, оно не превышает 3,5% ни в одном из анализов. Эти металлы в солевом составе анализов играют большую роль, образуя при поверхностных условиях с сильными кислотами—Cl, SO₄ и слабой кислотой HCO₃--более устойчивые соединения. Вследствие этого, мы в анализах отложений источников—травертинах обнаруживаем небольшое количество Na₂O и еще меньше K₂O. Na у минеральных источников иногда можно найти (в пустотах) в виде белого налета NaCl со свойственным ей вкусом.

Щелочные земли. В более высоких частях земной коры минеральная вода обогащается карбонатами и гидрокарбонатами. В предполагаемом солевом составе воды Ca и Mg представлены бикарбонатом кальция и бикарбонатом магния. Первый составляет довольно большой процент солевого состава. В противоположность ионам щелочных металлов он образует неустойчивые соединения; поэтому, при выходе минеральной воды на поверхность, соли кальция отлагаются в большом количестве. Больше 52% CaO находится в составе травертинов. Содержание магния в водах колеблется между 1 и 2%. Он редко превышает последнюю цифру. Некоторая зависимость обнаруживается между ионами щелочных земель. С уменьшением процентного количества первых, как правило, заметно увеличивается содержание последних.

Хлор. Кроме слабой кислоты HCO₃, в составе воды принимает также активное участие представитель группы сильных кислот—хлор. Процентное содержание его довольно значительное. Весь хлор в воде находится в растворенном виде. Свободного хлора обнаружено не было. В группах минеральных источников курорта Исти-су, Багырсахского участка и Котур-Исти-су процентное количество хлора в водах более или менее постоянное, в других же источниках (Н. Исти-су, Исти-су в Армении) содержание хлора сильно понижается. Изменение количества хлора не находится в зависимости от других составляющих воду элементов. Хлор, по всей вероятности, является ювенильным ингредиентом. Большее содержание его в источниках курорта Исти-су и Багырсахского участка, вероятно, обуславливается более сильным тектоническим нарушением в приконтактных участках гранодиоритовой интрузии. Это место является более слабым участком, куда могут устремиться струи, идущие от затухающего магматического тела.

Кремнекислота. Более постоянной составной частью минеральных вод всех групп источников является кремнекислота.

¹ По данным экспедиции Академии Наук СССР. 1934-35 г. г.

² В анализах вод, согласно принятым в последнее время обозначениям, анализы представлены: 100% катионы и 100% анионы.

При выщелачивании силикатовых пород кремнекислота переходит в раствор в виде метакремнекислоты, и соли ее могут отложиться в коллоидальной форме в виде гели раньше других солей, могущих выпасть из раствора. Повидимому, она отлагается в выводном канале на стенках трещины, не доходя до земной поверхности. Мои старания найти в шлифах из травертинов кварцевые зерна, обычно выпадающие при поверхностных условиях в виде низкотемпературной модификации кремнекислоты, не увенчались успехом.

Глинозем. Содержание глинозема в воде незначительное; поэтому он на химические свойства воды не влияет. Он так же, как и кремнекислота, находится в коллоидальном состоянии.

Железо. По отложившемуся вокруг выхода источников гидроокислу железа можно было бы полагать, что содержание железа в воде значительно, но анализы показывают совсем небольшое количество.

Сводная таблица анализов вод источников Исти-су и пересчет их по Rogers'у представлены в таблице 50 и на фиг. 25.

Генезис нисходящих пресных источников, циркулирующих в изверженных породах, главным образом в четвертичных лавах, не сложен. Эти воды имеют трещинный характер.

Пористость пород является одним из важных гидрогеологических факторов, фильтрационная способность которых зависит от размеров пор, характера расположения их и от общего объема, занимаемого ими; однако, о фильтрационной способности четвертичных лав говорить не приходится.

Эти поры совместно с трещинами придают андезитобазальтам хорошую влагоемкость и являются внутри лавового покрова сложными водными „резервуарами“, питающими прекрасные роднички и ручейки, выходящие из-под отдельных лавовых потоков и главным образом из-под самого нижнего потока. В последнем, в силу меньшей пористости его, исключительную роль играет вода, циркулирующая в трещинах, имеющих разное направление.

Из работ С. С. Кузнецова (24, 25, стр. 317), М. П. Казакова (18, стр. 287) и Б. М. Куплетского (26) нами заимствованы данные пористости, характеризующие влагоемкость андезитобазальтовых лав отдельных районов и потоков, которые, совместно с нашими данными пористости лав районов минеральных источников Исти-су, перечислены на проценты. Пористость даже внутри одного и того же потока не постоянна и увеличивается в верхних частях покрова, так что в некоторых местах значение пор может быть ничтожно.

Средняя пористость для андезитобазальтов В.-Тертерского района—5%, для всего лавового покрова—7—8%.

Данные пористости лав, вычисленные нами под микроскопом (5—8%), не совпадают с данными, полученными на основании экспериментальных работ С. С. Кузнецова (3,5%) и характеризующими возможную влагоемкость всего лавового поля. Различие это объясняется тем, что под микроскопом при подсчете приняты во внимание все замеченные поры, включая и замкнутые, а влагоемкость, определенная экспериментально погружением породы в дегазированную воду, соответствует пористости, имеющей реальное значение при циркуляции подземных вод.

Сводная таблица анализов вод минераль

№№ источников Описание источников и данные анализов	№№ источников				
	1	2	3	4	
Время взятия пробы воды	28/VIII-33 г.	12/VII-33	13/VII-33 г.	15/VII-33 г.	
Температура источников на месте	54°	54°,5	54°,5	54°,5	
Температура воздуха	17°	17°	17°	17°	
Дебит источников, литров в сутки	не посто	янен	72000 (33 г.)	72000 (33 г.)	
Удельный вес воды при t-ре в °С	1,0044—19°	—	1,0053—15°	1,0045—19°	
Плотный остаток при 180°С	4,540	—	4,925	4,950	
K'	0,2442	—	0,2173	0,2194	
Na'	1,5660	—	1,5400	1,6200	
Ca''	0,1548	—	0,1586	0,1565	
Mg''	0,0332	—	0,0312	0,0312	
Fe ₂ O ₃	0,0070	—	0,0040	0,0020	
Mn	следы	следы	следы	следы	
Cl	0,9980	0,9611	0,9924	0,9756	
Br'	0,00071	—	—	—	
I'	0,00019	—	—	—	
SO ₄ ''	0,6634	—	0,6156	0,6346	
HCO ₃	2,7540	2,5714	2,7060	2,7660	
CO ₃	—	—	—	—	
Растворимая CO ₂ (в лаб.)	—	—	0,0707	0,0849	
Растворимая CO ₂ на месте	0,1272	0,1619	0,1415	0,1851	
FeO—на месте	0,0036	0,0106	0,0108	0,0101	
SiO ₂	0,1110	—	0,1380	0,1250	
Эманац. Ra в ед. Махе в литре 1933 г.	0,16	—	—	0,15	
Постоян. радиоакт. (Ra в %) 1933 г.	5,6 · 10 ⁻¹²	—	—	6,8 · 10 ⁻¹²	
Эманац. Ra в ед. Махе в литре 1934 г.	—	0,24	0,45	—	
Постоян. радиоакт. (Ra в %) 1934 г.	6,69 · 10 ⁻¹²	—	6,37 · 10 ⁻¹²	—	
Характери- стика воды по Рау- меру	Первичная соленость	48,10	—	47,88	47,32
	Вторичная соленость	0	—	0	0
	Первичная щелочность	39,64	—	39,48	40,64
	Вторичная щелочность	12,26	—	12,64	12,04

ных источников Исти-су (Курдистан)

5	6	7	8	9	10	11
16/VII-33 г.	15/VIII-33 г.	—	21/VII-33 г.	—	—	—
50°	21°	45°,5	34°	50°	50°	41°
21°	21°,5	17°,5	21°	—	—	27°
43000 (33) (в 34 г. иссяк) 1,0044—20°	не зам.	17.000 (34 г.)	36.000 (34 г.)	30.000 (в 34 г. иссяк)	20.000 (33 г.) в 34 г. иссяк	5.000 (34)
1,0044—20°	1,0049—19°	—	1,0042—19°	—	—	—
4,980	5,4170	—	4,3970	—	—	—
0,2353	0,2225	—	0,2263	—	—	—
1,6610	1,8120	—	1,5960	—	—	—
0,1359	0,2158	—	0,1872	—	—	—
0,0312	0,0362	—	0,0328	—	—	—
0,0224	0,0056	—	следы	—	—	—
следы	следы	н. следы	н. след.	н. след.	следы	нет
0,9447	1,1080	0,9657	0,9849	0,9696	0,9642	0,9704
—	0,00008	—	0,00095	—	—	—
—	0,00013	—	0,00039	—	—	—
0,6329	0,6955	—	0,6284	—	—	—
2,6310	3,5380	2,5714	2,6260	2,5368	2,3821	2,5499
—	—	—	—	—	—	—
0,0413	0,1632	—	0,0789	—	—	—
0,1115	0,2080	0,2161	0,2567	0,1929	0,1573	0,2045
0,0044	0,0048	0,0063	0,0100	0,0055	0,0039	0,0107
0,1220	0,1420	—	0,1160	—	—	—
—	0,27	—	0,90	—	—	—
—	11,2 · 10 ⁻¹²	—	2,6 · 10 ⁻¹²	—	—	—
4,75	—	0,33	—	—	—	0,51
5,44 · 10 ⁻¹¹	—	—	5,54 · 10 ⁻¹²	—	—	—
48,00	44,12	—	48,74	—	—	—
0	0	—	0	—	—	—
41,26	41,84	—	37,48	—	—	—
10,74	14,04	—	13,78	—	—	—

