

КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ ГЕОЛОГИИ ПРИ СМК СССР

ГОРН. ИНЖ. А. П. ДЕМЕХИН

# АРЗНИ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

ՍՍՈՒՄ ԺԿԱՒԻՆ ԿԻՑ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾԵՐԻ ԿՈՄԻՏԵ

---

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՎԱՐՁՈՒԹՅԱՆ  
ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ  
ՊՐԱԿ I

---

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏ Ա. Պ. ԳԵՄԵԽԻՆ

# Ա Ր Զ Ն Ի

ՋՐԱ-ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՈՒՐՎԱԳԻԾ

ՀԱՅԿ. ՊԵՏ. ԵՐԿ. ՎԱՐՁՈՒԹՅԱՆ ՀՐԱՏԱՐԱԿՈՒԹՅՈՒՆ  
ԵՐԵՎԱՆ ● 1940

КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ ГЕОЛОГИИ ПРИ СНК СССР

TRANSACTIONS OF THE  
ARMENIAN STATE  
GEOLOGICAL SERVICE  
FASCICLE I

ТРУДЫ АРМЯНСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ГЕО-  
ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВ-  
ЛЕНИЯ. ВЫПУСК I

ГОРН. ИНЖ. А. П. ДЕМЕХИН

# АРЗНИ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

ING. A. P. DEMEKHIN

# ARZNI

HYDROGEOLOGICAL SKETCH

ИЗДАНИЕ АРМ. ГОС. ГЕОЛОГИЧ. УПРАВЛЕНИЯ  
Ереван ● 1940



2455 3239

ПОСВЯЩАЕТСЯ XX-ЛЕТИЮ УСТАНОВЛЕНИЯ  
СОВЕТСКОЙ ВЛАСТИ В АРМЕНИИ

(1920—1940 г. г.)

НИКОЛА В. А. ДЖИГАДЖИ

1941

НИКОЛА В. А. ДЖИГАДЖИ

НИКОЛА В. А. ДЖИГАДЖИ

АКТИВ

НИКОЛА В. А. ДЖИГАДЖИ

НИКОЛА В. А. ДЖИГАДЖИ

### ОТ РЕДАКТОРА

Короткий по времени, но исключительный по содержанию путь пройденный Советской Арменией за 20 лет, ознаменован огромными победами на всех фронтах социалистического строительства.

В борьбе за успешное осуществление этих побед немалое место принадлежит и работникам геолого-разведочной службы. Максимальное развитие производительных сил, прежде всего, требует полного выявления и изучения природно-минеральных богатств страны. В этом отношении советские геологи провели колоссальную работу, удовлетворив в основном все возрастающие потребности народного хозяйства в минеральном сырье. Бурные темпы роста социалистического строительства, особенно за годы Сталинских пятилеток, выдвинули задачу максимального разворота инженерно-геологических и гидрогеологических работ.

Развернувшееся курортное строительство в республике потребовало также проведения большого объема исследовательских и гидрогеологических работ для обеспечения строящихся курортов прочной гидро-минеральной базой.

Проведенные по инициативе Наркомздрава Арм. ССР гидрогеологические работы на курорте Арзни увенчались блестящими результатами. Дебит минеральных источников Арзни возрос в 10 раз и достигает теперь 2 млн. литров в сутки.

Полная обеспеченность гидро-ресурсами, благоприятные климатические условия и весьма ценные свойства минеральных вод позволили курорт Арзни отнести к разряду здравниц всесоюзного значения.

За годы 15-летнего существования курорта, Арзни действительно превратился в подлинную кузницу здоровья трудя-

щихся и совершенно законно считается детищем и красавцем Советской Армении.

Предлагаемый читателю очерк не претендует на полное освещение вопросов физио-бальнео-климатических факторов курорта; все это можно найти в специальных изданиях курортологии и физиотерапии.

Выпускаемая книга инж.-геол. А. П. Демехина есть результат большой и упорной работы по изучению геологии и гидрогеологии этого участка.

Она изобилует большим количеством картографического материала: картами, разрезами, графиками и фотографиями, что позволяет читателю, даже не специалисту-геологу, довольно легко ориентироваться в работе и иметь полное представление о геологической и гидрогеологической структуре изученного участка и генезисе минеральных вод Арзни.

С этой точки зрения предлагаемая работа является ценным вкладом в дело изучения природных богатств страны.

Для здравоохранения и развития курортного дела в Арм. ССР работа инженера-геолога Демехина А. П. на курорте Арзни увенчалась исключительными положительными результатами, что было отмечено награждением его в 1935 г. почетной грамотой ЦИК ССР Армении.

Выводы тов. Демехина о том, что «... коренные выходы воды расположены восточнее или северо-восточнее существующих, являющихся дериватами их», дают полное основание полагать, что последующие геологоразведочные работы в указанном направлении выявят еще более мощные источники минеральной воды, которые послужат прочной базой для дальнейшего развития курортного строительства в Армянской ССР.

Зам. Наркомздрава и Нач-к Курортного Управления  
Арм. ССР А. М. Арутюнян.

## ВСТУПЛЕНИЕ

Настоящий очерк является результатом гидрогеологических работ, проведенных на курорте Арзни в 1931—1933 г.г.

История предшествовавших геологических изысканий такова.

В 1924 г. в Арзни неоднократно бывал безвременно погибший геолог Айвазян С. Е., однако, к сожалению, результаты его работ неизвестны.

Позднее Арзни посещает и работает инженер-геолог О. Т. Карапетян. Он дает первое геологическое описание района, появившееся в печати.

В течение 1927—1928 г. г. по предложению Наркомздрава работает геолог Ефимов Б. П. при консультации проф. П. А. Шильникова, производятся небольшие горные работы, но они дали малоощутительные результаты, дальше не развернулись и вышли из внимания Наркомздрава. В 1929 г. источники Арзни были обследованы инж. А. М. Овчинниковым.

В химическом отношении воды Арзни были исследованы химиками и работниками лаборатории Санитарно-Бактериологического Института Наркомздрава Арм. ССР.

Бурный рост хозяйственной жизни страны, культурный подъем широких масс трудящихся, потребность в отдыхе и лечении,—вновь поставили вопрос о гидрогеологических работах в Арзни, но уже в более широком масштабе.

Весной 1931 года Наркомздрав Армении обратился к Бальнеологическому Институту на Кавказских минеральных водах с просьбой взять на себя проведение разведочных работ, на что последний и дал свое согласие.

Мне, как сотруднику Института, тогда было поручено ведение этих работ.

В июне месяце того-же года геолого-разведочная партия Бальнеологического Института перешла в ведение Ереванской базы Зак. ГРУ.

Весной 1933 года разведочные работы были закончены. На очередь был поставлен вопрос о перекреплении буровых скважин специальными трубами, так как обычные железные обсадные трубы, вследствие характера арзнинских минеральных вод, чрезвычайно быстро подвергались коррозии, вместе с этим через разрушенные трубы появлялся подток пресной воды, сильно влиявший на химический режим минеральных вод.

К сожалению, по ряду причин эти работы затянулись.

Начаты они были лишь в 1937 г. и закончены в первой половине 1938 года. Последние работы, благодаря изменению глубины скважин, установили несколько иную минерализацию вод, чем то было выявлено при разведочных работах, причем первоначальный тип ее сохранился.

Предлагаемая работа охватывает собой только цикл разведочных работ и освещает их результаты.

В заключение считаю своим долгом выразить глубокую благодарность работникам Наркомздрава Армении, в частности дирекции курорта Арзни, разделявшей вместе с геолого-разведочной партией все радости и невзгоды, вниманием и горячим участием которой пользовались работники разведочной партии на протяжении всего времени работ.

### ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ О КУРОРТЕ АРЗНИ

Курорт Арзни находится на территории Арм. ССР и является одним из самых южных курортов СССР. Он расположен в 18-ти километрах (по прямой линии) к северу от центра республики—гор. Еревана, входя в административном отношении в Котайкский район.

#### Обзорная карта района

Масштаб 1:400000



Прекрасная шоссейная дорога соединяет Арзни с городом и с основной шоссейной магистралью, идущей из Еревана на Дилижан.

Курорт приютился в диком, своеобразно живописном

ущелье р. Занги, единственной реки, вытекающей из высокогорного озера Севан.

История арзнинских источников уходит далеко вглубь веков, название их, повидимому, связано с именем сел. Арзни, расположенного на расстоянии всего 1 км к югу.

Первые сведения о селении относятся к первой половине XV века и называют его селом-городком. Оно было разрушено преемником Тамерлана Шахрухом.

В первой половине 1860 г. Арзни посетил некий епископ Месроп Смбатьян, который в своей книге «Описание Гегаркунийского, ныне Ново-Баязетского уезда» (Вагаршапат 1895 г., стр. 230) дает следующие сведения об источнике:

«В народе он известен под именем «Косахбюр» (источник против чесотки) и был возведен в религиозный культ, у него стоял камень с изображением креста, но без всякой надписи и ему поклонялись и приносили дары». Этот камень сохранился до настоящего времени.

Несомненно, что источник был давно уже известен, задолго до тех исторических дат, которые приводятся. Найденные на травертинах среди наносов остатки каменного оружия в виде наконечников стрел являются немymi свидетелями того, что арзнинские источники были известны человеку, владевшему еще каменным орудием.

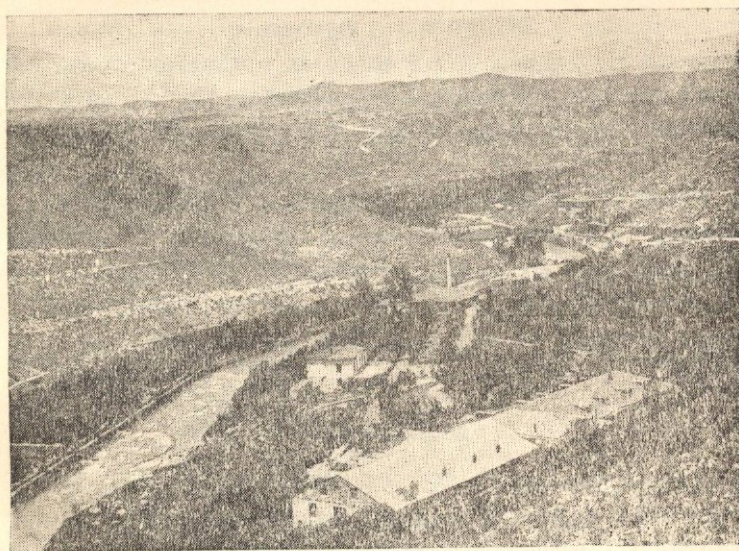
Неизвестно, чьими руками были устроены примитивные бассейны, расположенные на нижних травертиновых щитах, сложенные из глыб базальта и почти покрытые в настоящее время отложениями минеральной воды (фото № 1). Неизвестно кому принадлежат примитивно сложенные каменные постройки, приютившиеся среди каменных развалов, в нижней части обрывистого восточного склона ущелья.

Древние иностранные монеты, найденные на дне бассейна источника № 1 при очистке, говорят о том, что сюда приходило не только окрестное население, здесь были жители других стран, до которых доходила молва об арзнинских источниках и которые бросали монеты в воду, расплачиваясь за полученное облегчение.

Курорт Арзни является подлинным детищем советской власти. Первые камни построек, изыскательские работы, ос-



1. Остатки древнего бассейна у ист. № 1



2. Общий вид курорта. Часть ущелья, открывающаяся на северо-запад.

воение минеральных богатств курорта неразрывно связаны с годами социалистического строительства.

В 1924 г. проф. Л. А. Оганесяном была подана докладная записка Наркомздраву Армении о необходимости обследования минеральных источников Арзни, пользующихся большой популярностью среди больных.

В том-же году Арзни посетила комиссия в составе проф. Л. А. Оганесяна, геолога Айвазяна и химика Медникяна.

Комиссия представила Наркомздраву свое положительное заключение.

Весной 1925 г. при ВСНХ Армении созывается совещание, где ставится вопрос об эксплуатации минеральных вод Арзни.

В результате проведенного совещания была создана комиссия по обследованию наиболее известных источников Армении с целью их использования. Выбор, в первую очередь, естественно, пал на Арзни.

С середины июля 1925 года в ущелье р. Занги возник молодой курорт Арзни, а осенью 1935 года он отпраздновал свой десятилетний юбилей.

## ОСНОВНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ РАЙОНА

Климат как Ереванской равнины, так и арзнинского участка, расположенного в 18-ти км к северу от Еревана, несмотря на то, что широтное положение их совпадает с широтой Неаполя, несет на себе характерные черты континентальности.

Географическое положение—удаленность от морей, защищенность от последних рядом горных цепей и плоскогорий, наконец, высотное положение, кладут на них свою печать.

Остановимся несколько подробнее на климатических факторах рассматриваемого района в рамках интересующих нас вопросов.

### Температура

Проф. Л. А. Оганесян (29), обработавший материал Арзнинской метеорологической станции за период 1926—32 г. г., дает следующую таблицу, характеризующую средний месячный ход температуры за год:

ТАБЛИЦА № 1.

| МЕСЯЦЫ             | Время наблюдений |          |         | Средне-месячн. температура |
|--------------------|------------------|----------|---------|----------------------------|
|                    | 7 часов          | 13 часов | 21 час. |                            |
| Январь . . . . .   | — 7,4            | — 5,2    | — 6,1   | — 6,2                      |
| Февраль . . . . .  | — 6,8            | — 2,7    | — 4,6   | — 4,7                      |
| Март . . . . .     | — 1,9            | 4,4      | 0,2     | 0,9                        |
| Апрель . . . . .   | 6,8              | 13,7     | 9,4     | 9,9                        |
| Май . . . . .      | 12,5             | 19,3     | 14,4    | 15,4                       |
| Июнь . . . . .     | 17,1             | 22,3     | 18,7    | 19,4                       |
| Июль . . . . .     | 19,1             | 26,3     | 20,1    | 21,8                       |
| Август . . . . .   | 18,8             | 27,8     | 21,9    | 22,8                       |
| Сентябрь . . . . . | 13,6             | 22,8     | 17,6    | 18,0                       |
| Октябрь . . . . .  | 8,0              | 17,7     | 11,8    | 12,5                       |
| Ноябрь . . . . .   | 2,2              | 9,2      | 4,2     | 5,2                        |
| Декабрь . . . . .  | — 4,8            | 5,0      | — 3,3   | — 1,2                      |
| Средн. за год      | 6,4              | 13,0     | 8,7     | 9,5                        |

Для сравнения обратимся к аналогичной таблице для Еревана (41), лежащего на 208 м ниже Арзни.

ТАБЛИЦА № 2.

| I    | II   | III | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI  | XII  | Сред-год. |
|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----------|
| —5,8 | —2,7 | 4,7 | 11,6 | 16,9 | 21,5 | 25,0 | 24,7 | 21,1 | 13,9 | 6,1 | —0,5 | 11,4      |

Лето в районе Арзни знойное и продолжительное. Максимум температура достигает в августе, доходя в среднем до 22,8°, поднимаясь в отдельные дни в июле до 34°.

Наоборот, зима коротка, но сравнительно сурова; минимум температуры падает на январь, достигая в среднем — 6,2°, опускаясь в отдельные дни до — 25,2°.

Средняя годовая температура, по имеющимся данным за период 1926—32 г.г., колеблется около 9,5°.

#### Влажность воздуха

Последняя определяется абсолютной и относительной влажностью и для данного района вполне достаточно характеризуется таблицей, составленной Л. А. Оганесяном (29).

ТАБЛИЦА № 3.

| МЕСЯЦЫ             | Относи-<br>тельн.<br>влажность | Абсолютн.<br>влажность | Дефицит<br>насыщ. |
|--------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------|
| Январь . . . . .   | 75                             | 1,9                    | 0,7               |
| Февраль . . . . .  | 71                             | 2,2                    | 1,0               |
| Март . . . . .     | 68                             | 3,1                    | 1,8               |
| Апрель . . . . .   | 63                             | 5,5                    | 3,7               |
| Май . . . . .      | 63                             | 7,9                    | 5,2               |
| Июнь . . . . .     | 53                             | 8,8                    | 9,2               |
| Июль . . . . .     | 51                             | 9,8                    | 9,9               |
| Август . . . . .   | 48                             | 7,9                    | 12,9              |
| Сентябрь . . . . . | 52,7                           | 7,7                    | 7,8               |
| Октябрь . . . . .  | 53                             | 5,6                    | 5,1               |
| Ноябрь . . . . .   | 70                             | 4,7                    | 1,9               |
| Декабрь . . . . .  | 76                             | 3,3                    | 0,3               |
| За год . . . . .   | 62                             | 5,7                    | 4,9               |

Последняя графа—дефицит насыщения указывает, что наиболее сух воздух в летние месяцы—июнь, июль, август, особенно в последний. Далее степень влажности воздуха возрастает в сторону зимних и весенних месяцев, причем в декабре и январе воздух близок к пределу насыщения.

#### Осадки

Этот климатический фактор является для наших задач наиболее интересным. Количество осадков, выпадающих в пределах Ереванской равнины, невелико и достигает всего 300 мм в год.

Защищенность ее горами и плоскогорьями от морских влажных ветров играет в данном случае решающую роль.

По данным Арзнинской метеорологической станции, среднее годовое количество осадков в Арзни достигает почти 400 мм.

В этом случае, вероятно, уже сказывается разница в высотных отметках. Количество осадков неуклонно растет по мере движения к северу и северо-востоку, в сторону Ахманганского хребта, а последнее обстоятельство влияет непосредственно на режим и питание родниковых вод, зарождающихся

в пределах огромных лавовых пространств, лежащих к западу и востоку от Арзни.

Ниже приводится таблица № 4 (на стр. 15), характеризующая как месячные величины осадков в году, так и их зависимость от абсолютной высоты (по Л. А. Оганесяну и В. А. Кочергину).

Таким образом, высотный прирост играет огромную роль в увеличении осадков. В условиях Ахманганского хребта, лежащего в среднем на высоте 2500 м, количество выпадающих осадков достигает значительной величины.

Максимум осадков по Арзни приходится на май и минимум на сентябрь.

Осадки выпадают преимущественно в виде дождя и снега, град выпадает редко, но иногда в значительном количестве. Прочие виды осадков (иней, роса и друг.) незначительны.

#### Атмосферное давление

Последнее в течение года дает, обычно, небольшие отклонения и разница в нем между средними величинами за месяц, по данным Л. А. Оганесяна, не превышает 9,3 мм ртутного столба. Приводимая ниже таблица № 5 характеризует состояние барометрического давления в Арзни по месяцам:

ТАБЛИЦА № 5.

|                   |                   |                    |       |
|-------------------|-------------------|--------------------|-------|
| Январь . . . . .  | 659,1             | Июль . . . . .     | 653,3 |
| Февраль . . . . . | 655,4             | Август . . . . .   | 654,2 |
| Март . . . . .    | 655,5             | Сентябрь . . . . . | 656,3 |
| Апрель . . . . .  | 654,4             | Октябрь . . . . .  | 662,6 |
| Май . . . . .     | 655,4             | Ноябрь . . . . .   | 658,4 |
| Июнь . . . . .    | 667,1             | Декабрь . . . . .  | 659,3 |
|                   | Среднее . . . . . |                    | 657,1 |

Однако, несмотря на небольшие колебания в давлении, нужно отметить, что уже эти амплитуды оказывают огромное влияние на содержание свободной углекислоты в арзнинских минеральных водах. Ниже на этом вопросе остановимся несколько подробнее.

Остальные климатические факторы — облачность, ветры, солнечная радиация не играют существенной роли при разрешении гидрогеологических вопросов и поэтому их опускаем.

ТАБЛИЦА № 4.

## СРЕДНЕЕ КОЛИЧЕСТВО ОСАДКОВ ЗА ГОД ПО МЕСЯЦАМ

| СТАНЦИИ         | Абсол.<br>отметка | I    | II | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X   | XI   | XII  | За год |
|-----------------|-------------------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|--------|
| Ереван          | 1042              | 23   | 24 | 27   | 47   | 56   | 24   | 14   | 10   | 13   | 30  | 27   | 27   | 320    |
| Арзни           | 1250              | 23,3 | 47 | 39,7 | 48,5 | 65,1 | 28,6 | 28,7 | 12,9 | 11,2 | 8,4 | 40,8 | 27,4 | 382,6  |
| Сухой<br>Фонтан | 1760              | 24,0 | 30 | 44   | 87   | 115  | 43   | 30   | 18   | 33   | 40  | 40   | 28   | 532    |
| В.-Ахты         | 1815              | 17   | 66 | 47   | 73   | 101  | 70   | 42   | 37   | 38   | 27  | 59   | 34   | 606    |
| Едсеновка       | 1940              | 18   | 22 | 31   | 61   | 101  | 72   | 46   | 39   | 37   | 41  | 39   | 21   | 528    |

## ОРОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

### Орография района

Вся область, от Мисханских гор, лежащих севернее Арзни (являющихся ветвью Памбакского хребта), и до Аракса на юге, представляет собой переход от гористого, глубоко расчлененного рельефа к спокойной широкой равнине.

Мисханский хребет, изрезанный речными долинами и глубокими ущельями, образует ряд высоких вершин (Тогакат—2632,9 м, Тусманук — 2772,8 м, Дамлик-гядук — 2798,4 м, Б.-Алибек—2859,6 м и др.) и гребней, постепенно опускающихся в сторону Карныярыха и р. Занги (1440,8 м у с. Озанляра).

Гора Карныярых (2524 м) является конечным пунктом этой гористой части. К югу от нее раскинулось огромное вулканическое плато, всхолмленное бесконечными каменистыми россыпями и нагромождениями. Его однообразие нарушается широкими, неглубокими ложбинами и одинокими вершинами, поднимающимися среди этого лавового моря (Мурад-тапа, Шиш-тапа и друг.).

На западе плато прорезано глубоким ущельем реки Абаран, а на востоке оно двумя террасами обрывается к реке Занге. Верхняя терраса лежит на абсолютной отметке 1365,5 м (на линии против курорта Арзни) и довольно крутой ступенью переходит во вторую, лежащую на абсолютной отметке 1348,5 м, образующую бровку каньона у курорта.

Более молодые террасы лежат уже в ущелье, они не везде хорошо сохранились и не играют какой-либо большой роли в рельефе участка.

Несколько иной вид имеет левобережье р. Занги; последнее по характеру рельефа можно разбить на три части.

Северная—холмистая равнина сложена андезитобазальтовыми и базальтовыми лавами, террасообразно поднимается над Зангой и на востоке примыкает к западному склону Ахмангана; ее характер сходен с правобережным участком южнее Карныярыха.

Средняя часть, занимающая пространство между с. Гюмуш и с. Нурнус, соответствует выходам кислых лав (липарит-

ты, обсидианы), сильно расчленена, несет глубокие ущелья с круто поднимающимися тальвегами. К востоку изрезанность и острота форм несколько сглаживается и, подходя к Ахмангану, этот участок также постепенно сливается с его склонами.

Наконец, часть левобережья ниже Нурнуса представляет собой снова более спокойный участок, нарушаемый длинными, мягко-оконтуренными грядами, вытянутыми в северо-восточном направлении, что соответствует, с одной стороны, различным лавовым потокам, с другой—древним речным террасам.

К югу плато постепенно опускается, образуя под Ереваном широкий амфитеатр, на нижней площадке которого расположен город.

Река Занга, протянувшаяся в районе Арзни, почти в меридианальном направлении, глубоко пропилила не только лавовые покровы района, но вскрыла местами и свиту осадочных пород, подстилающих последние.

В связи с этим тесно связан и характер ущелья. Прорезая лавовые покровы, река создает глубокий типичный каньон с совершенно отвесными склонами, образующими лишь небольшие карнизики, намечающиеся при смене лавовых покровов.

Наоборот, в том случае, когда рекой вскрываются под лавами осадочные породы, характер ущелья резко меняется, оно расширяется, лавовые покровы уменьшаются в своей мощности и сохраняются лишь вверху в виде барьера, ниже которого к реке опускается склон (под  $\angle 30^{\circ}$ — $35^{\circ}$ ), сложенный осадочной толщей и покрытый деловием.

Кое-где сохранились небольшие, горизонтально вытянутые, площадки, остатки древних речных террас.

### Орография курортного участка

Остановимся более подробно на орографии участка самого курорта Арзни.

В верхней его части, благодаря осадочным породам, вскрытым рекой и слагающим нижнюю часть склонов, ущелье широко открывается к северо-западу (фото № № 2 и 3) (ширина ущелья поверху достигает 500 м) и, наоборот, к югу оно быстро суживается, переходя в узкий глубокий каньон (ширина по



верху 300 м), сложенный уже исключительно лавами (фото № 4). Ущелье в районе курорта несимметрично, левый склон имеет абсолютную отметку верхней бровки 1362 м, в то время как отметка бровки правого склона достигает лишь 1334 м при отметке уреза воды р. Занги в 1258 м.

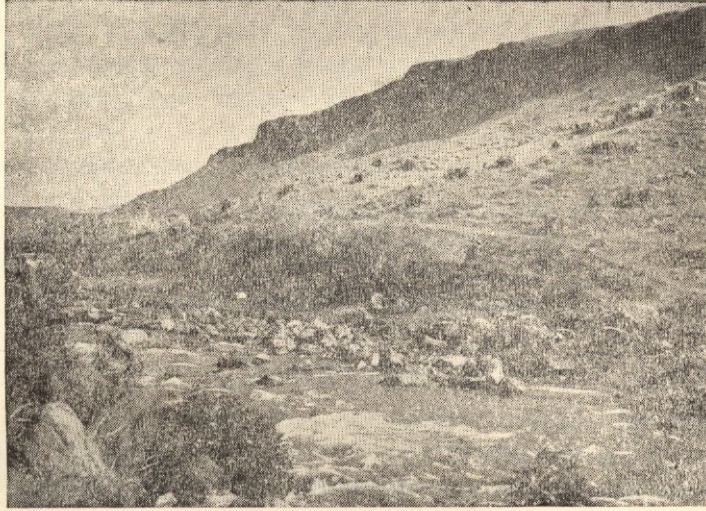
В начале курортного участка правая его сторона представляет собой первую древнюю террасу, лежащую в каньоне на отметке 1285 м, ниже которой расположены более молодые террасы, из них одна на отметке 1265 м и вторая—современная, пойменная.

Ближе к зданиям курорта верхние террасы уменьшаются по ширине и теряются, намечаясь далее лишь кое-где в виде полос галечника.

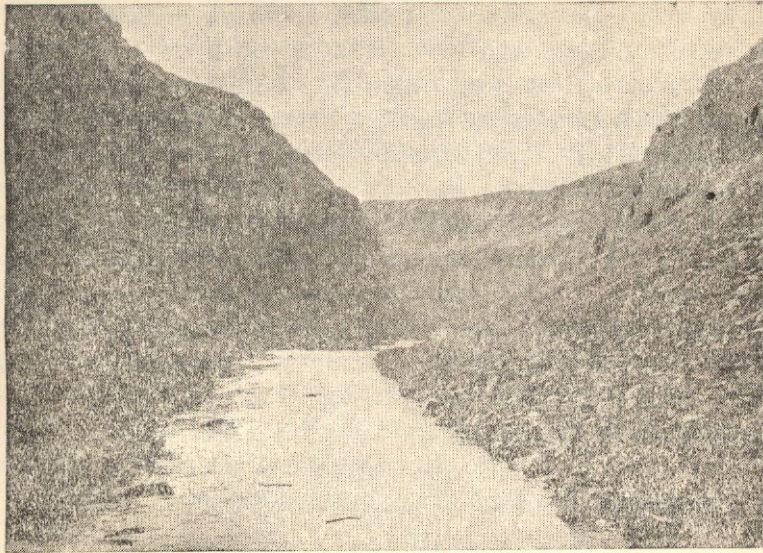
Коренные осадочные породы, подстилающие лавовые покровы правого берега, покрыты делювием (в верхней части курорта) и лежат на высоте 5—7 м над рекой. К югу они опускаются, прослеживаясь против травертинового обрыва левого берега, на дневной поверхности, на высоте трех метров над рекой, а еще далее, к концу участка, уже на 5—6 м ниже уреза воды. Таким образом, вся правая сторона ущелья сложена почти исключительно лавами, частично покрытыми наносами.

Несколько иной характер строения имеет левый берег. Верхняя его часть представляет собой отвесную стену базальтов, ниже которой к реке опускается довольно крутой склон, переходящий в низкую современную террасу. Этот склон протягивается почти до выходов минеральных источников, где к нему примыкает значительная площадь травертинов. Последние образуют два поля—верхнее, расположенное на отметке 1280 м, и нижнее—на отметке 1265 м, которое круто обрывается к реке. Далее к югу склон, освобожденный от травертинов, отступает на восток и образует довольно широкую террасу, расположенную на отметке 1260 м, покрытую наносами (на последней площадке расположены главные здания курорта).