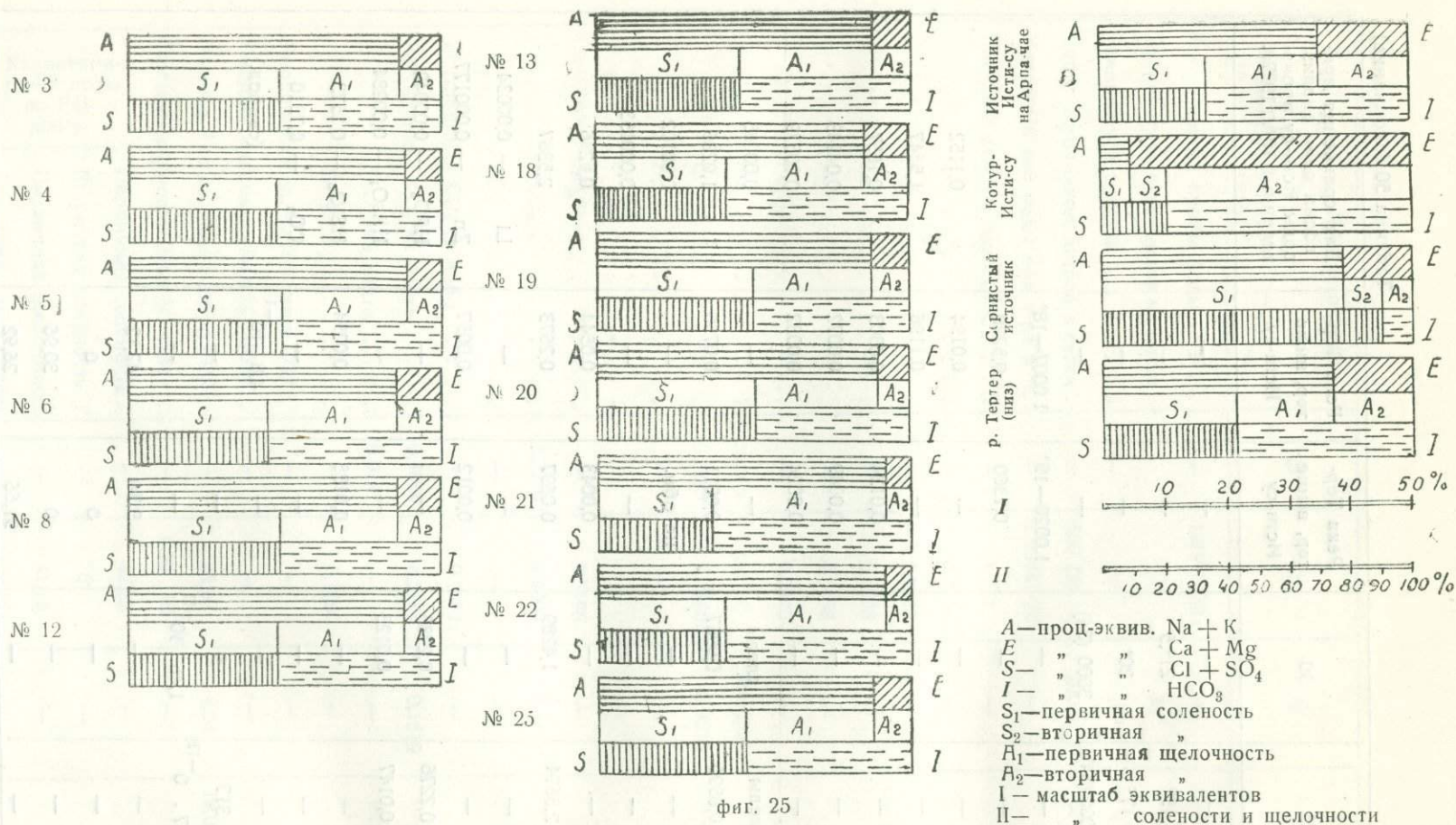
№№ источников Описание источников и данные анализов	№№ источников			
	12	13	14	16
Время взятия пробы воды	2/VIII-33 г.	22/VII-33 г.	29/VIII-33 г.	—
Температура источников на месте .	58°	48°	14°	47°
Температура воздуха	21°	20°	18°	18°
Дебит источников, литров в сутки .	13000 (33) 35000 (34)	20000 (33)	не зам.	46000 (34)
Удельный вес воды при t-ре в °C .	1,0043—15°	1,0443—19°	—	—
Плотный остаток при 180° C	4,990	4,630	—	—
K'	0,2254	0,2192	—	—
Na'	1,7100	1,5150	—	—
Ca''	0,1480	0,1451	—	—
Mg''	0,0308	0,0312	—	—
Fe ₂ O ₃	н. след.	0,0028	—	—
Mn	следы	н. следы	—	н. след.
Cl	0,9706	0,8467	—	0,9688
Br'	—	—	—	—
I'	—	—	—	—
SO ₄ ''	0,6732	0,7012	—	—
HCO ₃	2,6580	2,7370	—	2,5616
CO ₃	0,0547	—	—	—
Растворимая CO ₂ (в лаб.)	—	0,0884	—	—
Растворимая CO ₂ на месте	0,1212	0,1397	—	0,2466
FeO на месте	—	—	—	0,0099
SiO ₂	0,1110	0,1340	—	—
Эманац. Ra в ед. Махе в литре 1933 г.	0,74	—	16,45.10 ⁻¹²	—
Постоян. радиоакт. (Ra в %) 1933 г. .	10,9 . 10 ⁻¹²	—	0,2 . 10 ⁻¹²	—
Эманац. Ra в ед. Махе в литре 1934 г.	—	1,53	7,53	0,80
Постоян. радиоакт. (Ra в %) 1934 г. .	11,5 . 10 ⁻¹²	7,16 . 10 ⁻¹²	—	—
Характери- стика воды по Раг- мету	Первичная соленость .	47,76	46,22	—
	Вторичная соленость .	0	0	—
	Первичная щелочность	41,24	41,72	—
	Вторичная щелочность	11,00	12,06	—

Таблица 50 (продолжение)

18 верхний источник	18-а нижний источник	19	20	21	22
20/VIII-34 г.	—	12/VIII-33 г.	12/VIII-33 г	8/VIII-33 г.	8/VIII-33 г.
14°	17°	37°	28°	43°	41°
17°	17°	18°,5	17°	28°	20°
5500 (34)	600 (33и34г.)	15000 (34)	4000 (34)	50000 (33 г.)	25000 (33 г.)
—	1,0054—19°	1,0035—18°	1,0044—18°	1,0039—18°	1,0041—18°
—	4,7010	4,379	5,069	4,116	—
—	0,2303	0,2132	0,2733	—	—
—	1,6770	1,4030	1,5980	—	—
—	0,2030	0,1340	0,1040	0,0637	0,0660
—	0,0505	0,0350	0,0390	0,0298	0,0339
—	0,0076	0,0020	следы	0,0068	следы
следы	следы	следы	следы	следы	следы
0,9657	0,8865	1,0350	1,1020	0,2815	0,3720
—	0,00066	—	—	—	—
—	0,00038	—	—	—	—
—	0,6214	0,5260	0,6320	0,9360	0,9850
2,6550	3,1370	2,4310	2,5370	2,8200	2,6870
—	—	—	—	0,0340	0,0270
—	0,1509	0,0730	0,0110	не опр.	—
0,4566	0,2776	0,2234	0,2512	0,1952	0,3817
0,0170	0,0160	0,0112	0,0141	0,0062	0,0047
—	0,1270	0,1014	0,1200	0,1264	0,1300
—	774,3	—	—	—	—
—	6,1 . 10 ⁻¹²	—	—	—	—
718,2 . 728,8	155,6	1,18	12,5	4,8	2,8
3,72 . 10 ⁻¹¹	6,3 . 10 ⁻¹²	—	—	—	7,45 . 10 ⁻¹²
—	42,44	50,20	51,52	36,68	40,86
—	0	0	0	0	0
—	42,20	37,20	38,58	55,68	51,10
—	15,36	12,60	9,90	7,64	8,04

Таблица 50 (окончание)

№№ источников Описание источников и данные анализов	№№ источников				28	30	Река Тер- тер, выше Исти-су	Река Тер- тер, ниже Исти-су	Для сравнения при- водим один анализ воды Исти-су, произ- веденный 10/VI 1927г.	
	23	25	26	27						
Время взятия пробы воды	—	19/VIII-33 г.	—	—	—	—	—	—		
Температура источников на месте	—	22°	34°	17°,5	19°	21°,5	—	—		
Температура воздуха	—	20°	18°	17°	17°	20°	—	—		
Дебит источников, литров в сутки	—	600 (34 г.)	1000 (34)	6000 (34)	1000 (34)	3000 (34)	—	—		
Удельный вес воды при t-ре в °C	—	1.0044—20°	—	—	—	—	1.0020—19°	1.0007—18°		
Плотный остаток при 180° C	—	4,875	—	—	—	—	0,1360	0,5220		
K'	—	0,2344	—	—	—	—	—	0,0194	0,1152	
Na'	—	1,6350	—	—	—	—	—	0,1196	1,5847	
Ca''	—	0,1608	—	—	—	—	0,0134	0,0303	0,1657	
Mg''	—	0,0336	—	—	—	—	0,0049	0,0072	0,04243	
Fe ₂ O ₃	—	0,0070	—	—	—	—	0,0024	0,0032	0,00579	
Mn	следы	следы	следы	следы	следы	следы	—	—	0,00085	
Cl	0,2465	1,0340	0,9014	0,9657	0,8595	0,9967	0,0011	0,0756	1,0286	
Br'	—	—	—	—	—	—	не обн.	—	0,00102	
I'	—	—	—	—	—	—	—	—	0,000153	
SO ₄ ''	—	0,5196	—	—	—	—	0,0043	0,0544	0,6286	
HCO ₃	3,2914	2,8000	2,6477	2,4813	2,3674	1,4289	0,0697	0,2673	2,5387	
CO ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	Li — 0,00034	
Растворимая CO ₂ (в лаб.)	—	0,1887	—	—	—	—	0,0012	0,0057	Zn — 0,000177	
Растворимая CO ₂ на месте	0,3664	0,2665	0,1619	0,3613	0,2276	0,2785	—	—	HPO ₄ — 0,00042	
FeO—на месте	0,0141	—	—	0,0135	0,0147	0,0123	—	—	HAsO ₄ — 0,00284	
SiO ₂	—	0,1060	—	—	—	—	0,0188	0,0254	HSiO ₃ — 0,1573	
Эманац. Ra в ед. Махе в литре 1933 г.	—	—	—	—	—	—	—	—	CO ₂ — 0,7310	
Постоян. радиоакт. (Ra в %) 1933 г.	—	—	—	—	—	—	—	4,8 · 10 ⁻¹²	(свобод.)	
Эманац. Ra в ед. Махе в литре 1934 г.	—	26,20	4,54	19,00 · 19,68	317	5	—	—		
Постоян. радиоакт. (Ra в %) 1934 г.	—	4,58 · 10 ⁻¹²	—	—	3,57 · 10 ⁻¹¹	1,46 · 10 ⁻¹¹	—	—		
Характери- стика воды по Ра- меру	{	Первичная соленость	—	46,52	—	—	—	9,34	42,12	
		Вторичная соленость	—	0	—	—	—	0	0	
		Первичная щелочность	—	41,18	—	—	—	—	0	30,96
		Вторичная щелочность	—	12,30	—	—	—	—	91,66	26,92



фиг. 25

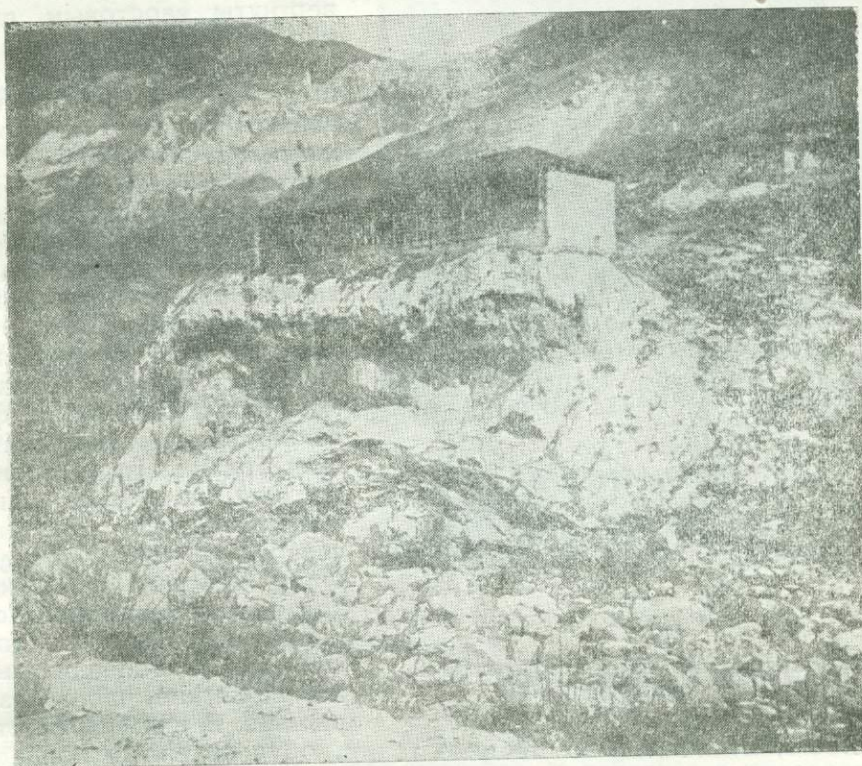
Графическое изображение анализов воды источников Исти-су по системе Rogers'a

ТРАВЕРТИНЫ

Довольно значительная площадь правого и частично левого склонов долины р. Тертер, в районах всех трех групп минеральных источников Исти-су, покрыта травертинами. Общая площадь, занимаемая ими, равна приблизительно 80000 м². Наибольшая мощность их достигает 35 м. Средняя мощность в разных участках травертинных полей колеблется в пределах 1,5—6,5 м.