Такой характер склона связан исключительно с породами, которые его слагают. В северной части ниже базальтовой стены, оканчивающейся на отметке 1300 м, выходят осадочные породы, которые, аналогично строению правого берега, к югу



3. Ущелье р. Занги выше курорта. Вверху стена базальтового покрова, ниже склон сложен осадочными породами.



4. Ущелье р. Занги ниже курорта. Каньон сложен лавами.

быстро опускаются, и лавы, покрывающие их, получают мощное развитие.

Ниже курорта река течет уже в глубоком каньоне, который у с. Арзни образует влево циркообразное расширение.

Южнее у сел. Кетран, ущелье Занги, имея в нижних частях склонов осадочные породы, значительно расширяется, но у сел. Канакер реку снова сжимают лавовые покровы, оканчивающиеся лишь ниже Еревана, где река, вырываясь из каньона, выходит на широкую долину реки Аракс.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

### Геология района

Прежде чем перейти к изложению очерка, касающегося непосредственно Арзнинского участка, необходимо кратко ознакомиться с геологическим строением несколько большего района и, главным образом, с теми его частями, где из-под широко развитых лавовых покровов выходят осадочные породы. Последние обнажаются лишь на северном и южном участках рассматриваемого района, соединяясь между собой в центральной части, покрытой лавами, отдельными небольшими выходами в ущелье Занги.

К северу от Арзни, в районе сел. Арзакенд, согласно с общим кавказским (северо-западным) направлением, протягивается (по П. П. Гамбаряну (7)) третичная антиклиналь. Свод ее размыт позднейшей эрозией и обнажает древнее ядро, сложенное кембрийскими и докембрийскими (по К. Н. Паффенгольцу) сланцами (кварцитовые, хлоритовые, рогообманковые и др.), интродуцированными темными рогообманковыми габбро и гранитами. Сланцы перекрываются толщей порфиритов и туфобрекчий нижнемелового времени, которые в свою очередь трансгрессивно перекрываются песчаниками, прослаиваемыми линзами и пачками конгломератов и кое-где песчанистыми сланцами. Песчаники снова перекрываются трансгрессивно, но без углового несогласия (по К. Н. Паффенгольцу), мощной толщей светлых мергельных известняков.

Возраст сланцево-песчаниковой свиты и перекрывающих

их известняков по аналогии с соседними районами может быть отнесен к верхнему турону и сенону.

Непосредственно в низах известняковой толщи В. Н. Котляром (35) были найдены морские ежи *Stegaster* sp (по определению М. В. Баярунаса) и в шлифах *Gumbelina* и *Globotruncana*.

В верхах известняковой толщи встречены нуммулиты нижнего эоцена. В этих же известняках, получающих большое развитие у с.с. Солак, Ахты и Алапарс, в последнем пункте наблюдается совершенно согласный переход сенона в эоцен (35).

В образцах коллекции П. П. Гамбаряна В. П. Ренгартенем были определены: *Calcarina*, *Lithothamnium*, *Pelecypoda* ind., *Sphaera*, *Inoceramus*, *Bryozoa* (сенон) и *Nummulites*, *Bryozoa*, *Discocyclus*, *Milfolidae*, *Brachiopoda* (?) *Lithothamnium*, *Echinodermata*, *Globigerina*, (эоцен). «Указанный список форм, как пишет К. Н. Паффенгольц (35), говорит за вполне согласный и постепенный переход сенона в эоцен в одной фации».

Описанные известняки, слагающие оба крыла антиклинали, несут на себе следы интенсивной складчатости, причем северо-восточное крыло постепенно выполаживается, юго-западное же у сел. Бжни сохраняет юго-восточное падение под  $\angle 20^\circ$  (7).

В районе с. Агпара и южнее последнего получающий распространение нижний эоцен представлен слоистыми песчаниками, зеленовато-серыми мергелями и мергелистыми глинами.

К югу эти отложения, опускаясь вниз трансгрессивно и иногда с большим угловым несогласием, перекрываются обширными покровами олигоценовых и четвертичных лав.

Все эти лавы занимают почти всю центральную часть рассматриваемого района, протягиваясь широким поясом с востока на запад. Доминирующую роль приобретают лавы олигоцена, представляющие собой его мощную вулканическую фацию. Подчиненную роль играют четвертичные лавы, одевающие олигоценовые излияния в виде небольших покровов, заполняя пониженные участки рельефа и долины рек.

Лавы олигоцена слагают высокие водоразделы как по правую, так и левую сторону р. Занги. По данным К. Н. Паффенгольца, «видимая мощность вулканогенной толщи олигоцена

достигает на водоразделах с бассейном оз. Гокча 1,5 км» (35), значительной мощности достигает и вторая—мергельно-глинистая фация олигоцена, получающая развитие на юге.

Породами, слагающими вулканогенную фацию, являются эффузивы—базальты, андезиты и андезито-базальты, сопровождаемые иногда мощными кластическими накоплениями того же состава. Значительно меньшую роль играют кислые эффузивы и промежуточные разности, располагающиеся между кислыми и основными эффузиями.

Излияния лав этого времени, как указывает К. Н. Паффенгольц, носили крайне разнообразный характер, а вместе с этим менялся и тип магм.

Описанная вулканогенная толща олигоцена дислоцирована и представляет собой ряд складок необычного северо-северо-восточного простирания.

Как упоминалось выше, четвертичные лавы занимают сравнительно небольшую площадь, покрывая плащеобразно породы олигоцена, располагаясь на древних речных террасах и образуя современные речные каньоны.

Снова осадочные породы появляются из-под лавовых покровов уже южнее и юго-восточнее Еревана.

Древнейшими из них являются палеозойские известняки, обнажающиеся в виде островков среди аллювиальных наносов Аракса, у Давалу и Хор-вирапа и слагающие на юго-востоке центральные части горных цепей Сарай-булага.

Большую площадь занимает трансгрессивно перекрывающая их меловая толща. Последняя, начинаясь мощными базальными конгломератами, состоящими из мраморизированных палеозойских известняков, сложена внизу известняками серого цвета с богатой фауной сеномана, которые трансгрессивно перекрываются светлыми известняками турона и сенона, переходящими вверх в мергеля и песчаники. Все эти отложения довольно хорошо охарактеризованы фаунистически.

Здесь, повидимому, наблюдается та же картина, что и у сел. Арзакенд, на севере от Арзни, где меловые отложения трансгрессивно ложатся на древнейшие сланцы, неся в своем основании аналогичные базальные конгломераты.

«Таким образом трансгрессивное меловое море,—как ука-

зывает П. П. Гамбарян (6), — покрывшее в районе Веди-чая и Гарни-чая палеозойский материк, при дальнейшем наступлении на северо-запад захватило в районе бассейна Занги новые участки, бывшие, вероятно, сушей на протяжении палеозоя.

Более молодыми породами являются отложения эоцена, перекрывающего породы мела и получающие здесь обширное распространение. Выход этих пород регистрируется к северу и западу от Гарни-чая, подходя с юго-востока к Еревану, где они образуют широкую антиклинальную складку, протягивающуюся в северо-восточном направлении. (На линии селений Шор-булаг — Охчаберт).

К. Н. Паффенгольц (35) для этого участка дает следующий разрез.

В ядре антиклинали обнажается толща песчаников серого и зеленовато-серого цвета, переслаивающихся с глинами. Местами окраска принимает желтовато-красные оттенки, и породы приобретают пестрый характер.

Стратиграфически выше лежит толща грубо-зернистых песчаников с обильной флорой (у селения Шор-булаг), среди которой были определены И. В. Палибиным *Phragmites oeningensis* Neer, *Potamogeton speciosus* Ett., *Laurus primigenia* Ung., *Pex ambigua* Ung., *Sapindus graecus* Ung. и *Murica hakeaefolia* Ung.

Перечисленную флору И. В. Палибин относит к сармату. В песчаниках, лежащих выше, встречена фауна гастропод, пластинчато-жаберных и нуммулитов. Мощность указанной свиты песчаников достигает 600 метров.

Выше лежит немая толща песчаников, мощностью около 350 м с прослоями гипсоносных глин и мергелей; последние переходят в мощную (до 700 м) свиту пестроцветных гипсоносных глин и мергелей, с прослоями песчаника, коралловых известняков и галечников.

Среди собранных С. Т. Тигранян кораллов В. В. Богачевым определены *Dendrophyllia*, *Enallophyllia*, *Stylophora*, *Alveopora*, *Astrocoenia*, *Dendracis* и *Porites*.

В низах пестроцветной толщи глин и мергелей встречена обильная фауна гастропод и пластинчато-жаберных *Natica*, *Cerithium*, *Crassatella*, *Ostrea* и др. (по определению В. В. Богачева).

К. Н. Паффенгольц приводит и другой список фауны, соб-

ранной П. П. Гамбаряном и определенной С. С. Кузнецовым (35) *Cassidea ambigua* Gol., *Natica micromphalus* Sanb., *Turritella* sp., *Cerithium plicatum* Brug., *C. vivarii* Opp., и др., среди нуммулитов—*Nummulites atacicus* Leym. (B) n. var., *N. subatacicus* H. Douv. (A) paronae, *N. brongniarti* (?), указывающие на среднеэоценовый возраст вмещающих слоев.

Наконец, самым верхним элементом эоценовых отложений является гипсоносная толща (мощностью до 300 м), содержащая в значительном количестве гипс или богатые им прослойки песчаника, мергеля и глины.

В верхах этой толщи появляются (у сел. Джрвеж) маломощные выходы туфобрекчий и туфоконгломератов, на которые несогласно ложится покров долеритовых базальтов, представляющий собой основание вулканогенной толщи олигоцена (35).

Эти лавовые покровы олигоцена и четвертичные, располагающиеся по ущелью реки Занги, образуют широкую полосу андезито-базальтов, закрывающих всю центральную часть описываемого района и в частности участок курорта Арзни.

К. Н. Паффенгольц, в основном разработавший всю стратиграфию этого района, указывает (35):

«В каньоне ущелья р. Занги на протяжении от района курорта Арзни до Канакерской гидростанции,—из-под покрова базальтов (олигоцен), являющегося прекрасным опорным горизонтом, обнажаются подобные вышеописанным гипсоносные мергеля и глины с прослоями песчаников и оолитовых известняков. Эта толща слагает ряд (?) складок необычного Ю-З—С-В простирания».

Таким образом, как видно из краткого приведенного геологического обзора участка курорта Арзни, последний расположен в области развития наиболее молодых комплексов пород—глинисто-мергелистой свиты верхнего эоцена, вулканогенного олигоцена и четвертичных лав. Эти породы как бы выполняют глубокий прогиб или широкую синклиналь, расположенную между гористыми цепями на северо-западе и юго-востоке, сложенными породами палеозоя и мела.

## Геология Арзнинского участка

Переходя к описанию непосредственно Арзнинского участка, можно видеть, что он занимает центральную часть района, геологическая характеристика которого схематично была изложена выше.

Древнейшими представителями этой системы является свита гипсоносных светлых, зеленовато-серых, желтоватых глин и мергелей с прослоями комковатых известняков и плотных, иногда глинистых, песчаников, относимых В. В. Богачевым к сарматскому времени, а К. Н. Паффенгольцем (35) к верхнему эоцену (см. чертежи №№ 2, 3, 4, 6, 7, 7а и 8).

Первый выход осадочных пород встречается немного южнее с. Аширабад, на левом склоне ущелья р. Занги, где река делает крутой поворот к западу и снова быстро приобретает первоначальное меридианальное направление.

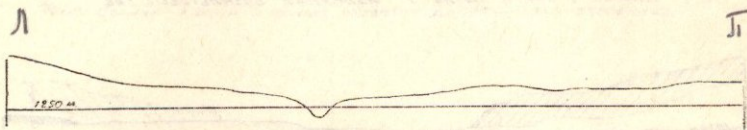
У описанной излучины левый склон прорыт неглубокой, круто поднимающейся на плато балочкой. Последняя образована ливневыми водами, прорезавшими себе русло на стыке двух лавовых потоков. Продукты выноса ливневых вод, бурно скатывающихся во время дождей, а также обвалы отклонили здесь реку к западу, образовав конус выноса.

Метров на 50 выше уровня реки, на левом склоне балки, обнажается бурая песчано-глинистая порода; эти песчанистые глины обнажаются в склоне и ниже, на террасе, поднимающейся над рекой на 20—25 метров. Последняя, в основном, сложена серией осадочных пород и протягивается вплоть до курорта.

Сквозь чахлый травяной покров, покрывающий ее, во многих местах проглядывает разрушающаяся щебенка плотных, сланцеватых глин, куски песчаников, комковатого и оолитового известняка. Выше склона (образованного осадочными породами) лежит отвесно обрывающаяся стена базальтового покрова (олигоцен).

Правый берег у излучины носит иной характер, он сложен андезито-базальтовыми покровами, спускающимися почти к реке и лишь южнее он отступает от последней несколько к западу, уступая место широкой задернованной террасе.

СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ УЩЕЛЬЯ В ЗАНГИ НА  
УЧАСТКЕ АРЗНИ.



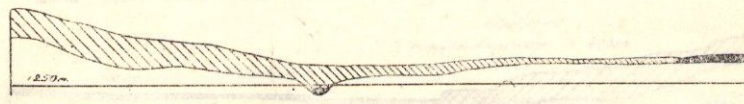
Фиг. 1. Долина р. Занги до лавовых излияний.



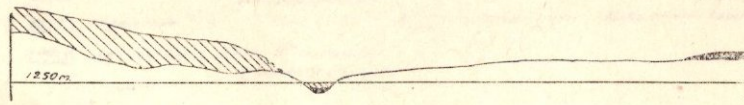
Фиг. 2. Долина р. Занги после 1<sup>го</sup> излияния андезито-базальтовых лав.



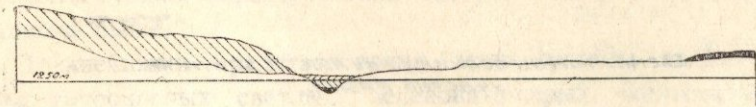
Фиг. 3. Долина р. Занги в конце 1<sup>го</sup> эрозийного цикла.