Травертины в В. Исти-су, начиная с высоты 2240 м, с уровня источников верхней трещины разлома, до самой реки образуют крутой правый берег (в некоторых местах и левый) р. Тертер. Они в разных местах имеют разную мощность и покрывают неодинаковую площадь, встречаясь иногда и островками.

В северной части курорта на более древних и мощных травертинах расположены отдельные постройки курорта.



фиг. 26

Травертины под гостиницей (курорт Исти-су)

Эти отложения тонкими чешуйками налегают друг на друга и, благодаря наличию окислов железа, они окрашены в желто-бурые тона. Чешуйчатость этих отложений обусловлена их способностью быстро затвердевать. Они обладают весьма незначительной теплопроводностью. По строению и возрасту эти травертины можно разбить на две группы.

1. Более мощные, относительно древние травертины, совместно с ними и травертинные брекчии, занимают северную часть планшета курорта Исти-су вдоль р. Тертер (фиг. 26). Большие отложения их встречаются в районах Н. Исти-су и Багырсахского участка. Они ука-

зывают на обильные выделения минеральных частиц некогда существовавших здесь источников, а отсюда и на мощность их. Травертины этой группы более плотны и массивны. На некоторых участках, например у ист. № 6, они имеют волокнистое строение. Яркие красно-бурые тона, столь характерные для более молодых отложений, в описываемых травертинах отсутствуют, но слабая темнубуря



фиг. 27
Чешуйчатые травертины у источника № 12
(гейзера)

окраска остается. Отсутствие красно-бурой окраски объясняется миграционной способностью ионов железа. Взрывные работы и естественные разрезы показали, что чешуйчатость травертинов распространяется на большую глубину. Они подвергнуты карстовым процессам, благодаря которым образовались большие пещеры и многочисленные выемки (мощные травертины под гостинницей на курорте, в Н. Исти-су и т. д.). Отложения минеральных источников явились хорошим цементом для образования травертинных брекчий из делювия. Материалом для этих брекчий послужили главным образом метаморфизованная туфогенная толща и вулканическая брекчия. Травертинная брекчия последней занимает вытянутую полосу на севере планшета Исти-су.

2. Молодые и свежие травертины несколько отличны от только что описанных. Они более рыхлые, на вес легкие, часто пузыристые. В них сохраняется слоистость, отличимая по пестрым тонам, обусловленным последовательностью отложений минеральных солей (фиг. 27). В совершенно свежих образцах травертинов, отлагающихся у выходов источников, иногда можно наблюдать образования, напоминающие по своей форме мозг. Попадают иногда свежие образцы, в которых можно наблюдать сросшиеся мелкие шарики.

Характерным также для свежих травертинов является наличие „водорослей“, ближе не определенных, образующих на них темнозеленый налет. Большой частью водоросли обнаруживаются в более горячих водах. W. H. Weed (83, стр. 630—631), детально исследовавший растительность и микроорганизмы, живущие даже выше температуры 80° в горячих минеральных источниках Йеллоустонского национального парка (США), придает большое значение им при отложениях минеральных частиц вод.

В образцах травертина ист. № 16 наблюдаются микроорганизмы.

Выделяемый в виде отложений солевой состав минеральных источников обилен: оставленный мною в проточной минеральной воде ист. № 1 камень оброс с одной стороны в течение 1,5 суток около 0,7 см отложений.

Травертины, отложившиеся в трещинах, в выводных каналах имеют снежнобелый цвет. В данном случае отложения солей железа не происходит. Это связано с свободной углекислотой, присутствующей еще в воде. Если трещина широкая, 5—8 см, то половина ее по стенкам обрастает сплошными травертинами, а в остальной части, в силу выхода газа и воды, образуются трубообразные проходы. Углубив канаву у ист. № 1 на 2 метра, мы имели возможность исследовать выводной канал. Обнаружилось, что последний имеет наклон на запад под углом 45°; у обеих стенок он уплотнен тонкой снежнобелой коркой в 0,5—0,8 см, между слоями отложения проходят, вышеупомянутые трубообразные проходы. Эти выводные каналы стремятся закупориться.

Если интенсивность выхода газа и воды уменьшается, то оставшиеся трубообразные проходы окончательно закупориваются, и вода принуждена найти другой выход. Этим-то уплотнением и закупориванием выводного канала и объясняются такие частые перемены мест выходов минеральных источников. Вследствие этого летом 1934 г. перестали функционировать ист. №№ 5, 9 и 10, и вместо них, несколько выше ист. № 3 (каптажа), выбил сперва в виде фонтана со струей около 0,75 м высоты мощный источник, а затем он начал бурно истекать. Что касается перемещения всех источников с севера на юг, то это можно связать с теми или иными местными тектоническими изменениями или нарушениями, имевшими место в этих районах. На судьбу этих источников, возможно, оказали влияние и сейсмические явления.

Для выяснения этих весьма интересных в научном и практическом отношении явлений и для установления причин изменений режима минеральных источников, в связи с метеорологическими и климатическими условиями данного района, необходимы будут специальные продолжительные исследования, так как, например, в литературе приводятся факты, которые свидетельствуют о том, что дождливые годы иногда могут влиять на режим минеральных источников, даже через два года (таблица 51).

Чрезвычайно интересная картина получается при сравнении химических анализов травертинов разных углекисло-кальциевых минеральных источников мира, в которых разница в процентном количестве CaCO_3 почти во всех анализах колеблется в пределах от 2 до 3%. Из приведенных анализов травертинов Исти-су, произведенных Г. Эфендиевым, видно, что главной составной частью травертинов является CaCO_3 . По данным Steidtmann'a (84), наблюдается тесная зависимость между температурой источника, содержанием CaCO_3 и насыщенностью воды углекислым газом; гидрокарбонаты в данном составе играют незначительную роль. Как видно из таблицы химических анализов, содержание Fe_2O_3 и Na_2O в отложениях источников Исти-су больше, чем в травертинах или известковых туфах некоторых более или менее известных источников мира, в том числе и в отложениях Mamont Hot Springs (88), являющегося, как известно, обособленной группой среди источников Иеллоустонского национального парка, отлагающих кремнистые частицы.

Анализы травертинов

Компоненты	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII'	IX	X	XI
SiO ₂	0,90	0,80	0,08	0,26	0,06	0,01	0,15	—	0,6	0,30	0,12
Al ₂ O ₃	0,26	0,50	0,15	0,11	0,14	0,05	0,49	—	—	1,10	—
Fe ₂ O ₃	1,11	1,72		1,34	0,70	0,49	0,55	—	—	0,80 _a	0,08 _a
SO ₃	1,04	0,47	1,72	54,06	55,02	55,02	53,46	—	—	—	—
CaO	52,48	52,18	53,83	(94,97)	(96,02)	(96,02)	(95,36)	96,82	98,02	97,00	95,62
CaCO ₃	—	—	(0,90)	(0,60)	(0,06)	(0,07)	(0,42)	—	—	0,16 _в	3,066
MgO	0,42	0,47	0,02	0,26	0,20	0,12	0,13	—	—	—	—
NaCl	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na ₂ O	1,18	1,29	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cl	0,13	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	0,107 _в
K ₂ O	0,25	0,21	—	—	0,08	0,04	0,01	—	—	—	—
CO ₂	—	—	41,79	42,14	42,25	42,25	41,96	—	—	—	—
H ₂ O	1,33	1,11	1,43	1,19	1,06	1,61	2,44	1,30	—	—	—
C	—	—	0,21	нет	0,24	0,11	0,37	—	—	—	—
Потери при прокаливании	41,18	41,14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Др. составные части	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сумма	100,28	100,68	100,13	99,96	99,81	99,77	99,98	99,94	100,00	99,36	99,3
Аналитики	Г. Эфендиев		I. E. Whitfield				Berzelius	I. Laurens-Smith		David-Dale Owen	

а) Сульфат извести; б) карбонат магния; в) хлористый калий
 I. Курорт Исти-су, травертины из ист. № 3 (каптаж).
 II. " " под ист. № 16, бледножелтая разность.
 III—VII. Yellowstone National Park (USA)
 VIII. Carlsbad (Sprudelstein)
 IX—X. Травертины из Hierapolis и Kükürteü (Малая Азия)
 XI. Туф из Арканзасских горячих источников.

РАДИОАКТИВНОСТЬ

Геохимическая природа минеральных источников, не касаясь их большей или меньшей радиоактивности, имеет корни в той геологической обстановке, в которой могла появиться насыщенность эманациями радия. Изучение одних химических и физических свойств минеральных вод не дает достаточно данных для выяснения генезиса радиоактивных вод.

Результаты, полученные из непосредственных замеров радиоактивности, не достаточны для более или менее точного определения сложного генезиса радиоактивности минеральных вод и для того, чтобы связать его с той или иной группой радиоактивных элементов, которых насчитывают в настоящее время до 43. Многие исследователи генезис радиоактивных вод связывают с кислыми изверженными породами, главным образом, гранитами и дериватами их. Являются ли эти породы непосредственными носителями радиоактивности, или последняя является результатом эманирования солей радия, отложившихся в трещинах этих пород, или же радиоактивность обусловлена наличием урановых и других обладающих радиоактивными свойствами элементов точно выяснить не удается.

Радиоактивность в водах, помимо чисто бальнеологической ценности, представляет также большой научный интерес. Для минеральных вод, видимо, более характерной является активность радиевого ряда, находящегося как в газообразном состоянии (эманации радия), так и растворенным в воде (постоянная радиоактивность). Для практических целей последняя пока не имеет большой ценности, но громадный интерес представляют эманации радия.

Природные воды почти все радиоактивны и, как показали В. И. Вернадский (8) и С. Genseg (63), их следует главным образом исследовать на Ra и Rn, а также на уран, природные соединения которого легко растворяются в водах. Нахождение почти во всех минеральных источниках продуктов распада уранового ряда — радона или радия — В. И. Вернадский объясняет следующим образом: „Это может быть прежде всего проявлением самостоятельной миграции радия и радона, которая идет по своим законам, от урана независимым... Радон следует миграции газов, радий миграции вод“. Торий же является пирогенетическим элементом, поэтому в минеральных водах никогда не встречается (8).

Полученные интересные результаты измерений радиоактивности вод и травертинов Исти-су и выяснение зависимости активности их от той или иной породы позволяют считать гранодиоритовую интрузию, развитую в верховьях р. Тертер, производителем радиоактивности. Это ясно видно из того, что минеральные воды, вытекающие из тела гранодиорита в районе Багырсахской группы, показывают наибольшее содержание эманации радия; в термальных же водах, расположенных на территории курорта Исти-су, Н. Исти-су и др., где интрузия отсутствует, наблюдаются незначительные колебания как в содержании эманации радия, так и в постоянной радиоактивности, что находится в связи с породами, в которых циркулирует минеральная вода. В содержании постоянной радиоактивности в источниках определенной закономерности не наблюдается, поэтому она не может служить основой для группировки наших минеральных вод. Как видно из нижеприведенных таблиц радиоактивности вод, существует некоторая зависимость между температурой и количеством эманации радия: теплые и холодные источники (№№ 18, 14, 6, 8) сравнительно более радиоактивны, чем горячие (№№ 1, 4, 14 и др.). Подобная же картина существует в минеральных источниках Иел-

лоустонского национального парка (64, стр. 150) и в хорошо известных европейских источниках. Это объясняется тем, что эманации радия, повидимому, имеют способность растворяться, как обычные газы, в холодной воде лучше, чем в горячей. В этом отношении большой интерес представляет ист. № 14, расположенный на левом берегу р. Тертер, на территории курорта. Температура его колеблется между 13 и 14°C. В отличие от соседних источников он содержит наибольшее количество эманации радия. Замеры, произведенные при 14°C (18/VIII 1933 г.), обнаружили в 1 л 11 единиц Махе, а при 13°C (20 VIII 1933 г.) 16^{1/2} единиц Махе.