Фиг. 4. Долина р. Занги после 2<sup>го</sup> излияния андезито-базальтовых лав.



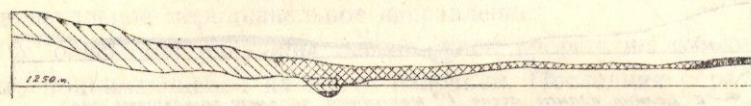
Фиг. 5. Долина р. Занги в конце 2<sup>го</sup> эрозийного цикла.



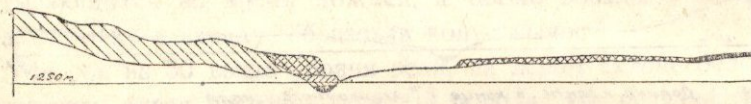
Фиг. 6 Долина в Зянги после 1<sup>го</sup> излияния базальтовых лав



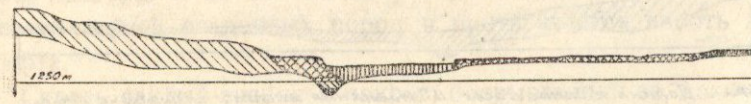
Фиг. 7 Долина в Зянги в конце III<sup>го</sup> эрозионного цикла



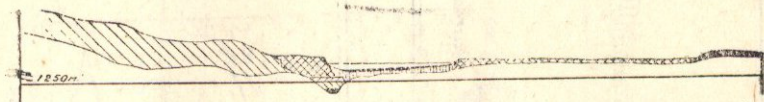
Фиг. 8 Долина в Зянги после II<sup>го</sup> излияния базальтовых лав



Фиг. 9 Долина в Зянги в конце IV<sup>го</sup> эрозионного цикла



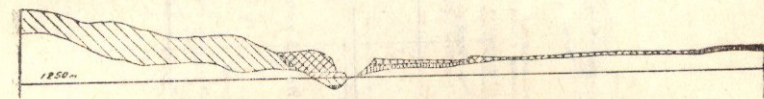
Фиг. 10 Долина в Зянги после излияния кварцевых андезито-базальтов



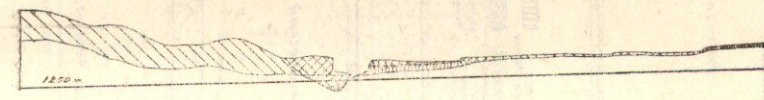
Фиг. 11 Долина Занги в период развития диатомитовых бассейнов.



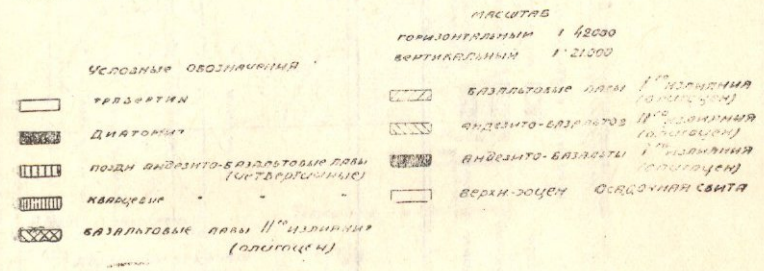
Фиг. 12 Долина в Занги после излияния пооднейших андезитов-базальтов.

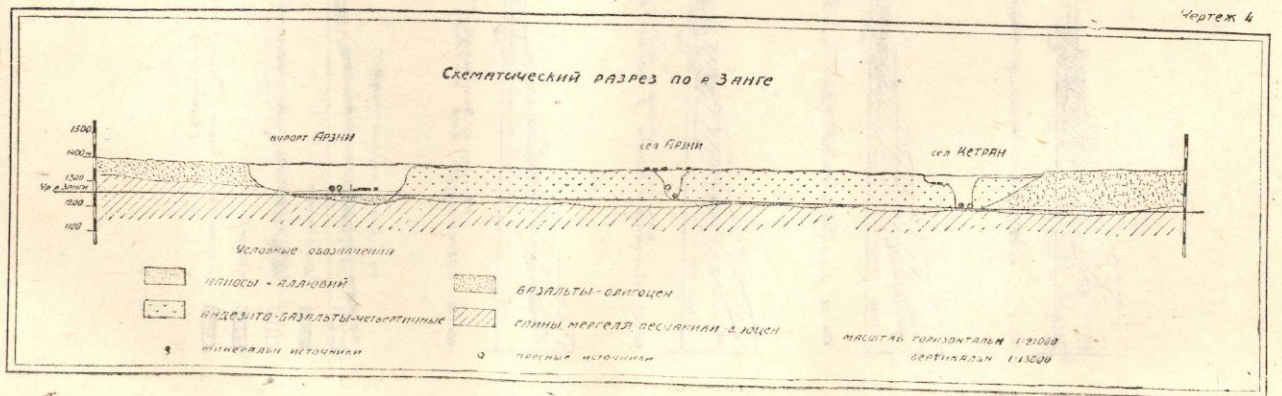
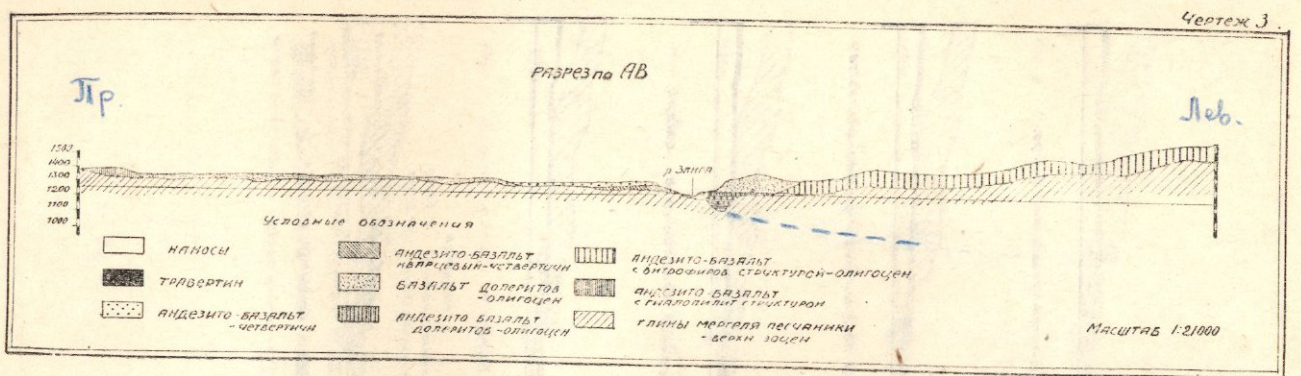


Фиг. 13 Долина в Занги в конце последнего эрозионного цикла.



Фиг. 14 Современный вид долины в Занги

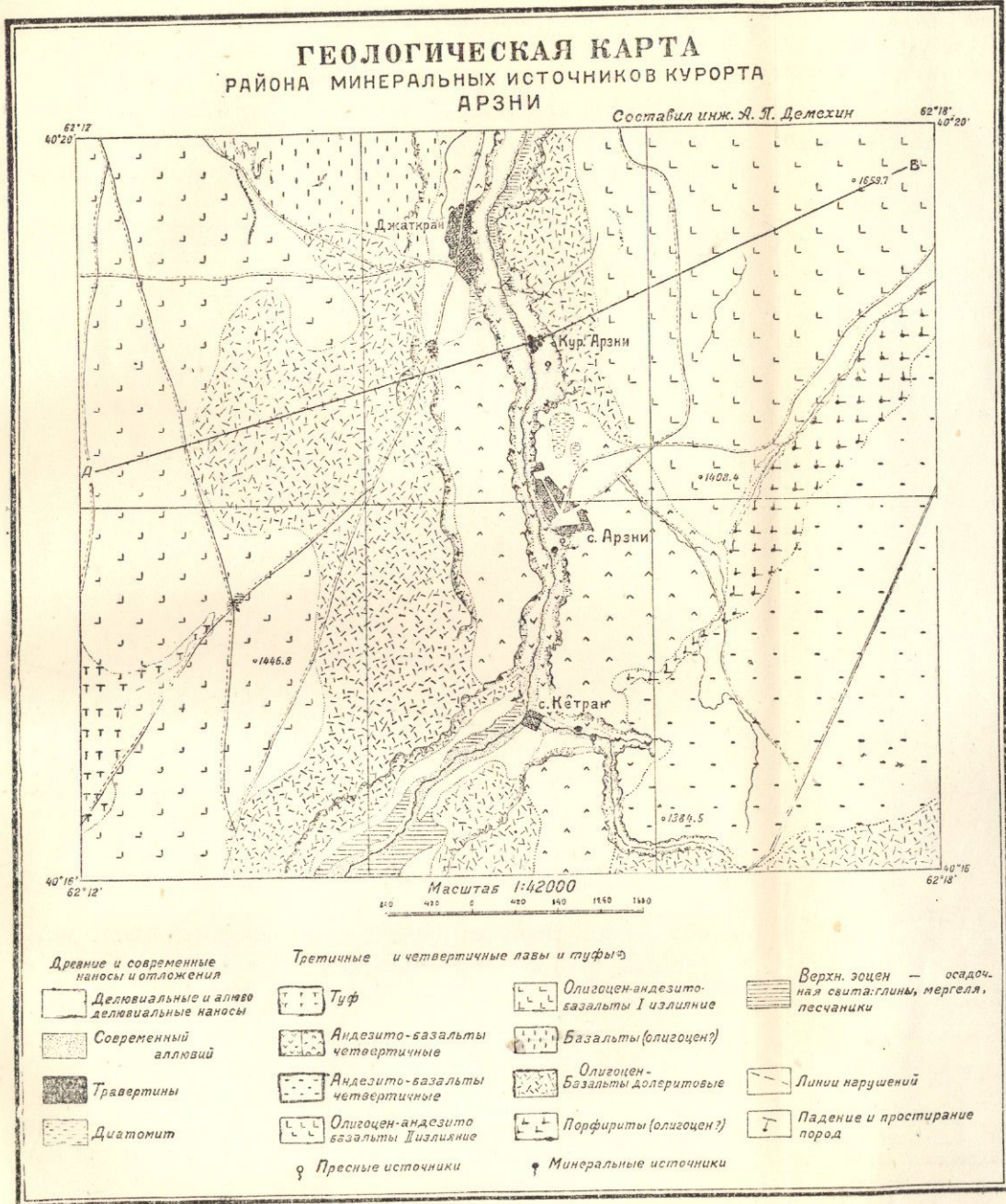




# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

## РАЙОНА МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ КУРОРТА АРЗНИ

Составил инж. Я. Л. Демехин



Древние и современные наносы и отложения

Делювиальные и аллювиальные наносы

Современный аллювий

Травертины

Диатомит

Третичные и четвертичные лавы и туфы

Туф

Андезито-базальты четвертичные

Андезито-базальты четвертичные

Олигоцен-андезито-базальты Дицлияние

♀ Пресные источники

Олигоцен-андезито-базальты I излияние

Базальты (олигоцен?)

Олигоцен-базальты долеритовые

Порфириды (олигоцен?)

♀ Минеральные источники

Верхн. эоцен — осадочная свита: глины, мергеля, песчаники

Линии нарушений

Падение и простирание пород

Масштаб 1:42000

Осадочные породы на правом берегу появляются уже в районе курортного участка. Имеющиеся их выходы чрезвычайно разрознены и с трудом позволяют составить более или менее полное представление об этой толще пород.

Литологически они чрезвычайно разнообразны и состоят, главным образом, из мергелистых глин, преимущественно зеленовато-серых и зеленых оттенков, слоев песчаника и извест-

чертеж N 5



няков, мощность последних, обычно, невелика. Глины довольно часто содержат зерна марказита, в плоскостях напластования часто находятся скопления гипса в виде мелких кристаллов.

Залегание этих пород выдерживается хорошо (по замерам в районе курорта). Простираение северо-восточное, падение Ю-В  $135^{\circ}$ — $145^{\circ}$  под углом от  $7^{\circ}$  до  $38^{\circ}$ . Уменьшение угла падения наблюдается при движении к югу.

На участке курорта, на левом берегу, эти породы прослеживаются почти до центральной части курорта. Далее к югу они опускаются и, повидимому, уходят довольно глубоко.

На правом берегу, на курортном участке эта же свита узкой полосой прослеживается вдоль берега и также опускается на южном конце участка.

Мощность свиты полностью установить не удастся, но поскольку скважина № 4-а, заложенная на правом берегу, против травертинового щита на глубине 160 метров, вскрывала породы этого же комплекса, можно полагать, что мощность их достигает значительной величины.

По своему характеру эти породы относятся к отложениям пресноводных бассейнов. Встречаемые известняки представлены ракушниками, мергелистыми и глинистыми разностями. Судя по глинам, отложение их происходило в спокойных бассейнах. В самой породе, наряду с глинистыми частицами, часто встречается мелкозернистый песок и в некоторых глинах присутствует «глиняная галька», указывающая лишний раз на характер бассейна и близость берега.

В таких прибрежных обособленных заливах и бассейнах шло также образование зерен марказита. Наконец, наличие большого количества песчаников и растительных остатков в них говорит о том, что здесь имелись бассейны, изобиловавшие мелкими заливами, часто мелевшими, благодаря чему создавались условия для развития растительности.

Южнее курорта осадочные породы снова появляются из-под наносов в устье р. Егун-арх, впадающей слева в р. Зангу у с. Кетран.

Глины прослеживаются буровой скважиной и в шурфе (заложенном в связи со строительством деривационного канала Канакерской ГЭС). По своему характеру породы чрезвычайно похожи на глины и песчаники, обнажающиеся в Арзни.

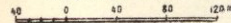
В 700 метрах ниже устья р. Егун-арх (на левом берегу р. Занги), на высоте 15—20 метров над рекой снова проглядывают зеленые известковистые глины, показывающие чрезвычайно разнообразное залегание. В. В. Богачев намечает здесь две синклинали с меридианальной осью (1).

На правом берегу немного выше с. Кетран обнажаются

# ГЕОЛОГО-ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
















## КУРОРТА АРЗНИ

Масштаб 1:4000

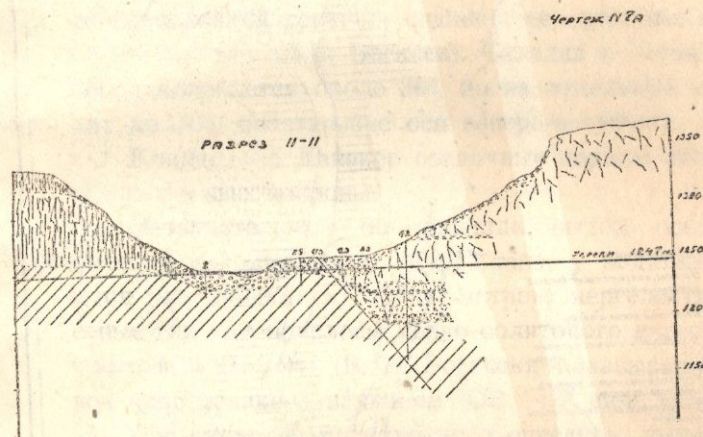
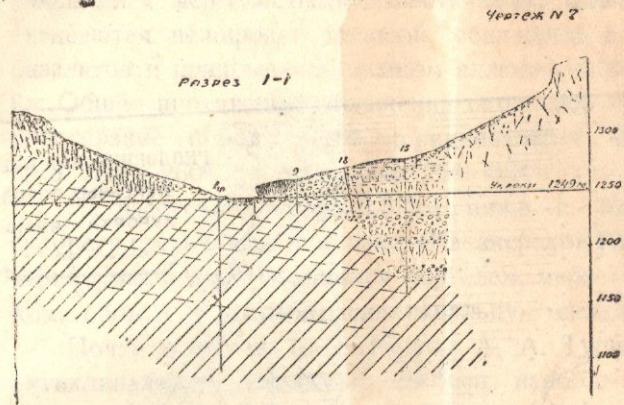


1937 г.







### ОБОЗНАЧЕНИЯ

-  Селевые выносы
-  Делювий
-  Аллюво-дельтавий /террасовые отложения /
-  Аллювий
-  Травертин
-  Песчаный песок и пепел
-  Диатомит и диатомитовые глины
-  Андезит-базальт четвертичный
-  Кварцевый андезит-базальт четвертичный
-  Базальт долеритовый олигоцен
-  Верх. эоцен  
глины, мергеля с прослоями известняка и песчаника
-  Линии нарушений
-  Падение и пространство перед
-  Пресные источники
-  Минеральные источники

Составил инж. Я. П. Делехин



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.

|   |                                 |   |   |
|---|---------------------------------|---|---|
|  | ДЕЛОВИЙ                         |  | СЛАНЦЫ И АМФИБИТ-СИ-<br>ЗИЛТЫ - ЧЕТВЕРТЧНЫЕ         |
|  | АЛЮВИЙ СОВРЕМЕННЫЙ И<br>ДРЕВНИЙ |  | СЛАНЦЫ И АМФИБИТ-СИ-<br>ЗИЛТЫ - ОЛИГОЦЕН            |
|  | ТРИЛЕРТИН                       |  | ГЛИНЫ, СЕРПЕНТИН, ПЕСЧАНИКИ И<br>ДРУГИЕ ВОЗН. ЗОЦЕН |

МАСШТАБ 1:4000

те же осадочные породы, представленные глинами, прослаивающимися мергелистыми известняками. Выходы пород протягиваются неширокой полосой, обнажаясь из-под андезитобазальтов и прикрываясь плащом аллювиальных наносов у реки. Общее протяжение обнажения около 600 м, намечающееся простирание пород почти меридианальное, азимут падения Ю-З  $255^{\circ}$ — $260^{\circ}$ , угол падения  $25^{\circ}$ — $32^{\circ}$ .

На расстоянии около 2,5 км ниже с. Кетран, в левом склоне, в стенке полки канала (Канакерской ГЭС) наблюдается серия глин, прослаивающихся мергелем, мергелистым известняком, образующих снова синклиналию складку.

Почти в 3,5 км от с. Кетран А. А. Турцев (1) намечает антиклинальную складку и, наконец, наиболее крупная и хорошо сохранившаяся антиклиналь намечается южнее второй дистанции Канакерстроя, т. е. в 8 км от с. Арзни, у с. Канакер. Это—хорошо прослеживаемая складка, сложена сланцеватыми глинами, зачастую гипсоносными песчаниками с зажатой прослойкой горючих сланцев, содержащих отпечатки рыб *Clupea lanceolata* (В. В. Богачев). Складка пологая, угол падения пород колеблется около  $30^{\circ}$ , но на отдельных участках доходит до  $70^{\circ}$ , простирание оси северо-восточное.

Южнее, у с. Канакер осадочные породы уходят под наносы и лавовые покровы.

Незначительный по площади выход осадочных пород имеется у подножья г. Мурад-тапа, у родника, где обнажаются (на площади в 700 кв. метров) мергелистые зеленоватосерые глины с прослоем мелко-оолитового известняка с *Sugena*, *Ostracoda* и *Hydrobia* (В. В. Богачев), показывая северо-восточное простирание с падением ЮВ  $142^{\circ}$ , под углом  $37^{\circ}$ .

Как видно из приведенного описания, выходы осадочных пород в глубоком каньоне реки Занги являются своеобразными «окнами», проливающими свет на геологическое строение этого участка, похороненного под лавовыми покровами.

Вопрос возраста описанных пород долгое время оставался невыясненным. В. В. Богачев, работавший здесь в связи с геологическими изысканиями по постройке ГЭС Севано-Зангинского каскада, отнес всю описанную свиту пород к сарма-

ту, расчленив ее на средний и верхний сармат на основании найденной и определенной им фауны. К среднему сармату им отнесены так называемые арзнийские слои, отложения, получающие развитие на участке Арзни—Кетран, охарактеризованные *Apodonta arzniana* n. sp., *Melanopsis kleini* Kurr., крупные *Unio* n. sp., *Planorbis* sp., *Bithinia gregaria*, *Hydrobia* sp., и в слоях глинях отпечатками растений.

Южнее с. Кетран В. В. Богачев устанавливает еще один стратиграфический горизонт, охарактеризованный *Mactra* (*Mactra bulgarica* Toula, *M. caspia* Eichw., *Melanopsis kleini* Kurr. и крупные *Helix bilunis*) и относимый им к верхне-сарматским морским отложениям.

Однако работами К. Н. Паффенгольца за последние годы в стратиграфию района внесены существеннейшие изменения. Им установлено, что отложения олигоцена получают в пределах Армении огромное развитие, причем представлены они двумя фациями; мергельно-глинистой и вулканогенной, связанными между собой рядом различных переходов.

В пределах Арзнинского участка получает распространение исключительно вулканогенная фация олигоцена, представленная долеритовыми базальтами, слагающими плато левого склона ущелья р. Занги на участке курорта.

Эти выводы К. Н. Паффенгольца приняты нами за основу стратиграфии участка. При данной концепции коренным образом меняются возрастные соотношения осадочных пород, установленные В. В. Богачевым.

К. Н. Паффенголец по данному вопросу пишет: «в виду отчетливого залегания указанных пород под покровом базальтов нижнего олигоцена их миоценовый возраст явно исключается. Плохая сохранность фауны не дала В. В. Богачеву возможности точно ее определить.

Лучшие экземпляры моих сборов, а также сборов С. Т. Тигранян и Т. А. Джербашян, определены А. К. Алексеевым не как мактры, а как *Corbula* sp.; видовое определение их, вследствие плохой сохранности (ядра), пока затруднительно.

Ясное стратиграфическое положение их под долеритовыми базальтами нижнего олигоцена не оставляет сомнения в их верхнеоценовом возрасте.

Среди флоры, собранной летом 1935 года в песчаниках основания указанной толщи выше курорта Арзни по левому берегу Занги, И. В. Палибиным определены: *Zelcova Ungeri* (Kov.), *Populus mutabilis* Heer, *P. balsamoides* Goepf., *Betula pnisca* Ett., *Ulmus Bronnii* Ung., *Podogenium Knorii* Heer, *Caesalpinia europaea* Ung., *Persea princeps* Schimp. и *Carpinus* sp. Эта флора для определения возраста не является характерной, так как имеет большое вертикальное распространение.

По левому же берегу р. Занги, ниже с. Кетран, безвременно скончавшимся горн. инж. С. Е. Айвазяном в 1924 году были встречены фауна пластинчатожаберных и флора. Среди последней И. В. Палибиным были определены *Glyptostrolus europaicus* Brongn., *Quercus elaena* Ung., *Salix angustata* Heer, *Cassia ambigua* Heer., *Populus mutabilis* Heer, *Juglans acuminata* A. Br. f. *latifolia* Heer, *Laurus primigenia* Ung. (?) *Cinnamomum scheuchzeri* Heer. Эта флора также не характерна в отношении определения возраста включающих слоев, но И. В. Палибин указывает, что она во всяком случае древнее той флоры, которая была обнаружена в основании соленосных толщ Армении» — (нижний олигоцен по К. Н. Паффенгольцу).

В вулканогенной формации Арзнинского участка принимают участие лишь андезито-базальтовые и базальтовые лавы. Кислые лавы сюда не проникли, они обнажаются у реки Занги, севернее Арзни, несколько выше сел. Нурнус.

Последовательность излияний лав — вопрос сложный и спорный, поэтому в нашем очерке дается лишь относительная хронология излияний для участка Арзни и указывается в некоторых случаях возможная принадлежность лав к тому или другому очагу.

Весь комплекс лавовых покровов, прослеженных как в естественных обнажениях, так и по скважинам, можно по времени подразделить на лавовые покровы олигоцена и четвертичные (согласно концепции К. Н. Паффенгольца).

#### Лавовые покровы олигоцена

Древнейший покров лавы принадлежит потоку, выходящему к ложу древней Занги и вскрытому на левом берегу реки буровой скважиной № 15, на глубине 76 метров (на отметке 1204,30 м), мощность его около 20 метров. По внешнему виду

эти лавы представляют собой породу черного цвета, плотную пузыристую. Петрографическая характеристика их следующая.

Структура — порфировая, основная масса — гиалопилитовая. Текстура — с многочисленными пустотами (пузырями).

Основная масса гиалопилитовой структуры составляет около 80—95% всей массы породы и состоит из микролитов плагиоклаза ряда андезин-лабрадор, величиной около 0,01 — 0,02 мм и меньше, в виде лейст и прямоугольников (последние в незначительном количестве).

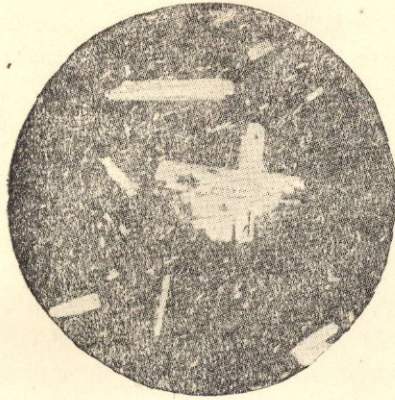
Из темных минералов микропироксеновые зерна в небольшом количестве, вплавленные в темно-бурое стекло и мельчайшие зерна магнетита.

Местами в шлифе наблюдается флюктуационность. Фенокристы представлены кристаллами плагиоклаза удлиненной формы и табличками с зонарным угасанием ряда андезин-лабрадора величиной до 1,2 мм и зернами монопироксенов от 0,3 мм до 1,3 мм. Порода — андезитобазальт (фото 5). Этого же типа лавы занимают западную часть участка, протягиваясь в виде полосы с севера на юг, лежащей приблизительно на отн. 1365,5 м (640 с.) с общим понижением к югу. Петрографически такими же лавами сложена г. Мурад-тапа и отдельные холмы в северной части участка (фото 6).

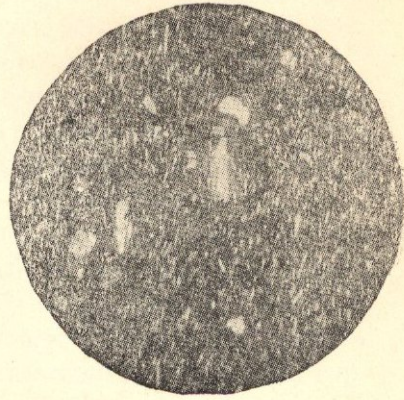
Допуская, что андезитобазальты, вскрытые в нижней части буровой № 15, и лавы г. Мурад-тапа принадлежат одному покрову, можно предположить, что это один из первых лавовых потоков, заливших древнюю долину р. Занги и размывтый последующей эрозией (чертеж № 1 — схема формирования ущелья р. Занги, фиг. 2 и 3).

Лавы последующих излияний снова вскрываются той же скважиной на глубине 33,8 м (отн. 1246,50 м), в древнем ложе реки. Эта же лава обнаружена и в буровой № 42, расположенной на одной линии с буровой № 15 у подошвы базальтового обрыва левого берега. Описываемые лавы состоят из двух покровов, петрографически однотипных и разделенных между собой слоем галечника и валунов мощностью около 7 мет.

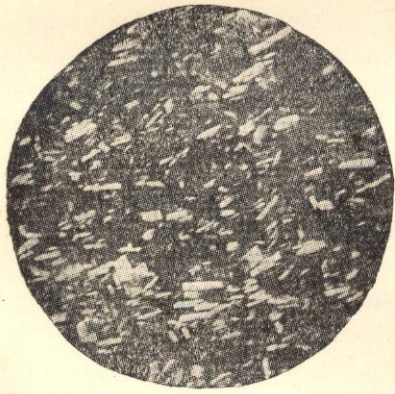
Макроскопически лавы верхнего покрова представляют



5



6



7



8

породу серого цвета, плотную, мелкопузырчатую; в нижнем покрове лавы более темные, мелко и сильно пузырчатые.

Под микроскопом они однотипны и дают следующую картину (фото 7). Структура витрофирная. Текстура — с мелкими пустотами (пузырями). Основная масса состоит, главным образом, из толстых прямоугольников, реже мелких лейст плагиоклаза (двух генераций) ряда андезин-лабрадора.

Фенокристы составляют небольшую часть объема породы и представлены монопироксенами (преимущественно авгит), достигающими величины до 1,4 мм. В шлифе рассеяны мелкие вкрапленники магнетита. Порода — андезито-базальт.

Лавами этого же типа (фото 8) сложены холмистые высоты, лежащие в северо-северо-восточной стороне участка, начиная с отметки 1387 м (650с.), поднимаясь до 1658,8 м (777,6 с.). Лавовые потоки, двигавшиеся, вероятно, с востока, залили долину реки после предшествовавшей длительной, глубокой эрозии (см. схему формирования ущелья чертеж № 1, фиг. 4 и 5).