Радиоактивность вод, связана с более глубокими частями земной коры. Эманации радия поднимаются по трещинам разлома. В некоторых трещинах, повидимому, количество эманации радия, насыщающее газовые струи, изменяется. В этом отношении показательными являются результаты замеров радиоактивности ист. № 18 в 1933 и 1934 г.г. Замеры, произведенные 19/VIII 1933 г., показали 774,3 единицы Махе в 1 л; недалеко от этого источника (на расстоянии 3 м) в 1934 году была произведена расчистка до коренных гранодиоритов, где насыщенность эманациями радия у вытекающей здесь воды оказалась 718,2 единицы Махе (в августе), а повторное определение (в сентябре) дало 726,8 единицы Махе. Радиоактивность же старого ист. № 18 после расчистки пала до 156,6 единицы Махе (см. таблицу 50).

Минеральные источники Исти-су можно разделить на 2 группы (см. сводную таблицу на стр. 374): 1) источники с наибольшим содержанием эманации радия и 2) источники с небольшим количеством эманации радия. К первой относится Бахырсахская группа источников с содержанием эманации радия порядка 774 единицы Махе в одном литре, обнаруженные впервые в минеральных водах СССР. Растворимость радиоактивных элементов в воде зависит от большего содержания СО₂, и меньшего сульфатных ионов. Пока вода насыщена СО₂ и находится в трещинах и в глубинных условиях, отложение солей радия незначительное.

Так как количество сульфатных ионов во всех рассматриваемых источниках достаточное (более 0,6 г на 1 кг воды), то должно произойти выпадение солей радия и аккумуляция их в травертинах и в выводном канале, т. е. по пути минеральных вод. Действительно, в травертинах мы находим повышенное количество солей радия, несмотря на незначительное содержание их в источниках, а в некоторых из источников постоянная радиоактивность находится в пределах чувствительности аппарата.

Чрезвычайно интересными оказались исследования этих травертинов на радиоактивность. В пробах собранных нами летом 1933 г., была обнаружена высокая радиоактивность (2 · 10⁻⁸%). АзФАН (Азерб. филиал Академии Наук СССР) в 1934 г. поставил опробованием более детальное и специальное изучение травертинов. Систематически был собран довольно интересный материал. При сборе материала мы руководствовались данными замеров радиоактивности на месте. Полученные результаты сведены в таблицу 52. По содержанию радия травертины можно разделить на три группы: 1) более древние, светложелтые, кристаллические, следовательно, и более плотные; 2) несколько окрашенные окислами железа и менее плотные и, наконец, 3) „мокрые“, свежие, окрашенные в буро-коричневатые цвета и довольно рыхлые.

Наиболее распространенными и вместе с тем наиболее бедными по содержанию радия являются травертины первой группы—порядка

Радий в отложениях (травертинах) источников Исти-су в Курдистане
(по данным Г. Эфендиева)

Пробы	Наименование проб, место взятия и краткая характеристика	Время накопления	Количество Ra в %
1	В. Исти-су; дорожка к ванному зданию под ист. №№ 1, 2, 3	2 д. 10 ч. 50	$6,90 \cdot 10^{-9}$
2	В. Исти-су; ист. № 3, совсем свежие травертины с водорослями	3 д. 20 ч. 45	$1,05 \cdot 10^{-8}$
3	В. Исти-су; чешуйчатые травертины, выше ист. № 5, свежие	3 д. 20 ч. 45	$6,18 \cdot 10^{-9}$
4	В. Исти-су; ист. № 7; рыхлые травертины	4 д. 19 ч. 25	$8,45 \cdot 10^{-9}$
5	Багырсах; свежие травертины на правом склоне р. Тертер	4 д. 17 ч. 50	$1,25 \cdot 10^{-8}$
6	В. Исти-су; сухие травертины из котлована здания выше гостиницы (недостроенной)	3 д. 21 ч. 55	$4,63 \cdot 10^{-11}$
7	Багырсах; свежие („мокрые“) травертины ист. № 18, ныне отлагаются	5 д. 17 ч.	$2,93 \cdot 10^{-8}$
8	В. Исти-су; травертины левого берега, пористые, сырые, отлагаются также и ныне	5 д. 22 ч. 40	$3,20 \cdot 10^{-9}$
9	В. Исти-су; ист. № 16, рыхлые, свежие травертины, зеленые и желтые	3 д. 22 ч. 45	$5,73 \cdot 10^{-9}$
10	Багырсах; ниже сел. Багырсах с левого берега р. Тертер, плотные, скорлуповатые, сырые от минеральной воды	4 д. 19 ч. 40	$4,06 \cdot 10^{-10}$
11	В. Исти-су; цемент брекчии (выходы брекчиевых скал под белым домиком), крайний северный выход травертинов	4 д. 14 ч. 10	$6,39 \cdot 10^{-10}$
12	В. Исти-су; сухие травертины из скал под гостиницей (сгоревшей)	3 д. 20 ч. 35	$3,38 \cdot 10^{-11}$
13	Багырсах; ист. № 18; рыхлые, сырые травертины, бурого и зеленого цвета	2 д. 20 ч. 05	$7,08 \cdot 10^{-9}$
14	Багырсах, правый берег, ближе к ист. № 13, травертины древние, кристаллические, сухие	3 д. 20 ч. 20	$2,01 \cdot 10^{-10}$
15	В. Исти-су; из высокой жилы травертин под ист. № 6 с лучистой структурой	5 д. 20 ч. 25	$4,38 \cdot 10^{-12}$
16	Багырсах; сырые рыхлые травертины на левом берегу р. Тертер, ниже ист. № 19	6 д. 4 ч. 15	$1,94 \cdot 10^{-8}$
17	В. Исти-су; борозда № 4; над „Шейтан-Керпю“ на дороге, правый склон, выше ист. № 12	4 д. 21 ч. 55	$5,89 \cdot 10^{-10}$
18	Багырсах; выше ист. № 18, белые сухие травертины	6 д. 17 ч. 45	$3,89 \cdot 10^{-9}$
19	Багырсах; мелкая травертинная брекчия вблизи ист. № 18 с левой стороны; сухие травертины	7 д. 20 ч. 30	$3,82 \cdot 10^{-9}$
20	Высокая травертинная скала у слияния рек Багырсах и Тертер, крупно- и мелкокристаллическая	4 д. 23 ч.	$6,54 \cdot 10^{-11}$
21	Багырсах; ист. № 26, чешуйчатые травертины, сырые от минеральной воды	6 д. 18 ч. 35	$5,43 \cdot 10^{-9}$
22	В. Исти-су; свежее-отломившиеся травертины (желто-коричневые)	5 д. 16 ч. 50	$1,38 \cdot 10^{-8}$
23	В. Исти-су; сухие травертины из скал под гостиницей	8 д. 22 ч.	$1,36 \cdot 10^{-10}$
24	Н. Исти-су; рыхлые, сыроватые на левом берегу р. Тертер	5 д. 20 ч.	$1,12 \cdot 10^{-10}$
25	Н. Исти-су; чешуйчатые травертины, сухие, выше ист. № 21	3 д. 20 ч. 05	$1,43 \cdot 10^{-9}$
26	Н. Исти-су; рыхлые, мокрые травертины из грифона ист. № 22	3 д. 20 ч. 50	$1,04 \cdot 10^{-8}$
27	В. Исти-су; под ист. № 10, против завода	2 д. 2 ч. 45	$1,15 \cdot 10^{-8}$

$n \cdot 10^{-11}$ до $n \cdot 10^{-10}$ % Ra. Содержание Ra в травертинах этой группы приближается к количеству Ra в породах, приведенных в работах I. Joly, а также почти совпадает с количеством Ra в гранодиорите нашего района. Для этого гранодиорита получено $4,82 \times 10^{-12}$ Ra на 1 г породы ($4,82 \times 10^{-10}$ %). Для гранитов I. Joly приводит следующие цифры, показывающие количество Ra: 1) граниты—Rodesia $4,78 \times 10^{-12}$ и 2) граниты Cornwall'я— $4,67 \times 10^{-12}$ и т. д.

Бедность древних травертинов радием можно объяснить лишь миграционной способностью Ra, так как время, прошедшее после отложения травертинов, недостаточно для того, чтобы мог произойти распад Ra в такой степени.

Незначительное содержание ставит уже под сомнение промышленное значение этой группы травертинов Исти-су.

Сравнительно менее распространены травертины 2-й группы, содержание Ra в которых колеблется около 10^{-9} %. Наиболее богаты Ra травертины третьей группы (порядка 10^{-8} %), отложившиеся у ныне функционирующих источников, но, к сожалению, запас их небольшой.

Цифры, показывающие количество травертинов и запасы радия в них, сведены в таблице 53.

В. Т. Малышек и Г. Эфендиев дают следующую характеристику для этих травертинов: образец травертина взятого у ист. № 16, дал содержание радия $1,9 \cdot 10^{-8}$ %, причем весь радий почти нацело был переведен в раствор путем растворения навески в соляной кислоте.

Образец представлял собою рыхлую массу желтоватого цвета с прослойкой твердого образования, окрашенного в коричневый цвет окислами железа.

Отдельные исследования этого образца показали, что желтая рыхлая часть дает содержание радия $1,62 \cdot 10^{-8}$ %, окрашенная же в коричневый цвет $1,84 \cdot 10^{-8}$ %, причем как в первом, так и во втором случае количество нерастворимого остатка (в соляной кислоте) составляло от 1,5 до 2 %.

Анализ того же образца методом сплавления и перевода в раствор всего количества радия дал $2,09 \cdot 10^{-8}$ % радия. Анализ травертина подобной же окраски (желтоватой) ист. № 3, у ванного здания, дал $1,88 \cdot 10^{-8}$ %. Другие пять исследованных образцов, по внешнему виду отличающихся от вышеописанных, дали более низкие цифры для радия. Так образец ист. № 7 белого цвета, слегка окрашенный, дал $1,65 \cdot 10^{-9}$ % Ra, образец ист. № 7 белого цвета с примесью мелкой гальки— $1,57 \cdot 10^{-9}$ %, цементированная углекислым кальцием брекчия— $1,27 \cdot 10^{-9}$ %, и 2 мраморовидных образца— $1,08 \cdot 10^{-11}$ %.

Наряду с определением постоянной радиоактивности вод источников проводилось определение растворимой эманации радия, которая могла быть определена только на месте. Методика работы сводилась к следующему. В барабате отбиралось погружением определенное количество воды; краны закрывались; проба доставлялась

Таблица 53

	ΣS	ΣV	ΣQ	ΣP
Верхние Исти-су . .	22300	55117	110354	1,355
Нижние Исти-су . .	—	6.720	13440	0,144
Багырсах .	9326	20000	30560	0,154
	—	81837	154354	1,633

S—поверхность поля в м²; *V*—объем залежи в м³; *Q*—запас травертинов в т; *P*—запас радия в г.