Следующий по возрасту лавовый покров вскрывается буровой № 15 на глубине от 12 м до 29,50 м (абс. отмет. 1268,30 м — 1250,80 м) и представляет собой породу темно-серого цвета, пузыристую, с редкими, мелкими миндалинами цеолитов. Микроскопически она характеризуется следующим образом. Структура — долеритовая, переходящая в некоторых случаях в интерсертальную. Основная масса — плагиоклазы, в виде полисинтетических двойников ряда андезин-лабрадора, с преобладанием в сторону андезина. Плагиоклазы двух генераций. Из темных минералов — монопироксены (преимущественно авгит), в виде неправильных зерен, заполняющих пространство между кристаллами плагиоклаза. В значительном количестве в шлифе рассеян магнетит. Отдельные пустоты выполнены лучистыми цеолитами. Порода — долеритовый андезито-базальт (фото 10).

Интересно залегание этого лавового покрова; последний обнаруживается лишь только в скважине № 15, ни в буровой № 42, расположенной в этом же ряду (у левого склона), ни в котловане газового завода эта лава не обнажается, хотя сопоставляя абсолютные отметки, она должна была бы вы-

ходить. В данном случае приходится допустить, что буровая № 15 вошла в древнее эрозионное ущелье, образованное в базальтовом покрове и выполненное позднее андезито-базальтовой лавой (рассматриваемого типа). О наличии древних эрозионных форм под лавовыми потоками можно найти подтверждение почти во всех работах исследователей, изучавших эти районы. Да и непосредственно на курортном участке, на правом берегу, почти против травертинов можно видеть древнюю балку, выполненную более поздними андезито-базальтовыми лавами (фото 9), возможно, связанную с погребенным ущельем, обнаруженным скважиной № 15 на левом берегу.

Сравнительно более молодые базальтовые лавы имеют значительное распространение, слагая в частности на курорте Арзни левый обрывистый склон ущелья, представляющий собой целый ряд отдельных покровов мощностью от 2 до 5 м каждый. Общая мощность (видимая и вскрываемая буровыми скважинами) этих лав в ущелье достигает до 130 м. По внешнему виду они представляют породу от серого до почти черного цвета, иногда зернистую, некоторые потоки имеют пустоты, выполненные цеолитами. Отдельность их разнообразна. Встречаются крупная коротко-столбчатая, достигающая в поперечнике до 1—1,5 м, параллелепипедальная и сфероидальная (в нижних покровах). Под микроскопом лавы этого типа дают следующее. Структура — долеритовая. Основная масса занимает 75—80% объема породы и состоит из лейст плагиоклаза ряда лабрадора. Величина кристаллов достигает до 1,5 мм. Из темных минералов — оливин в прекрасно развитых кристаллах, доходя по величине до 2 мм. Во многих случаях зерна оливина приобрели желтую или красную окраску и целиком замещены иддингситом. Мелкие округлые зерна монопироксенов (авгит преимущественно) выполняют пространство между кристаллами плагиоклаза. В шлифе обычно рассеян магнетит в значительном количестве. Из вторичных минералов — кальцит и хлорит. Порода — долеритовый базальт (фото 11).

Излияния лав этого типа следовали в одном случае одно за другим без значительного промежутка времени, в другом — периоды затишья были чрезвычайно длительны и в течение



Ф. Древнее эрозионное ущелье, залитое позднейшими лавами.

их на поверхности покровов накапливались довольно мощные песчано-глинистые отложения, доходившие, судя по данным скважины № 15, до 2—4 м. Последние наносы играют огромную роль в вопросе гидрогеологии района. По возрасту базальтовые лавы можно разбить на две части.

Ранние потоки базальтовых лав образовали нижние горизонты этой толщи, в них эрозионные процессы и создали ущелье, выполненное позднее андезито-базальтовой лавой описанного уже типа. Более поздние базальтовые лавы изливались в виде ряда последовательных потоков. Петрографически они идентичны (см. схему формирования ущелья реки Занги, чертеж № 1, фиг. 6, 7, 8 и 9).

О длительности перерыва в излиянии лав нижних горизонтов и верхних говорит не только выявленное ущелье, но и то обстоятельство, что здесь за этот период успели накопиться мощные наносы, лежащие на нижних покровах и служащие водоупором для водоносного горизонта, обнаруживающегося на курортном участке в виде родников.

Описываемые базальтовые лавы (по крайней мере верхние горизонты) заняли долину р. Занги широкой полосой.

Этими лавами сложено левобережье Занги в районе курорта и выше его. В конце курортного участка краевая часть этого покрова уходит к востоку и к нему впритык подходят андезито-базальты более молодого возраста. Снова появляются эти базальтовые лавы в ущельи, на левом берегу уже ниже с. Кетран, и в виде отдельных холмов они уходят на восток.

На правом берегу описываемые базальты образуют широкую ровную террасу, лежащую на отметке 1365,5 м (640 с.), протягивающуюся вдоль р. Занги. В районе курорта и с. Арзни к ней со стороны ущелья прилегают более молодые андезито-базальтовые лавы, образуя вторую террасу, расположенную на отметке 1348,5 м (632 с.), представляющую закраину зангинского каньона.

Почти напротив с. Кетран базальты выходят в ущелье и образуют отвесный обрыв высотой 65 м, сложенный рядом отдельных покровов (см. геологическую карту, черт. № 2).

### Четвертичные лавовые покровы

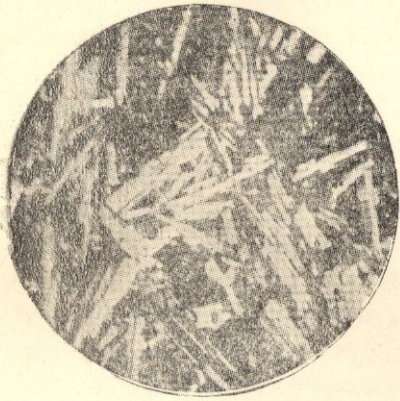
Более позднее излияние андезито-базальтовых лав заполнило речное русло в виде длинного потока, протянувшегося по долине. Лавовому излиянию предшествовала снова длительная и глубокая эрозия, и поток в некоторых случаях ложится, повидимому, непосредственно на осадочные породы (см. схему формирования ущелья р. Занги чертеж № 1, фиг. 10).

До некоторой степени показателем глубины и длительности эрозии является мощность самого покрова, достигающая в ущельи до 80 м. Внешне он резко выделяется хорошо развитой отдельностью.

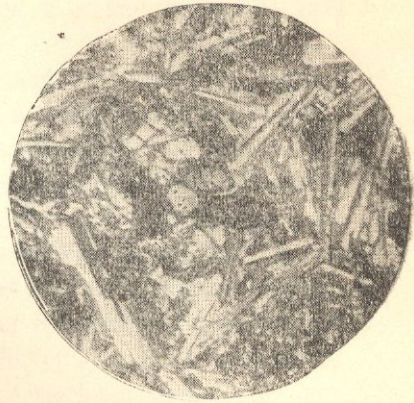
Нужно отметить, что андезито-базальтовые лавы последующих излияний чрезвычайно похожи на описываемый поток и несут ту же характерную столбчатую отдельность 3-х видов. Верхняя часть описываемого лавового потока имеет крупную столбчатую отдельность, отдельные полиэдры которой достигают до 1,5 м в поперечнике. Мощность отдельности этого вида достигает  $\frac{1}{5}$  общей мощности всего покрова. Центральная часть потока имеет брекчиевидную отдельность, как ее называют здесь некоторые исследователи, вернее, однако, она представляет в основном неправильные, тонкие, вытянутые и изогнутые полиэдрические столбики, дающие при разрушении своеобразную поверхность, напоминающую брекчию. Мощность отдельности этого типа раза в два больше верхней, крупностолбчатой. Нижняя часть потока в нормальных условиях равна по мощности средней или несколько меньше ее и имеет опять столбчатую отдельность с полиэдрами, достигающими до 0,5—0,75 м в поперечнике.

Центральная часть лавового покрова, несущая неправильно-полиэдрическую отдельность, является наиболее устойчивой при дезинтеграционных процессах и образует характерные выступающие карнизы, нависающие над нижней столбчатостью. Лавы этой отдельности являются и наименее водопроницаемыми среди остальных ее видов.

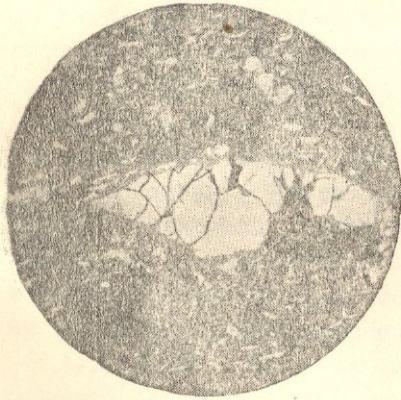
Последняя отдельность хорошо, обычно, развита в мощных покровах и, повидимому, обязана своим образованием



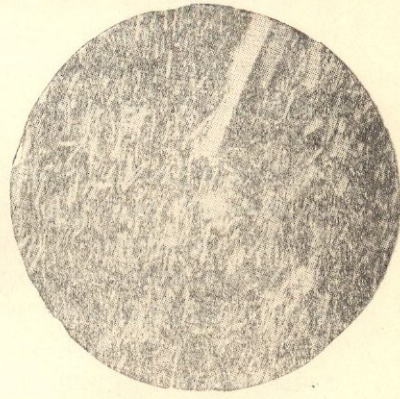
10



11



12



13

тому положению, в котором она находится, занимая серединную часть лавового потока. При остывании последнего, когда его нижняя, верхняя и боковые поверхности уже достаточно остыли, образовав характерную столбчатую отдельность, внутренняя часть, менее остывшая, сохраняла еще некоторое время свое поступательное движение, изгибая и вытягивая образующиеся здесь столбики, давая в конечном результате описываемую нами отдельность.

Макроскопически лавы этого типа представляют породу серого цвета, переходящую иногда в лиловато-бурую, слегка пузыристую. Характерным признаком ее является наличие небольших вкрапленников водяно-прозрачного кварца (возможно санидина?) в виде округлых зерен, что и позволило выделить ее в отдельный тип — кварцевый андезито-базальт. Под микроскопом он выглядит следующим образом. Структура порфировая. Основная масса интерсертальная, переходящая иногда в гиалопилитовую. Текстура—слабо-пузыристая, местами заметна флюктуационность. Основная масса занимает до 95% всей породы и состоит из лейст плагиоклаза ряда андезина, редко андезин-лабрадора величиной от 0,9 мм до 0,1 мм и меньше. Из темных минералов—мелкие зерна монопироксенов, вплавленных в светло-коричневое стекло, около последних группируются мелкие скопления магнетита. Фенокристы представлены моноклинным пироксеном, величиной от 0,4 мм до 1,2 мм, плагиоклазами величиной до 1,2 мм. Встречающиеся кристаллы кварца (?) окаймлены во многих случаях оторочкой из мелких кристаллов пироксена (повидимому авгит) (фото 12).

Лавы этого типа встречены А. С. Гинсбергом (9), работавшим в экспедиции Академии Наук по изучению бассейна оз. Гокча, на северном склоне Ахмангана. Аналогичные андезито-базальты описаны и П. П. Гамбаряном в районе с. Тутия; последние выделены им в особую группу и отнесены к потоку, изливавшемуся со стороны Ахмангана (4).

Описанные лавы, имеющие, повидимому, чрезвычайно большое распространение, залили в виде языка эродированное ложе реки, причем в районе курорта они слагают правобережье, в то время как левый берег сложен базальтами оли-

гоцена. Таким образом, современная река пропилила покровы на их контакте. Ниже курортного участка река течет в каньоне, сложенном уже исключительно андезито-базальтами рассматриваемого типа. Эти же лавы слагают нижнюю часть ущелья р. Егун-арх.

Наконец, последним лавовым потоком, залившим долину Занги на участке Арзни и имеющим довольно значительное распространение, являются андезито-базальты, покрывающие почти везде только что описанный кварцево-андезито-базальтовый покров (см. схему формирования ущелья р. Занги, чертеж № 1, фиг. 11, 12 и 13).

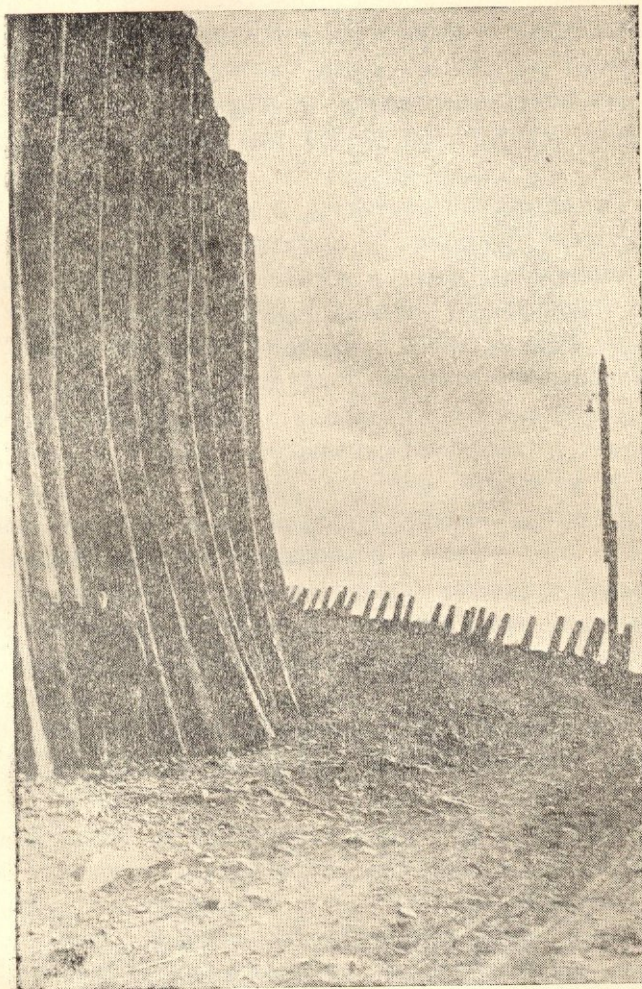
Излияния последних андезито-базальтов происходили, возможно, в два приема и в их покрове нами насчитывается два потока. Внешне они чрезвычайно напоминают предшествовавшие лавы, имеют ту же характерную прекрасно-развитую столбчатую отдельность (фото 14) трех видов. Макроскопически они представляют породу серого цвета, слегка пузыристую. Под микроскопом она имеет порфиристую структуру, основная масса интерсертальная, состоящая из лейст плагиоклаза ряда андезина и микрозерен пироксенов. В большом количестве по шлифу рассеяна сыпь магнетита. Хорошо выражена флюктуационность.

Вкрапленники редки и представлены зернами пироксенов до величины 0,5 мм, вытянутыми кристаллами плагиоклаза до 1,6 мм длиной (фото 13).

Изливавшиеся лавы в виде потока двигались, вероятно, с севера на юг по долине Занги, заливая развитые в ту пору диатомитовые бассейны (у с. Джаткран) и галечные террасовые отложения (у кур. Арзни).

Этими андезито-базальтами сложена вся правобережная широкая терраса, лежащая на отметке 1348,5 м (632 с.) над ущельем курорта, а ниже последнего эти лавы образуют закраину каньона в обоих склонах, простираясь до устья р. Егун-арх у с. Кетран; южнее р. Занга вступает в ущелье, сложенное базальтами.

Таким образом, увязывая все описанные покровы ущелья с выходами лав этого же типа на плато, распределяя, может быть, условно их по времени, намечается геоморфологиче-



14. Столбчатая отдельность андезито-базальтов  
(на спуске к курорту).

ская картина формирования ущелья р. Занги, объясняющая некоторые вопросы гидрогеологии пресных и минеральных вод, о которых речь будет идти ниже.

Остается еще упомянуть о трех изолированных лавовых потоках, из которых первый представляет черную, очень плотную породу, с редкими крупными вкрапленниками полевого шпата. Под микроскопом она представляет следующее. Структура порфировая, основная масса состоит из буровато-серого стекла с намечающимися, трудно определяемыми кристаллитами, представляющими собой, повидимому, начатки кристаллизации.

Вкрапленники редки и представлены крупными таблитчатыми кристаллами плагиоклаза с зональной структурой ряда андезина, величиной до 2,3 мм и реже вытянутыми кристаллами базальтической роговой обманки, величиной 1,4 мм. Порода—роговообманковый порфирит. Описываемый покров образует длинную вытянутую гряду, протягивающуюся в северо-восточном направлении, к востоку от ущелья Занги. Судя по тому, что залегание описываемых порфиритов, повидимому, нарушено, можно считать, что они относятся к наиболее древним вулканогенным породам района—олигоцену.

Второй покров принадлежит к лавам типа андезито-базальта и занимает в пределах нашего участка небольшую площадь, обнажаясь у шоссе Ереван—Дилижан, получая в юго-восточном направлении вероятно уже значительное распространение.

Третий покров принадлежит к типу базальтов и занимает маленький участок несколько северо-восточнее сел. Джаткран.

В заключение необходимо упомянуть о серовато-коричневых и красновато-бурых туфах, лежащих в пониженной части ложбины, расположенной к СЗ от г. Мурад-тапа. Последние являются наиболее молодым элементом серии вулканогенных пород нашего участка, если не упомянуть еще о небольших скоплениях пемзовых песков, лежащих в некоторых местах на, а в других под верхним лавовым покровом (у с. Джаткран и на кур. Арзни).

Пемзовые пески, обнажающиеся на участке курорта, у дороги, на спуске к последнему, имеют характерную косую слоистость. Отсутствие в них гравия или гальки, а также углы падения слоев, колеблющиеся в пределах от  $2^{\circ}$  до  $14^{\circ}$ , характерные для наветренной стороны барханов, указывают, что эти пески появились в ущельи в результате сноса песка с плато. Однако, в более низких частях скоплений песка возможно действовала и вода, так как здесь имеем горизонтальную слоистость с тонкими глинистыми прослойками.

Коснемся некоторых вопросов геоморфологии района и возраста лавовых покровов.

Лавовые излияния, похоронившие древний ландшафт осадочных пород, несомненно, повторили основные его черты и современный рельеф несет на себе следы ушедшей эпохи.

Надо полагать, что древний рельеф в пределах рассматриваемого участка не носил характера гористой, сильно расчлененной области. Те скудные данные, которыми мы располагаем, говорят обратное. На водораздельном плато между р. Абараном и р. Зангой осадочные породы выходят лишь на второй террасе, над зангинским каньоном у курорта и у подошвы Мурад-тапы, подымаясь всего на отм. 1365,5 м (640 с.).

На востоке мы встречаемся с выходами осадочных пород далеко за пределами нашего участка, у побережья оз. Севан. Общий характер западного склона Ахмангана дает постепенный подъем к востоку так, что лавовые потоки, изливавшиеся с Ахмангана, двигались к востоку и западу по спокойной поверхности, осложненной, вероятно, в некоторых случаях, неглубокой изрезанностью и отдельными нарушениями в виде холмов и гряд, встречавшихся по пути движения лав. Повидимому, и реки в ту пору несли на себе следы дряхлости, имея широкие, хорошо разработанные долины.

Такова была и долина р. Занги, заливавшаяся лавовыми потоками в различное время и из различных вулканических очагов в период их деятельности (как это наглядно показывает прилагаемая схема формирования ущелья), являясь в период затишья вулканической деятельности полосой, куда в силу пониженного рельефа сбегали метеорные воды, образыв-

вавшие вначале многочисленные озера, перепруженные лавами бассейны, где развивались диатомеи. Позднее, по мере накопления воды, бассейны могли соединяться, образуя одну широкую реку, получавшую движение уже в пониженную часть страны. Молодая образовавшаяся река начинала энергично работать над углублением своего ложа.

Эти эрозионные циклы были неоднократны и, повидимому, были тесно связаны с эпейрогеническими движениями области.

В. П. Ренгартен, разработавший хронологическую схему четвертичного периода для Сев. Кавказа, на основании изучения террас долины р. Ассы, вполне допускал мысль о повторных сводообразных поднятиях области Кавказских гор, являвшихся причиной смены эрозионных циклов (36).

Последнему исследователю удалось эрозионные формы долины р. Ассы увязать с ледниковыми эпохами четвертичного времени.

К. Н. Паффенгольц аналогичную хронологическую схему разработал для террас р. Восточный Арпа-чай, увязав эпейрогенические движения области и лавовые излияния с периодами оледенений и межледниковыми эпохами (32).

В бассейне р. В.-Арпа-чай К. Н. Паффенгольцем констатировано пять лавовых покровов четвертичного времени, из которых первый «располагается на заметно дислоцированных верхнетретичных и нижнечетвертичных отложениях. Последний лежит на нижней галечной террасе, а промежуточные три покрова расположены на трех вышележащих речных террасах, отражающих стадии жизни реки».

Далее тот же автор указывает: «лавовые покровы приурочены к поверхности террас, имея в основании галечники и нигде не покрыты ими. Очевидно излияние лав было приурочено только к концу циклов эрозии» (32).

На Арзнинском участке видно, что лавовые покровы в некоторых случаях перекрываются галечниками. Таким образом, если циклы эрозии связываются с наступавшими периодическими поднятиями страны, а последние сопровождались нарушениями и излияниями лав, то в данном случае можно

наметить такие периоды, когда к концу цикла эрозии область испытывала движение обратного порядка, т. е. опускалась и на лавовые покровы ложился галечник.

На возможность таких движений указывает К. Н. Паффенгольц на основании перемещений снеговой границы в области Большого и Малого Аг-дагов на Ахмангане (32).

Таким образом, вопрос стратиграфии лав этого участка значительно осложняется и для разрешения его требуется изучение более обширного района. Переходя к вопросу возраста лав, можно сказать, что повидимому четвертичные излияния принадлежат к позднему времени, и К. Н. Паффенгольц прав, когда указывает, что «конец деятельности вулканов Армении, вероятно, уже видел человек и может быть миф о разрушенных городах Моз и Алагез в бассейне р. В.-Арпа-чай связан с последними вспышками вулканической деятельности» (32).

#### Позднейшие осадочные образования

**Диатомиты.** К позднему осадочным образованиям можно отнести диатомиты. Отложения последних встречаются как на лавовых покровах, так и под ними (четвертичными покровами). Несомненно, что в данном районе неоднократно повторявшиеся лавовые излияния создавали благоприятную обстановку для образования многочисленных, изолированных пресноводных бассейнов, при чем образование последних шло в различные периоды затухания вулканической деятельности.

К числу отложений наиболее ранних диатомитовых бассейнов Арзнинского участка можно отнести залежи диатомита, обнажающегося у с. Джаткран, на правом и левом берегах реки, к позднему—диатомит, лежащий поверх андезитобазальтовых лав у с. Арзни.

Отдельные панцири диатомей джаткранского месторождения имеют ланцетообразную, дискообразную, лодочкообразную и иглообразную формы и принадлежат к видам *Symbella*, *Eunotia*, *Navicula* и др., резко отличаясь от диатомей месторождения у с. Нурнус типа *Melosira*.

Выходы диатомита у с. Джаткран расположены в верхних частях обоих склонов ущелья, приблизительно на одной

высоте, что наводит на мысль об общности бассейна и на одновременность его образования, хотя решительно этого утверждать нельзя. Несомненно лишь одно, что как в первом случае, так и во втором, мы имеем краевые зоны диатомитовых бассейнов, вскрытых и размытых рекой.

Позднейшие диатомиты, лежащие на левом плато у с. Арзни, имеют небольшую мощность и прослаиваются ракушняком с *Dreissensia diluvii*. В подошве диатомит имеет бурую глинистую породу—наносы и перекрывается горизонтальными слоями галечника. Характер диатомей чрезвычайно схож с диатомеями джаткранского бассейна, также резко отличаюсь от нурнусского типа. Собранные данные позволяют установить, что данный диатомитовый бассейн относится к числу самых молодых и что он частично смыт речными водами. Обнажающиеся диатомиты представляют лишь его остатки, сохранившиеся в пониженных частях.

Несколько неясного происхождения является диатомит, вскрытый некоторыми скважинами на курорте Арзни, на глубине около 30 м, на коренных осадочных глинах. Являются ли это остатки самостоятельных диатомитовых бассейнов или это переотложный диатомит,—сказать трудно. Встреченные диатомеи принадлежат к виду *Melosira* и сходны с нурнусскими.

П. П. Гамбарян, работавший в районе с. Нурнуса в связи с разведкой на диатомит, указывает, что последний подстилается зеленовато-серыми глинами. Сравнивая диатомеи курорта Арзни, вскрытые скважинами, с нурнусскими, устанавливается полное сходство в их типе и можно прийти к заключению, что в данном районе существовал ряд древнейших бассейнов, расположенных непосредственно на глинах и населенных диатомеями, резко отличными по типу от позднейших.

Образование диатомитовых залежей представляет большой интерес с точки зрения геохимии.

В. В. Богачев дает им следующее объяснение: «Силикат, отвечающий вулканическому стеклу, устойчив в условиях гипабиссальных. Он же в наземных условиях оказывается неустойчивым и должен перейти в другие более устойчивые сис-

темы. Таковыми являются модификации глины, некоторые хлориды, карбонаты и сульфаты.

Поэтому вулканический пепел, пемзы и лавы легко выветриваются. Известная часть переходит в раствор, но при слабой концентрации и дислокации эти слои соли не могут сохраниться. Происходит сложная химическая реакция, в которой одной из промежуточных фаз является биохимический процесс—жизнь диатомитовых водорослей. В результате обмена и энергетического процесса мы получаем, так сказать, выравнивание, нейтрализацию раствора—выпадение кремнезема в виде массы панцирей диатомей, отмывание щелочей в виде легко растворимых солей с выносом их в морские или бессточные бассейны с осаждением глинистых частиц и дальнейшим круговоротом кальция» (1).

**Аллювий, делювий и травертины.** Эти отложения являются позднейшими образованиями, которые продолжают накапливаться и в настоящий момент. Аллювиальные наносы резко разграничиваются по возрасту. Древний аллювий в виде довольно мощных прослоев, достигающих нескольких метров, обнаружен буровыми скважинами в Арзни, в древнем ложе реки. В данном случае эти прослои появляются на границе двух смежных лавовых потоков и свидетельствуют о жизненных этапах древней реки.

Более поздние отложения галечника встречаем на древних речных террасах, расположенных выше каньона. Некоторые из них прослаивают лавовые потоки, как, например, слой галечника, лежащего на диатомите у с. Джаткран, на правом берегу реки, покрываемый в свою очередь андезито-базальтовым покровом. Видимая мощность его невелика, но все же достигает от 0,5 до 1,5 м и состоит из цветных туфогенов, кварца, обсидиана, базальта, темных сланцев и др. пород.

Галечник небольшой мощности лежит на лавовом покрове правого берега, непосредственно на андезито-базальтах, образующих плато над каньоном, а на левом берегу, у с. Арзни поверх маломощных скоплений диатомита с *Dreissensia diluvii*. На верхних террасах галечник почти не сохранился.

Более молодые отложения находятся в каньоне. На уча-

стке курорта намечаются три террасы (см. геолого-литологическую карту). Мощность их определить затруднительно, но все же ориентировочно она колеблется от 3 до 10 м.

Современный аллювий выполняет русло реки. Мощность его различна—на участке курорта она достигает в среднем 6 м, у с. Арзни на оси плотины, построенной для Канакерской ГЭС, мощность речных наносов, по данным буровой скважины (№ 1), заложенной Армводхозом в 1928 г. (при изыскании под плотину), достигает, повидимому, более 21 метра (скважина остановилась в наносах). По внешнему виду наносы представляют иногда довольно плотную, цементированную глиной, породу.

В пойменной террасе к речным отложениям примешивается делювий, образуя смешанный тип наносов—аллюво-делювий (выделенный на геолого-литологической карте).

Довольно обширное распространение получает покров делювия на плато, наибольшей же мощности этот тип наносов приобретает на склонах, где выходят осадочные породы, и у подошвы лавовых обрывов, представляя собой огромные глыбы, достигающие в объеме до нескольких кубических метров, перемешанные с более мелкими кусками и бурой глиной. В каньоне реки, при отвесно обрывающихся склонах, делювиальные осыпи прикрывают нижнюю часть обрывов в виде довольно подвижных крупно-щебневых скоплений. Образование последних дает, обычно, брекчиевидная отдельность лавовых покровов. В некоторых случаях делювий так же, как и аллювий, прослаивает лавовые покровы и, как было уже указано выше, соответствует периодам затишья вулканической деятельности и накоплению наносов, иногда довольно значительных по мощности. К этому же типу относятся и песчано-глинистые отложения, вскрытые буровой № 15 на глубине 10 метров.