26. Куплетский, Б. М.—Геолого-петрографический очерк восточной части Ахманганского вулканического плато. „Басс. озера Севан (Гокча)“, т. I, 1929.
27. Лангваген, Я. В.—Отчет по командировке в Исти-су и Дарры-даг. 1933. Рукопись в АЗФАН.
28. Лебедев, П. И.—Аллагез, потухший вулкан Армянского нагорья. Изд. Академии Наук СССР, 1931.
29. Левинсон-Лессинг, Ф. Ю.—О „пределах и подразделениях семейства андезитов“. Изв. геол. ком., XI, III, 1924.
30. Левинсон-Лессинг, Ф. Ю.—Армянское вулканическое нагорье. (Журнал „Природа“, № 5, 1928). „Бассейн озера Севан (Гокча) т. I, 1929.
31. Левинсон-Лессинг, Ф. Ю.—Петрография, 1933.
33. Левинсон-Лессинг, Ф. Ю.—О разграничении базальтов и андезитов. Изд. геолог. ком., т. XIV, № 4, 1925.
34. Левинсон-Лессинг, Ф. Ю.—Вулканы и лавы Центр. Кавказа. Изв. СПб. Полит. инст., XX, 1913.
35. Лодочников, В. Н.—Микроскопическое исследование пород из района между Дарры-дагом и западным Карабахским хребтом. Изд. геолог. ком., 1925.
36. Лодочников, В. Н.—Микроскопическое исследование пород Северной Персии. Изв. геолог. ком., т. XV, № 8, 1926.
37. Лучицкий, В. И.—Рапакиви Киевской губ. и породы его сопровождающие. Изв. Варшав. Полит. инст., вып. I, 1912.
38. Малышек, В. Т. и Эфендиев, Г.—Минеральные источники и травертины Исти-су и их радиоактивность. (Рукопись в АЗФАН).
39. Марков, Е. С.—Озеро Гокча, географическое описание озера. Издан. Главн. Управ. „Земля и Землеустройство“, в 1911.
40. Меллер, В. и Денисов, М.—Полезные ископаемые и минер. воды Кавказского края. СПб. Изд. горн. департ.
41. Методы исследования и опробования жидких полезных ископаемых. Георазведиздат. 1937.
42. Оленов—Курорты Азербайджана, Баку.
43. Паффенгольц, К. Н.—Краткий геолог. очерк басс. р. Тертер. Рукопись в АЗгеолбюро.
44. Паффенгольц, К. Н.—Стратиграфия четвертичных лав Восточной Армении. Зап. Росс. Мин. Общ. 2 серии, ч. LX, в. 1931.
45. Паффенгольц, К. Н.—Основные черты геологического строения и тектоники Ганджинского района АССР. Изв. геол. ком., XVIII, № 3, 1924.
46. Преображенский, И. А.—Петрография Азербайджана. Издан. Акад. Наук СССР, 1934.
47. Ренгартен, В. П.—История долины Ассы на Сев. Кавказе. Изв. ГРГО, VII, в. 2, 1925.
48. Славянов, Н. Н.—Эквивалентная форма выражения анализов воды и ее применение. Матер. по общ. и прикл. геолог., вып. 97, 1929.
49. Сафаралибеков, М. Г.—О влиянии минеральной воды Исти-су при холецистопадиях. (Труды II Всесоюзного съезда патологов).
50. Соколов, С. Н.—Курорты Исти-су (выводы экспедиции). Рукопись в АЗФАН.
51. Турцев, А. А.—Геологический очерк восточных цепей Памбакского хребта. „Басс. озера Севан“ (Гокча), т. I, 1929.
53. Молева, В. А. и др.—Минеральные источники Юго-Осетии. Изд. АН СССР, Труды СОПС, вып. 9, III, 1933.
54. Эфендиев, М. Э.—Действие Исти-су на двигательную функцию кишечника.
55. Эфендиев, М. Э.—Библиографический справочник по климато-бальнеографии Азербайджана. „Азернешр“, 1932.
56. Эфендиев Гейдар—Минеральные воды Исти-су. Труды Азербайджанского Филиала Академии Наук СССР, вып. XXVI, 1936.
57. Abich, H.—Geologische Beobachtungen auf Reisen in den Gebirgsländern zwischen Kur und Arax. Tiflis, 1867.
58. Abich, H.—Ueber die geologische Natur des armenischen Hochlandes. Dorpat, 1843.
59. Becke, F.—Tsch. Min. Petr. Mitt, III.
60. Blanck, E. und Alten, F.—Ein Beitrag zur Erscheinung des Sonnenbrenners im Basalt. Chemie der Erde. Zeit. d. Chem., Miner., Petr., Geol. und Bodenkunde, Band II, H. 1, Jena, 1925.
61. Brammal, A.—Sintesis and Differentiation. Geological Magazine, vol. LXX, № 825, 1933.
62. Valentin, I.—Bericht über meine Reise nach Tiflis und in Karabach. Ber. Senkenberg. Naturw. Ges. 1891.
63. Genser C. J.—Ueber die Entstehung und die Natur radioaktiver Quellen. Geol. Rund., Zeit. f. Allg. Geol., B. XXIII, H. 3/4, 1932.

64. Day, A. L. and Allen, E. G.—The volcanic activity and hot springs of Lassen Peak. Washington, 1925.
65. Dannenberg, A.—Beiträge zur Petrographie der Kaukasusländer. Tsherm. Min.-Petr. Mitt. XXIII, 1904.
66. Hirschwald I.—Die Prüfung der natürl. Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit. Berlin, 1908.
67. Hirschwald, I. und Brix, I.—Untersuchung an Kleinschlagdecken usw. Bautechnische Gesteinsunters., IV, Berlin, 1918.
68. Hummel—Beziehungen der Mineralquellen Deutschlands zum jungen Vulkanismus. Zeit. f. pr. Geol., 38 Jahrg. H. 2, 1930.
69. Hibsich, I. E.—Ueber den Sonnenbrand der Gesteine. Zeit. f. prakt. Geologie, 28 Jahrg. H. 5, 1920.
70. Finch, R. H.—Burnt Lava Flow Northern California. Zeit. für Vulkanologie. B. XV, H. 3, 1933.
71. Lagorio—Andesite des Kaukasus. Dorpat, 1878.
72. Leppla, A.—Ueber den sogenannten Sonnenbrand der Basalte. Zeit. f. prakt. Geologie, 1901.
73. Linck G.—Ueber den spontanen Zerfall eines Melaphyrs, Steinbruch und Sangrube, 21, 1922.
74. Marrey, G. W. and Earl Ingerson.—The pneumatolytic and hydrothermal Alteration and Syntesis of Silicates. Economic geology, v. XXXII, № 5, 1937.
75. Schott, G. und Linck, G.—Ueber die Hydratation natürlicher und künstlicher Gläser. Kolloid. Zeit. 34, 1924
76. Oswald, F.—Zur tektonischen Entwicklungsgeschichte des armenischen Hochlands (Dr. A. Petermans Mitt. aus Justus Perthes. Geographischer Anstalt) 56-jahrg. 1—Halbband, 1910.
77. Plemister, T. S.—The role of water in basaltic magma. Min. und Petr. Mitt., B. 45, H. 1, Leipzig, 1934.
78. Palmer, C.—The geochemical interpretation of water analyses. U. S. Geol. Survey Bull. 479, Wash, 1911.
79. Raub, J.—Künstliche und natürliche Springquellen. Zeit. f. pr. Geol., 44, Jahrg., H. 2, Febr., 1934.
80. Rodgers, G. Sh.—Chemical relations of the oilfields waters in San Joaquin Valley, California. USA Bull., 653, Wash., 1917.
81. Schottler, W.—Einiges über den Sonnenbrand der Basalte. „Der Steinbruch“, VI, Berlin, 1911.
82. Schwankte, A.—Differenzierungserscheinungen an hessischen Basalten. Neues Jahrb., XLVIII, Stuttgart, 1928.
83. Siromiatnikow, F. V.—The Problem of the Transfer of silica by water vapors. Econ. Geol. Vol., XXX, № 1, 1935.
84. Steidtmann, E.—Travertine Depositing waters wear Lexington, Virginia. The Journal of Geology, Vol. XLIV, № 2, p. 194, 1936.
85. Tannhäuser, F.—„Der Steinbruch“, Heft 25/26, 1915.
86. Thost, C. K.—Mikroskopische Studien an Gesteinen des Karabach Gaus, Abhand. B. XVIII, Frankfurt, 1895.
87. Weed, W. H.—Formation of Travertine and silicious sinter by the vegation of hot springs. Ninth Ann. Petr. U. S. Survey, 1889.
88. Joly, I.—Radioactivity and Geology, London, 1909.

Kyrdystanda istisu mineral vulaqlarы rajonunun geoloji-petroqrafik ocerqi və onların geokimjəvi xaraqteristiqaşы

REZUME

1933 ilə qədər İstisujun öjrənilməsi jalnız tədqiqatçыların ayrı-ayrı siyahətlərindən ibarət olmuşdur. Bu kimi siyahətlərin nətiçəsi, balaşa hesabət şəklində və ja geoloji-balneoloji ədəvijjatda qejd olunurdu.

Həmən əsərdə İstisu mineral vulaqlarыna aid olan ədəvijjat siyahы qejd olunmuşdur. Mineral vulaqlarынын rajonu Qarabaq jastы daqlarынын şimal-qərb hissəsində və Gəjçə silsiləsinin şərqində jərləşmişdir. 1932—33 illər mə'lumatыna gərə İstisu qurortunun jeri $32,57^{\circ}$ şimal eni $45,57^{\circ}$ şərq uzunluğundadır, dəniz səthindən hyndyrlıjы 2225 m-dir.

İstisu mineral vulaqlarы Baqırsaq sahəsi və Aşaqr İstisujun rajonunu təşkil edən sıxurlar qompleqsinə oliqotsen və oliqotsenə qədər vulqan sıxurlarы daxildir. Onlar metamorfizləşmiş tufogen qatыndan, qranodioritlərdən, andezitobazaltlardan (3-çy dövre aid), biotitli və hornblendli traxi-datsitlərdən, diabazdan, havbro-diabazdan, liparitdən, tuflardan, tufvreqciyalardan və başqalarыndan ibarətdir. Bunlardan başqa dördynçy dövryn vulqanik lavalarы geniş inkişaf etmişdir. Səkynty sıxurlardan jalnız əhəngdaşlarы rast gəilir.

Rajonun stratiqrafijaşы aşağıdakı kimidir: tədqiq olunmuş rajonda ən qədim sıxurlar əhəngdaşlarыdır, sonra metamorfizləşmiş tufogen qatы gəilir. Bu qatыn qranodiorit intruzijaşы ilə qontaqtыnda sqarn əmələ gəlməsi tufogen qatы ilə piroqontaqta olan həmin intruzijaşынын jaşы tufogen qatынын jaşыndan çavan olduqunu gəstərir. Q. N. Paffenholts bu intruzijaşa orta-oliqotsendən sonra jaşыны verir.

Vulqanik qompleqsdən ən çavanь dördynçy dövryn lavalarыdır. Hazırkы səkyntylərə travertinlər aiddir. Bu sıxurlarынын qıssa petroqrafik xaraqteristiqaşы belədir:

a) — Tufogen qatы wərk əzilmişdir. Sıxur afanit quruluşlu olub, сох sıx felzit əsas kytləsinə malikdir, bundan başqa tək-tək plagiqlaz və başqa piroqlastik materialынын qırgыntылары dəxi rast gəilir.

b) — Qranodiorit az miqdarda, tynd rəngli qomponentlərə malikdir və intruzija kytləsinin periferija hissəsi kənar fasija-lejçoqrat nəvyndən təşkilidir. Struqturasы gipidiomorf dənəvərdir. Sıxurun mineralozi tərkibi plagiqlaz, qalıumlu feldşpat, qvars, biotit, maqnetit, apatit-tsirqondan təşkilidir. Virtual tərkibində qvarsынын miqdary 21,35% -dir.

c) — Qavbro-diabaz metamorfizləşmiş tufogen qatыna intruzija etmişdir. Miqrosqopik çəhətdən xırda dənəli acыq-jaşыл rəngində sıxurdan ibarət olub icərisində plagiqlaz prizmalarынын ayrı-ayrı var. Sıxur miqrosqop altыnda plagiqlazdan (lavradordan), piroqsəndən, xloritdən (delessitdən), maqnetitdən və qvarsынын ayrı-ayrı dənələrindən təşkilidir.

d) — Tədqiq etdijimiz rajonun şərq hissəsinin bəyik sahəsi andezit-bazaltlardan (3-ncü dövrə aid) təşkil edir. Syxur gyalopilit struktura malikdir. O iki növ syxurdan ibarətdir:

Birinci də plagiqlaz lavrador sığasyna (52% An), ikinci də isə daha əsasən (62% An) aiddir.

Bu qat aqolomerat təqsturası olan iki tufvreqciya və tufqonqolomerat ara qatları ilə ləjləşir.

e) — Rajonun qərbi hissəsində jəlnəz dördüncü dövrə aid olan andezit-bazaltlar inkişaf etmişdir (4-çü dövr ertəyji). Andezit-bazaltlar vəş lava ertəklərindən ibarətdirlər. Tədqiqat aradərqiyməz rajonda lava ertəklərinin ləjlanmasından əsənə olmağaraq kimja mineralozi tərkib əsasən də vəş tipli andezit-bazalt syxurları əjrlməşdir.

z) — Biotit və hornblendli datsitlər, damara vənzər kytlələrdən ibarət olub 3-çü dövrün andezit-bazalt massivinə soxulmuşdurlar.

Istisu mineral vulaqları rajonunun syxurları şxematik olaraq aşağıdakı kimi göstərmək olar:

	Hişavissal	effuziv	metamorfizləmiş	cəkynty
3-çü dövr	qəbbro-diabaz	andezit-bazalt, vulqan vreqciyası, tufvreqciya və tufqonqolomerat.	metamorfizləmiş tufogen qat.	əhəngdəş.
	qranitoidlər (qranodiorit)	liparit, biotitli və hornblendli traxidatsitlər, traxi-liparit və qvarslanmış traxi-liparitli tuf		
4-çü dövr		andezit-bazalt ertəyji		Terrasa cəkyntyləri və travertinlər

Təxminən 3 çü dövr cəkyntyləri syxurları hamısı bir sox NO istiqamətli dəjqlərlə (liparit-datsit, liparit və i. a.) kəsilirlər ki, bu dəjqlərin də qətijən hec bir qontaqt tə'siri joxdur. Juxarıda qəjd olunmuş syxurlar miqrosqopik mə'lumatdan vəşqə həmçinin kimjəvi analizlərlə xaraqterizə edilir.

Bu analizlər virtual tərkibə və həmçinin modal tərkibə (miqdari-mineralozi tərkib) hesablanmışdır.

Syxurları kimjəvi xaraqteristiğası

Rajonumuzda qəjnəz dövrünə aid olan vulqan syxurları kimjəvi xaraqteristiğası yşun aşağıdakı variatsion diaqramma qəjd olub (46-çü səhifəyə vax). Maqmatıyn ümumi tərkibi əsasdır. Juxarıda qəjd olunmuş syxurları turşuluq qoeffisijenti artıq deşil. Bytyn analizlərdə K_2O və Na_2O cəki prosentləri fərqi olduqca azdır, lakin, Na_2O daima variasiya edir. Na_2O -nun K_2O -dan artıq olması Azərbaşjan syxurları yşun xaraqterikdir. A. Brammal yzrə normal əsas və keciçi tipli syxurlar, ümumijətlə K-dən artıq Na-nin molequlaları ma-likdir. Istisu rajonu syxurları yşun orta tərkib və orta maqmatik formula hesablanmışdır ki, burada da $Na_2O : K_2O = 2,3$ -dür. SiO_2 -nin və bir necə vəşqə oqsidlərin (CaO , Na_2O) prosentləri miqdarı yzrə Istisu syxurları orta tərkibi I. A. Preobrazensqi tərəfindən hesablanmış Azərbaşjan syxurları orta tərkibinə jəxəndir. Hətta əsas sy-

xurlarda qələvilərin, xüsusən K_2O çox olması, bizim suxurların qonşu Ermənistan petroqrafik provinsiyasına aid etməyə imkan verir. Variasion diaqrammasında əsas suxurlardan turş suxurlara keçərkən $Fe_2O_3 + FeO$, CaO və Na_2O , K_2O arasındakı antoqonizm müşahidə edilir. Birinci iki oqsidlərin əjri xəttləri əsasdan turşa keçdikdə təxminən paralel olaraq enir. K_2O və Na_2O və variasiya əjri xətti turşular ortadan əsas keçdikdə suxurların fərqi təxminən dyzxətli qalır; K_2O əjri xəttindən uzaqlaşma yalnız iki nöqtədə müşahidə olunur, bunlarda əsas tipə aid diavaz (0,28% K_2O) və andezit-bazalt (ücünçü dövr) (0,46% K_2O)-dir.

Suxurların geoloji, petroqrafik və kimya əjrənişləri əsasən aşağıdakı nəticəni süzərləyir:

Tədqiqat olunmuş rayon vulqan suxurlarına əsasən iki qrupa ayrılmaq olar: əsas maqmadan əmələ gələn və derivatları ilə birlikdə qranodiorit intruziyası. Rayonun petroqrafik quruluşuna baxdıqda dəryük ki, suxurların bir hissəsi aralıq tipə aiddir (andezit-bazaltlar, traxidatsitlər çox əsaslıqda jənələn traxi-liparitlər və başqaları). Bu şərait differensiasiya proseslərinin qurtarmasını göstərə bilər.

Qranodiorit intruziyası periferiya yaxınlığında daha lejdoqratlı olur; bu isə jən suxurların assimilyasiyası nəticəsidir. Qranodioritin struktura xüsusiyyəti, məsələn qvarsın ortoqlazla permatit quruluşu, ortoqlazın plagioklazla münasibəti onu göstərir ki, maqma sojujan zaman evteqtik qarışıqda jəhən idi. Qranodiorit maqmasılə, jəqin ki, liparitin, datsitin hər iki tipi və traxi-liparitin pysgyrməsi əlaqədardır; bunlar jəş-çə çəvan olub həmin intruziyaya jəhəndirlər.

Dərdynçy dəvryn lavaları. Vulqanik qompleksin icərisində dərdynçy dəvryn ən çəvan andezit-bazalt lavaların əjrənilməsi vəjyək maqraq təşkil edir. Dərdynçy dəvryn ərtjy suxurların təsirinə vəş tipli andezit-bazalt maqması qəjd olunmuşdur ki, bunlar da pyskyrmə nəvbəsilə təsvir edilir. Qalın lava ərtjy və sellər əmələ gətirilmiş catlar pyskyrmələrinin periodik olması göstərə bir necə lava ərtklərinin mövcud olmasına Ermənistan daqlıqlarında tədqiq edən bir çox geoloqlar nəzər jətirmişlər. (Avich, F. Levinson—Lessinq, A. S. Qinzburg, P. I. Lebedev, B. M. Qupletsqi, Q. N. Paffenholts, J. N. Djaqonova-Saveljeva Q. D. Afanasjev və başqaları). Analizlərimizin məlumatına gərə (50-çi səhifədə kimya analiz çədvəlinə bax) Zibel və Ciraq kəndləri yaxınlığında lava ərtjy pyskyrməsinin turşluq, azalan turşuluq sərəsilə dəjşilir. İstisu qurortu yaxınlığında lava ərtklərində turşuluq artır. Juxarıda qəjd olunmuş tədqiqatçıların və mənim məlumatları göstərir ki, Ermənistan vulqanik daqlıqların müxtəlif rayonlarında və çənub-qəv Azərbaycan da dərdynçy dəvry lava ərtklərinin turşuluq sxemasının dəjşilməsi bir deji, bu isə dərdynçy lava ərtklərinin myrəkkəv əmələ gəlməsini göstərir. Ərtklər tərkibinin dəjşməsi differensiasiya hadisələri ilə əlaqədardır və vulqanik fəalijət vəş vermiş geoloji şəraitdən aslıdır. Bazalt lavaların xarakterik pyskyrmələri iki vulqanik hadisələr qrupasına ayrılır:

1. Mərkəzi Qavəj tipdir ki, bu da bazaltın sahə şəklində jəylməsi əmələ gətirir.

2. Catlardan əmələ gələn pyskyrmələrdir.

Juxarıda təsvir etdijimiz dərdynçy dəvryn lava ərtkləri ikinci qrupa aiddirlər.

Pyskyrmələr catlardan və lava ərtklərində jərləşən bir çox şlaqə vənəzər qonulardan vəş vermişdir. Pyskyrmə ilə birlikdə eqsplozion hadisəsi kəskin vuxar, su və qaz ayrılmaları vəş vermişdir. Bunlarla birlikdə vulqan vombaları, tuf və kyl qatları əmələ gəlmişdir. Lavada coxlu miqdarda qaz olması nəticəsində və sojujan zaman onların ayrılmasından aslı olaraq suxurların strukturası məsələli olmuşdur.

Andezit-bazaltın pyskyrməsindən sonra, sujun vухарь qazın kəskin ajrılmalarь uzun myddət davam etmiş və hal-hazırda dəxi davam edərək, mineral bulaqlarınь juvenil inqredijentləri (CO₂ və başqalarь) və istilik energiyasь ilə tə'min edir. Bu hadisələr onu göstərir ki, tədqiq etdiyimiz rajonda hazırda dərindən dövrün vulqanik prosesləri sən-təkdədir. Məsələli lavalarda qvarсын ajrь-ajrь qristallarь və ja aqr-eqatlarь rast gəlir. Axьr zamanlarda Hollandija alimlərinin və başqalarынь (SSRİ də bu məsələlərlə Sьromijatniqov və başqalarь məş-quldurlar) təcrübələri göstərmişdir ki, silisium turşusu qaz halında qal-xa bilər. Ojejrі qazlar və sujun vухarlarь ilə birlikdə onun intensivliji cox olduqundan lavalarınь məsələlərində qvarсын əmələ gəlməsi daha da ajdьnlaşьr.

Tuf və vulqan qatları ilə lajlaşan ajrь-ajrь lava ərtyklərinin varlıqь onu göstərir ki, pyskyrmələr arasыnda fasilə olmuşdur. Bu fasilələr la-vanınь quruluşu xaraqterini əks etdirir və onlarda gələcəkdə („son-nenbrenner“) hadisəsinə mə'ruz qalьr. Bundan başqa bu fasilələr, va-zalt maqmasынь sakit və qət'i momentində differensiasiyasь ilə əlaqə-də olan syxurun kimja və mineralozi tərkiblərinin myxtəlifliji ni əks etdirir.

Əvvəlçədən əmələ gəlmiş lava ərtyklərinin səthinə perpendiqular olan sytuna vənzər ajrьlma ajrь-ajrь pyskyrmələr fasiləsindən sonra əmələ gəlmişdir, jə'ni hər jeni lava ərtyjy sojuq sahəjə rast gəldikdə ajrьlma baş verir.

S o n n e n b r e n n e r. Dərindən dövr lavalarь icərisində xysusi aşьnma hadisəsi „sonnenbrenner“ə mə'ruz olan IV tipli lava ərtyjy tədqiqat ucun maraqlь oьjeqtdir. Bu axьrki jirmi il zərfində bazalt-larынь, kycələri deşəmək materialь kimi əjrənilməsə ilə əlaqədar olaraq xariçi ədəvijatda „cil bazaltlara“ (sonnenbrenner-ə) aid bir cox məqə-lələr cьxtьbьşьr.

Bazaltlara ləkəli (qoqqolotli) struqturanынь baş verməsi, bu hadisəni əj-rənən avtorlar tərəfindən myxtəlif surətdə izah olunurdu (A. L e p p l a, I. H i r s c h v a l d, F. T a n n h ä u s e r, V. S o h o t t l e r, I. H i r s c h v a l d u n d I. B r i x, I. E. H i v s c h, E. B l a n c u n d F. A l - t e n, G. L i n c k, A. S c h v a n k t e və başqalarь).

Sonnenbrenner yzrə mövçud vəjyк ədəvijatын olmasьna vaxmajaraq bu hadisənin səvəvi lazьmьnça ajdьnlaşьbьrlmatьbьşьr.

„Gyn janьbьşь“ (sonnenbrenner) termini adь ilə syxura birlikdə gynəş-şyalarынь, kimja və atmosfer agentlərinin aşьnmalарь təsvir olunur.

Bizim lavalarda Sonnenbrenner hadisəsi əşaqьdəkь kimi izah oluna bilər: maqmanınь qristallaşma momentində bu və ja başqa fiziqo-kimjə-vi prosesləri tə'siri altьnda salik mineralarын toplanmasь baş verir. Bun-larын ətrafьnda, arasьkəsilməz zənçir şəkilində mə'dən mineralь və onunla birlikdə piroqsen jərləşir.

Beləliklə maqmanınь qristallaşmasь zamanь əmələ gələn variollar sy-xurlarын aşьnmasь zamanь mejdana cьxьr və A. Schvankte və başqalarынь dediji şışəjə vənzər kьtlə az rol ojnajьr.

Bu hadisə bir də ondan ətry vəjyк maraqlь təşkil edir ki, belə aşьn-maja, bazaltlardan, andezit-bazaltdan başqa ojejrі syxurlar da mə'ruz qala bilər. Gerynyr ki, o əsas və orta tipli syxurlar ucun xaraqteriqdir.

Mineral bulaqlarынь geokimjəvi xaraqteristiqasь

Istisujun vytyн uc qruppa isti mineral bulaqlarь (Istisu qurortu, Baqьrsaq və Aşaqь Istisu) səthidə 30 cьxьş təşkil edərək, Terter cajьнын dərin vadisində jərləşmişdir.

Mineral bulaqlarынь cьxьşьşь NO və ja meridional istiqamətdə ge-

dən faj zonasilə əlaqədardır. Bu faj Авиx, Освалд və ваşqalarınың qeјd etdikləri teqtonik pozulmalar istiqamətilə tuş gəlir.

Mineral vulaqlarың сыхысь metamorfik tufogen qatыndaki yc faj catы ilə əlaqədardır. Əsas catlardan birisi—aşaqa xətt, metamorfik tufogen qatынь өrtən travertinlərin (Qaptaz tranşejindən və 12 nömrəli vulaqdan-fantandan) keçərək orta hesabla 2210 m. hyndyrlyjyndədir. Bu xətt yzrə 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, və 12 nömrəli vulaqlar səthə сыхыр. Bu xətt yzərindəki vulaqlar ycyn jyksək temperatura (42-dən 54,5° dək) və jyksək debit xaraqterdir.

Vulaqlarың ikinci əsas xətti 2300—2400 m. hyndyrlykdə jerləşmişdir. Bu xətt yzrə mineral vulaqlar (№-6, 7, 11 və 8) eni təxminən 1—6 sm. qədər olan catlardan səthə сыхыр. Myxtəlif vulaqlarda onların temperaturasы 21°-dən 39° qədər dəјişilir. Ycynçy xəttə, vilavasitə əsas syxurlardan səthə сыхан 16 nömrəli mineral vulaqы aiddir. Catың keciçi vəziјјətinə mynasiv vulaqың 50° li temperaturasы dəxi keciçi hesab olunur.

Tədqiqatымызadək dyzgyn fəalijјətdə olan vulaqlarың ymumijјəti sutqada 260.000 litrdən artыq deјildi və vulaqlar bir necə nöqtədə səthə сыхырдылар. Tərəfimizdən bir necə yeni vulaqlar асылмышды ki, bunların da debitləri sutqada № 5—90.000 litr, № 16—48.000 litr, № 8—34.000 litrdir.

Jaj periodunun ахығында mineral vulaqlarың ymumi su ахынь sutqada 450.000 litrə catмышды.

Istisu qruppasы mineral sularы vulaqlarы təxminən ejni kimja tərkibinə malik olub, qarvon turşusu qлаuber-qələvi termalar qruppasына daxil edilə bilərlər. Bu teqstə aid edilmiş sujun kimja analizlərindən əјdьn gөrynyr. Analizlər mineral sularың Palmer yzrə, Qurlov formulalarы, Roçers qrafiqalarы və duz tərkibləri xaraqteristiqasы əsasыңça hesablanмышды.

Ajrь-ajrь qruppa mineral vulaqlarың xaraqteristiqasы yzərində da-janmajыв, onların genezisinə kecəlim.

Təsvir etdijimiz mineral vulaqlarың genezisi əhəmiјјətli və maraqlы məsələlərdən biridir. Jerin dərin hissələrində indi də davam edən və bizim vulaqlarы температура və və'zi juvenil inqredijentlərilə tə'min edən dөrdynçy dөvryn vulqanik proseslərilə əlaqədardыр. Atmosfer sularы torpaq qatlarы və məsaməli lava ertykləri və onların tuflarы catlarыңdan syzylərək və həmcinin vaşqa syxurlardan keçərək jerin altыndaki su jьqьnlarына qədər daxil olurlar. Bu su jьqьnlarы həm şirin və həm də mineral vulaqlarы tə'min edirlər. Jerin dərin hissələrində vөjыk tə'ziq altыnda olan sular və onların tərkibinə daxil olan myxtəlif qazlar ərimiş halda olurlar.

Bu qazlar tə'siri altыnda su juxarы qalxaraq jerin səthi vulaq aqzыnda və ja bir qədər dərinlikdə genişlənməјə calыşaraq vөjыk həçm tutmaq istəјir. Bu səvəbdən su dərinlikdən vөjыk qyvva ilə səthə сыхaraq və'zən qeјzer fantаны əmələ gətirir. (16a-ңci şəklə vax).

Mineral sularың əsas inqredijenti qarvon turşusunu hesab etməlidir; ona ja səvəst və ja əlaqədar halda rast gəlinir. Onun aqтивlijindən асылы olaraq mineral sularың tərkibi meјdana сыхыр.

O juvenil olub, kylli miqdarda sularda vaş verməsi intensiv çavan dөrdynçy dөvr vulqanik fəalijјətin zəifləşməsini və sөнməsini stimule edir.

Qarvon turşusu öz həllediçi xassəsilə syxurlarың mineral tərkiblərinə kəskin surətdə tə'sir edir.

Dərinlik şəraitində qələviləşmə tə'sirinə əsas yzrə siliqatlar, xysusən feldşpatlar mə'ruz qalыр. Bunun səvəbindən qələvilər və qalsiumlu qələvilərin ionlarы miqdarы artыр.

Dəmir, sulfatlarla сыqы geokimjөvi əlaqədədir. Sulfatlarың mineral

sularda olması əsas faqtlardan olub dəmirin mövcudluğuna və radioaktivliyinə sübutdur.

Sulfatların sularda olmasının səbəbi suxurlardakı sulfidlərin pozulması və yaxud da maqmadan H_2S şəklində ayrılmasıdır.

Qarvon turşulu istisu vulqan suxurlarından keçərkən onların qismən həl edərək qələvilər (K və Na) ilə zənginləşir. Mineral suyu vulqan suxurlarında nə qədər çox sirqulə edərsə qələvilərin ion miqdarı dəxi o qədər artıq olacaqdır. Yer qatının daha yüksək hissələrində mineral sular qarbonatlar və hidroqarbonatlarla zənginləşir. Qələvi və qalsiumlu qələvi ionları arasında vəzi əlaqə müşahidə edilir. Birincinin prosent miqdarı azaldıqda, bir qajda kimi ikincinin miqdarı artır.

Suyun tərkibində xlor dəxi aqtiy surətdə iştirak edir və onun prosent miqdarı lazımlıca çoxdur. Xlorun hamısı su içərisində həll olunmuş haldadır. Səvəst xlor tapılmamışdır. Onun istisu qurortu və Baqırsaq sahəsi vulaqlarında artıq miqdarda olması, jəqin ki, qranodiorit intruziyasının qontaqtı yaxınlıqdakı sahədə olan kəskin teqtonik pozulmalarla əlaqədardır.

Bytyn qruppa vulaqların mineral sular tərkibində silisium turşusu daimi elementdir. Siliqatlı suxurların qələviləşməsi zamanı silisium turşusu meta silisium turşusu halında məhlula keçir və onun duzları qolloidal formada, həli şəklində məhluldan ayrıla biləcək qejri duzlardan qavaq cəkyr.

Alyuminiumun suda miqdarı azdır; bu səvəbdən o suyun kimjəvi tərkibinə təsir etmir. O da silisium turşusu kimi qolloidal vəziyyətdədir.

Bulaqlar səhəş ətrafında cəkən dəmirin hidroqsidini əsasında zənn etmək olar ki, onun suda miqdarı artıqdır; lakin analizlər olduqca az miqdar gəstərir.

Tərtər cəy vadisinin saq ətəjinin çox sahəsi və nisbətən sol ətəji bytyn uc qruppa istisu mineral vulaqların rajonu travertinlərlə örtülmüşdür. Onların tutduqu ymumi sahə təxminən 80.000 kv. m. vərəbardır. Onların ən çox qalınlıqı 35 m. cətyr. Jəşlərlə e'tibarilə travertinlər daha qədim və çavan qatlara vələnyrlər. Çavan travertinlər artıq radioaktivliklə xarakterizə edilirlər.

Radioaktivlik

Mineral vulaqların geokimjəvi xassəsi elə bir geoloji şəraitlə əlaqədardır ki, orada radiumun emanasiyası ilə dozulma baş verə bilər. Mineral suların tək kimja və fiziqa xassələrini eyrənmək radioaktiv suların genezisini ajdənlaşdırmaq ucun lazımi mə'lumat verə bilər.

Radioaktivliyi bilavasitə ölçməklə alınmış nəticələr mineral suların radioaktivlik myrəkkəv genezisini təj'in etmək ucun kafi dejiil. Bununla birlikdə onun genezisini bu və ja başqa qruppa radioaktiv elementlərlə əlaqələndirmək cətindir.

Həmin elementlərin sağı hazırdə 43 qəbərdir. Bir çox tədqiqatcılar radioaktiv suların genezisini turş vulqan suxurları, əsas yzrə qranit və onun derivatları ilə əlaqələndirirlər.

Bu suxurlar radioaktivliyin əsasını təşkil edirmi və ja radioaktivlik həmin suxurların cətlərində cəkən radium duzlarının emanasiya etməsi nəticəsində baş vermişmi və yaxud radioaktivlik uran və radioaktiv xassəyə malik olan başqa elementlərin mövcudluğundan əmələ gəlmişmi məsələlərini hələ dyzgyn ajdənlaşdırmaq mymkyn dejiil.

Sularda radioaktivlik balneoloji əhəmiyyətindən başqa elmi maraq təşkil edir.

Mineral sular ucun, jəqin ki radium sərasə aqtiyliyi xarakterikdir və bu radium həm qaz halında (radiumun emanasiyası) və həm də həll

Geological and petrographical description of the Isti-Su mineral springs Region and their geochemical characteristic

SUMMARY

I

Before 1933 all investigations of Isti-Su consisted of separate calls of explorers. The results of these investigations were represented by small reports or by notes in geological and balneological literature. We give in this work a list of literature more or less dealing with the mineral springs Isti-Su.

The region of the mineral springs is situated in the north-western part of Karabakh plateau and to the east from the Gokcha range. According the survey of 1932-33 the situation of springs is $38,57^{\circ}$ of northern latitude and $45,57^{\circ}$ of eastern longitude, the height above sea level being 2225 m.

II

The complex of rocks forming the region of mineral springs Isti-Su contains the igneous rocks of the oligocene and pre-oligocene ages. They are represented by metamorphic tuffogeneous bulk, granodiorite, gabbro-diabase, andesite-basalts (tertiary), biotite and hornblende trachi-dacites, diabase, trachi-liparite, tuffs, tuff-breccias etc. The quaternary lavas are also abundant. The sedimentary rocks are represented only by limestones.

Stratigraphically the region appears as follows; the most ancient rocks is the limestone, than follows the metamorphic tuffogeneous bulk. The presence of the skarn formations in contact of this bulk with the granodioritic intrusion proves the latter to be the younger one and therefore, giving pyrocontact with the former. K. N. Paffenholtz relates this intrusion to post-middle-oligocene. The quaternary lavas are the youngest rocks of the whole complex. Travertines are related to the newest formations.

The short petrographical characteristic of these rocks is as follows.

The tuffogeneous bulk is thoroughly contorted and represents a rock of aphanitic texture with very dense felsitic ground mass and rare inclusions of plagioclase and other pyroclastic materials.

Granodiorite contains small quantities of dark colored components and at the periphery of the intrusion is represented by the edge facies leucocratic variations, the texture being hypidiomorphously grained. Mineralogical composition of the rock is: plagioclase, kalium feldspar, quartz, biotite, magnetite, apatite and zircon. The quartz in virtual composition is 21,35%.

Gabbro-diabase is injected into metamorphic tuffogeneous mass. Microscopically it represents finely grained lightgreen rock with prisms of

crystallized plagioclase. Under the microscope the rock consists of plagioclase (labradorite), pyroxene, chlorite (delessite), magnetite and separate grains of quartz.

Considerable area in the eastern part of the investigated region is covered by andesite-basalts (tertiary). The rock is of hyalopilitic texture. It is represented by two variations; in the first one, plagioclase relates to the labradorite series (52%) and in the second one it is more basic (62%). This mass is interbedded with two layers of tuff-breccia and tuff-conglomerate with the agglomerate texture.

Andesite-basalts of quaternary age are excessively developed in the western part of the region (quaternary cover). They are represented by five flows. The author independently on the succession of lava flows, distinguishes on the base of chemical and mineralogical composition five types of andesite basalts.

The biotite and hornblende dacites are represented by the vein bodies injected into the tertiary andesite-basalt mass.

The rocks are of the region of mineral springs Isti-su are given in the follow table.

Hypabyssal		Effusive	Metamorphic	Sedimentary
Tertiary	Gabbro-diabase	Andesite-basalt, diabase, volcanic breccia, tuff-breccia, tuff-conglomerate	Metamorphic tuffogeneous bulk	Limestone
	Granodiorite	Trachi-liparite, trachi-dacites, silificated quartz trachi-liparit tufa		
Quaternary		The andesite-basalt cover		The deposits of terraces, travertines

Almost all the rocks of tertiary age are cut by numerous dykes (trachi-dacite, trachi-liparite etc.) of NO direction, giving no contact reactions.

All these rocks are characterised both by microscopical data and by chemical analyses, recalculated for virtual composition, and also by quantitative mineralogical calculations of modal composition.

III

The chemical characteristic of the rocks

For the chemical characteristic of the cainozoic igneous rocks in the region there is given the following variation diagram.

The variation diagram according the chemical analyses of igneous rocks from the Isti-Su region (see fig. 14).

The magma has essentially basic composition. The coefficients acidity of rocks are small.

The difference in the weight percents of K_2O and Na_2O is insignificant in all analyses, but the latter always prevails. The greater contents of Na_2O comparing with K_2O is characteristic for Azerbaidjan rocks.

According A. Brammal normal and intermediated types of rocks contain in general Na in molecular excess over K.

The average compositions and average magmatic formula for rocks of Isti-su region were calculated and found to that $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O} = 2,3$. As to percent contents of SiO_2 and some other oxides (CaO , Na_2O) the average composition of Isti-su rocks in approaches to the average composition of Azerbaidjan rocks calculated by J. A. Preobragensky.

The higher contents of alkalies and particularly of K_2O even in the basic rocks allows to relate these rocks to the same petrographical province as the neighbouring Armenia. In the variation diagram we observe antagonism between Fe_2O_3 , FeO , CaO and Na_2O , K_2O . The curves of two first oxides are lowering from the basic variations to the acid ones almost parallelly. The variation curve of K_2O and Na_2O passing from acid variations of rocks through middle to basic ones remains almost straight, deviations from the curve K_2O being observed only in two points, corresponding to the basic type—diabase (0,28% K_2O) and andesite-basalt (tertiary) (0,46% K_2O).

IV

Geological, petrographical and chemical study of rocks allows to draw the following conclusions.

The igneous rocks of the investigated region may be divided into two groups; the derivations of the basic magma, and the granodiorite intrusion with its derivatives. Considering the petrographical features of region, we see that the part of rocks is related to the intermediate types (andesite-basalt, liparite-dacites with deviation to the more basic variations). The fact may prove that the processes of differentiation are not yet completed.

The granodiorite intrusion nearer to the periphery becomes more leucocratic. The textural features of granodiorite as the pegmatite twinning of quartz with orthoclase, the relation of the latter to plagioclase show that the composition of magma at solidification was near to the eutectic mixture. The eruptions of liparite, of dacite of both types, and liparite-dacite are apparently connected with the granodiorite magma. These eruptions are younger by age and near to the granodiorite intrusion.

Considering the quaternary lavas of Isti-su outskirts (Azerbaidjan). The writer distinguishes five types of the andesite-basalt magma which are described relatively to their successive outflow. The acidity of the lava flows near Isti-su springs is increased in the posterior phases. The schemes of the acidity variation in the lava flows of different parts of Armenian volcanic mountain region are not similar and prove the complicate character of the quaternary lava cover formation. The changes in composition of flows are due to the phenomena of differentiation and depend on the geological condition of the volcanic activity.

The lava flows of the quaternary cover belong to the fissure eruptions. The eruptions occurred from fissures and numerous slag cones which existed in the lava covers. The eruptions were accompanied by the explosion phenomena and by the violent blast of the water vapours and gases, throwing out the volcanic bombs and depositions of volcanic ash and tufa.

The violent yielding of the water vapours and gases were occurring during long period after the eruption of andesite-basalt and they con-

tinue to be yielded at present time, feeding the mineral springs by juvenile ingredients (CO_2 and the other) and the thermal energy. These escape of gases at present time shows the extinction of quaternary volcanic process in this region.

The presence of the separate lava flows interbaded with tufa and ash layers prove the existance of intervals between the eruptions. The texture of lavas, subjected afterwards to „Sonnenbrenner“ phenomenon, the difference of chemical and mineralogical composition rocks, connected with differentiation during more obies existance of basaltic magma all are due to these intervals.

„Sonnenbrenner“ phenomenon in these lavas is explained by the author as follows: at time of the magma cristallisation the salic minerals are densified under the influence of certain physiko-chemical processes and the ore mineral together with pyroxene is distributed arround them in form of a chain.

Thus, these varioles, formed at the crystallization of magma, appear when the rock is weathered and the glassy mass mentioned by A. Schwankte and the others, plays but secondary part.

Geochemical Characteristic of Mineral Springs

Hot mineral springs of all three groups Isti-su (Isti-su, Bagyrsah and N. Isti-su) represented on the surface by 30 separate springs, are situated on the bottom of a deep valley of the Terter river.

The mineral springs are associated with the break zone of the NE or meridional direction coinsiding with the direction of tectonical distortions as reported by Abich, Oswald and other authors.

The genesis of mineral springs is of great theoretical and practical interest. It is associated with quaternary volcanic processes, wich still continue at present times in the deeper parts of the earth crust and supply our springs with heat and some juvenile ingredients.

Chemical analyses recalculated according to Palmer and Rogers for the supposed salt composition allow to refer the hot mineral springs Isti-Su to the lime-sodium-sulphate-alkaline thermal springs.

The chemical composition shows a dependence between the ions of alkalis and of alkaline earths. When the percent contents of the former decreases, the contents of the latter, as a rule, increases.

Radioactivity

Geochemical nature of mineral springs, apart from their smaller or greater radioactivity, is caused by the geological conditions in which the saturation with the radium emanation could take place. Separate study of physical and chemical properties alone of the mineral springs does not give sufficient data to clear out the genesis of radioactive waters.

Results obtained by direct measurements of radioactivity are insufficient for more or less accurate definition of the complicate genesis of radioactivity of mineral waters and for its association with a certain group of radioactive elements, which now are 43 elements. Many investigators associate the genesis of radioactive waters with acid igneous rocks and their derivatives.

Are these rocks immediate bearers of radioactivity or the latter is the result of emanation of the radium salts deposited in the fissures of these rocks, or is the radioactivity due to the presence of the ura-

nium or other radioactive elements—all these problems are still awaiting their complete solution.

Radioactivity in waters, except its balneological importance, is of a great scientific interest. The activity of the radium series both in form of radium emanation and in solutions (stable radioactivity) is apparently more characteristic for mineral waters.

For practical purpose the latter activity is of not a great importance, while the radium emanation plays an eminent part.

The results of measurements of radioactivity in waters and travertines of Isti-Su, as well as the investigation of dependence of their activity on a certain rock allow to consider the granodiorite intrusion, developed in the upper part of the Terter river, as the bearer of radioactivity. Mineral waters flowing from the granodioritic mass (spring № 18 and others) display the greatest content of the radium emanation known for trans-Caucasian springs.

Radio-measurements, carried out in the field by means of Schmidt's universal apparatus, indicated the contents of the radium emanation about 774 Mache un. in one liter, constant radioactivity being quite insignificant. The solubility of radioactive elements in water depends on the greater contents of CO_2 and smaller contents of SO_4 .

The sufficient quantity of the sulphate ions in all considered springs caused the precipitation of the radium salts and their accumulation in travertines and in the outflow channels along the way of mineral water. Therefore, in travertines we observe an increased content of the radium salts, not withstanding the insignificant contents of the latter in springs. In some springs the constant radioactivity is in the limits of sensitivity of apparatus.

Measurements, carried out in the laboratory of the Azerbaijan Section of Academy of Sc. gave the contents of the radium salts in travertines $2 \cdot 10^{-8}\%$.

Comparison of thermal waters of Isti-su with the spring № 18 (the Bagyr-Sah group) which is very interesting by its intense radioactivity increasing the balneological importance of mineral water, shows in the former some insignificant variations both in the radium emanation contents and in the constant radioactivity which is apparently due to the rocks in which the mineral water is circulating.

Radioactivity of granodiorites is equal $4,82 \cdot 10^{-10} \%$

Moscow.
Petrographical Inst.
of the Ac. of Sc. of USSR.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение в литературный обзор	4
Физико-географический очерк	5
Краткая климатическая характеристика курорта Исти су	6
Геолого-петрографический очерк	7
Гранитоиды	16
Биотитовый трахи-дацит	20
Трахи-липарит	23
Липарит	25
Окварцованный трахи-липаритовый туф	26
Габбро-диабаз	26
Вулканическая брекчия	28
Андезито-базальты	29
Диабаз	31
Четвертичный покров	34
Метаморфизованная туфогенная толща	45
Химическая характеристика пород	46
Геохимическая характеристика минеральных источников	53
Источники курорта Исти-су	53
Багырсахская группа минеральных источников	66
Минеральные источники Н. Исти-су	73
Исти-су на Арпа-чае	75
Холодные серные источники	78
Котур Исти-су	81
Вода реки Тертер	84
Генезис	84
Травертины	97
Радиоактивность	101
Список цитированной литературы	105
Резюме (на азерб. языке)	108
Резюме (на англ. языке)	115

ИЗДАНИЕ

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

БИБЛИОТЕКА
Геог. Института ИГиГ
Арх. Физ. № 101/102 СССР

6 руб.

670