### Травертины

Травертиновые отложения минеральных вод образуют обширные мощные скопления лишь в районе кур. Арзни (фото 15). Все же остальные выходы минеральных источников у

сел. Аркел, с. Арзни и с. Кетран отложениями травертина не сопровождаются.

Травертины Арзни занимают значительную площадь и представляют собой в настоящее время две террасы, из которых верхняя поднимается в среднем до отметки 1280 м, площадь ее равна 4000 кв. м, нижняя имеет высшую отметку 1265 м и к югу понижается до отметки 1260 м, отвесно обрываясь к реке. Площадь нижней террасы равна около 8000 кв. м.

Выходы минеральной воды приурочены к полосе между описанными травертиновыми террасами.

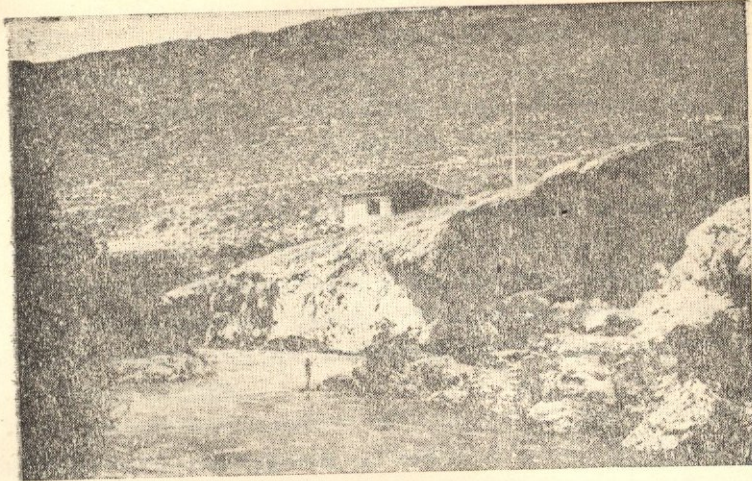
Характер травертиновых отложений дает ясную картину последовательных наслоений туфа то в виде крупных грубых слоев, то в виде тонких натечных форм. Это постепенное наслаивание позволяет наметить три купола, представляющих собой, повидимому, древние выходы минеральной воды, впоследствии закупорившиеся своими же отложениями. Наиболее мощный купол намечается на верхней травертиновой террасе. Замеренное залегание слоев травертина оконтуривает его довольно хорошо:

|               |     |   |     |               |     |   |     |
|---------------|-----|---|-----|---------------|-----|---|-----|
| 1. Падение СЗ | 325 | ∠ | 25° | 4. Падение ЮЗ | 270 | ∠ | 14° |
| 2. » СЗ       | 310 | ∠ | 20° | 5. » ЮЗ       | 260 | ∠ | 17° |
| 3. » СЗ       | 305 | ∠ | 17° | 6. » ЮЗ       | 210 | ∠ | 15° |

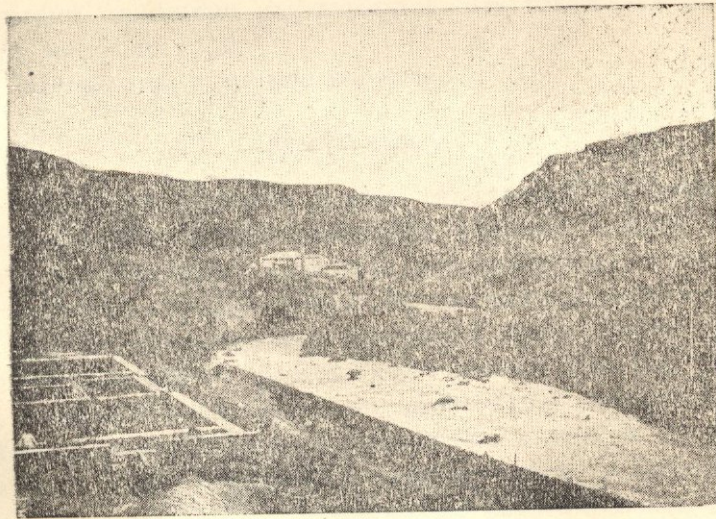
Приведенные замеры дают полное представление о форме купола, примыкающего на востоке к подошве склона ущелья и спускающегося на запад (к реке).

Два остальных купола менее интересны, они расположены на второй травертиновой террасе; наиболее крупный из них расположен немного западнее источника № 1.

Изучая этот участок, удалось установить, что верхняя и нижняя части травертинового покрова некогда представляли собой один общий щит, часть которого, обращенная к реке, была подмыта ее водами, вследствие чего произошел разлом щита и нижняя подмытая его часть осела, сдвинувшись в сторону реки. Наиболее сильно отошел к реке южный край щита, как это видно из геологической карты. Осевшая часть



15. Травертиновый щит, обрывающийся к р. Занге (Арзни).



16. Излучина р. Занги у травертинового обрыва. Осевший щит травертина оттеснил реку к правому берегу.  
(Снято по течению реки).

травертинов оттеснила реку несколько к западу, и последняя образовала небольшую излучину (фото 16).

Разлом щита произошел как раз вдоль обрыва древнего базальтового и андезито-базальтового покрова, через который переливалась минеральная вода, образовав на нем в течение долгого времени огромный, натечный травертиновый щит.

В подтверждение такого предположения, кроме общего строения травертинов, говорящего в его пользу, являются речные наносы, которые были вскрыты скважинами под нижним щитом, и, наконец, самое расположение минеральных источников, выходящих среди наносов и разрушенного травертина по линии разлома.

На западе щит отвесно обрывается к реке. Мощность обнажающихся травертинов доходит до 10 м. Крупные глыбы травертина, лежащие в реке у обрыва, говорят о том, что размеры травертинового щита были значительно больше существующих, и одновременно указывают на разрушительную работу реки.

К этому типу отложений относятся, повидимому, и известняки, обнажающиеся на ступени между двумя верхними террасами, лежащими над курортом. Эти известняки белого цвета, имеющие поры.

Залегание их возможно нарушено.

## ТЕКТНИКА

Переходя к тектонике района, естественно, что внимание концентрируется на тех небольших участках каньона реки Занги, где обнажается осадочная верхне-эоценовая свита.

Перейдем к рассмотрению пликтивных дислокаций.

Породы, обнажающиеся на курорте Арзни, охарактеризованные пресноводной фауной, дают падение ЮВ под углом 38°, последний в юго-восточном направлении уменьшается и в котловане для старой электростанции достигает всего 7°. Эта свита пород, повидимому, намечает собой юго-восточное крыло антиклинали. Однако, несколько южнее бур. скв. № 21 (в 130 м), в шурфе вскрыты песчаные породы с залегани-

ем—простираение СВ  $45^{\circ}$ , падение СЗ  $315^{\circ}$ , под углом  $26-27^{\circ}$ , т. е. с падением обратным при том-же простираении.

Обнажения коренных осадочных пород на плато у Мурадтапы снова дают падение на ЮВ  $142^{\circ}$ , под углом в  $37^{\circ}$ . Такая смена залеганий на небольшом участке связана, несомненно, с каким либо нарушением диз'юнктивного характера.

Ниже курортного участка осадочная свита глубоко опускается под лавовые покровы и снова появляется на дневную поверхность у с. Кетран.

На протяжении от с. Кетран до с. Канакера свита осадочных пород образует ряд небольших синклинальных складок с меридианальным простираением и, наконец, хорошо выраженную антиклиналь, представляющую собой простую симметричную складку северо-восточного простираения, с падением пород на крыльях от  $30$  до  $70^{\circ}$ .

Далее к югу, за пределами нашего участка, П. П. Гамбаряном намечаются еще складки,—так называемая шорбулагская, так-же симметричная, того-же простираения, с падением пород на крыльях до  $30^{\circ}$ , затем гарничайская, пересекающая реку того-же названия у с. Агбаш. Наконец, горной цепью между вершиной Алахвер и массивом Боз-Бурун намечается еще одна антиклиналь—ведичайская. Таким образом как Арзниинский участок, так и район к югу от него представлял когда-то холмистую страну с целым рядом складок северо-восточного простираения, являющегося для данной области исключением, так как севернее озера Севан и к югу от него простираение горных цепей и складок параллелизуется с общим кавказским северо-западным направлением.

Возраст складкообразования относится к крупной орогенической фазе верхне-эоценового времени (пиренейская по Штилле). В значительной степени, по данным К. Н. Паффенгольца, несут на себе следы дислоцированности и лавовые покровы олигоцена. Большую роль в тектонике участка играют нарушения диз'юнктивного характера.

В истории развития взглядов на тектонику Армении одним из важнейших моментов является точка зрения Освальда. Последний указывает (29): «В Армении миоценовое складкообразование перешло предел пластично-

сти, и на обширном пространстве Армянского нагорья появляются трещины разлома, разбивающие область на отдельные глыбы (Landschollen), частично опустившиеся, частично поднятые вверх и надвинувшиеся друг на друга».

Среди направлений, по которым произошли разлом и нарушения, Освальд указывает следующие:

Кавказское направление, ориентированное СЗ—ЮВ.

К числу больших нарушений этого направления, расположенных сравнительно близко от нашего района, принадлежит депрессия среднего Аракса, представляющая собой, по утверждению Абиха, грабен.

Второе направление нарушений ЮЗ—СВ.

Наконец, большие разломы, по его мнению, идут в меридианальном направлении.

Линейное расположение некоторых вулканических очагов Армении и шлаковых конусов Ахмангана являются одним из аргументов последнего вывода Освальда. Академик Ф. Ю. Левинсон-Лессинг несколько критически относится к высказанному предположению, делая замечание следующего характера в отношении расположения указанных конусов Ахмангана.

«Шлаковые вулканы представляют вторичные паразитические конусы, возникшие на лавовых полях. Если скопление газов, давшее им начало, нашло себе выход в отдельных каналах, расположенных линейно, если это можно рассматривать как признаки трещин, то во всяком случае трещин вторичных и незначительных по своим размерам, трещин, возникших на лавовом покрове, а не предшествовавших ему» (22).

Расположение крупных вулканов Армении, по мнению Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, не является характерным для намечаемых меридианальных линий, так как во многих случаях это вводит некоторый момент искусственности. Более приемлемым и действительным являются направления СВ — ЮЗ и СЗ—ЮВ; на первом расположены наиболее крупные вулканы—Арагат, Тандурек, Сипан и Нимруд. Указанные направления совпадают с простиранием малоазиатских и иранских горных цепей.

Если Ф. Ю. Левинсон-Лессинг связывает лавы Ахмангана с рядом мелких центров извержения или мелкими второстепенными трещинами, то часть исследователей, работавших в районе лавового нагорья, все-же сходятся на том, что «выводными каналами этих лав послужила глубокая и длинная трещина в земной коре, простираение которой несомненно совпадает с простираем Ахманганского хребта» (39), т. е. меридианального направления.

В данном случае поднимается вопрос о том, насколько эти трещины, послужившие каналом для лавовых излияний, носят местный характер.

К числу нарушений, идущих с ЮЗ на СВ, А. А. Турцев относит прослеженную им глубокую депрессию в долине р. Занги, расположенную к югу от сел. Кахсы. «Опускание долины р. Занги—Зангинский грабен, который начинается у деревни Кахсы,—пишет А. А. Турцев.—имеет значительную протяженность и дальше на юг» (39). Нарушение этого-же порядка, по указанию того-же исследователя, намечается и в долине р. Абаран, лежащей на запад от Арзни.

Таким образом, наш участок, закрытый лавовыми покровами и дающий мало материала для изучения тектоники коренных осадочных пород, оказывается заключенным в рамки целого ряда намечаемых нарушений, охватывающих его со всех сторон. Естественно, конечно, что он не может быть изолированным,—нарушения того-же порядка несет и он.

Непосредственно на участке Арзни удастся установить, что после того, как глинисто-мергелистая свита была собрана в складки, здесь проявляются силы другого порядка, о чем свидетельствуют чрезвычайно развитые в районе трещины С-З простираения, разбивающие осадочные породы и часто несущие следы подвижек.

Песчаники, обнажающиеся в котловане для старой дизельной электростанции, дают следующие направления нарушений:

|    |              |    |      |         |    |            |
|----|--------------|----|------|---------|----|------------|
| 1. | Простираение | СЗ | 285° | падение | ЮЗ | 195° / 53° |
| 2. | »            | СЗ | 280° | »       | ЮЗ | 190° / 52° |
| 3. | »            | СЗ | 285° | »       | ЮЗ | 195° / 68° |

Нарушения этого-же направления прослеживаются и буровыми скважинами, так как с ними связывается появление минеральной воды в коренных породах на правом берегу, в то время как главный очаг минеральных вод, несомненно, расположен к востоку.

Наконец, нарушения сбросового характера являются причиной различия в залегании пород в ущелье и на плато.

Возможно, что с нарушениями этого направления, но большого масштаба, связано намечающееся линейное расположение вулканических центров вокруг Арзнинского участка.

На этих-же линиях расположены выходы некоторых минеральных источников.

Таких тектонических линий намечается несколько (см. общую схематическую карту района—чертеж № 5). Они расположены на севере, северо-востоке и востоке от Арзни и проходят следующим образом.

1. Уч-тапа, Уч-тапаляр, Джан-тапа, Бугда-тапа, Богу-даг, далее к северо-западу эта линия совпадает с долиной р. Маман.

2. Кизил-даг, Инак-даг, Шиш-тапа.

3. Морохлу-тапа, Кара-даг. На эту-же линию попадают минеральные источники с. Бжни.

4. Нал-тапа, Агу-даг, Зиарет-кизил, Кетан-даг; на этой линии расположены минеральные источники у с. Озонляр и минеральные источники на р. Кичикай.

5. Айри-кар, Уч-тапа, Голгат.

Южнее аналогичных линий наметить не удастся, но это, конечно, не значит, что они отсутствуют. Не должно смущать и то обстоятельство, что такие мощные минеральные источники, как арзниские, выпадают из намеченных линий.

Разведочные работы, проведенные в Арзни, позволяют предполагать, что коренные выходы воды расположены восточнее или северо-восточнее существующих, являющихся дериватами их.

Петрографическое разнообразие лав, принадлежащих к одним и тем-же или различным очагам, расположенным на намеченных линиях, указывает на то, что вулканические вспышки происходили, вероятно, одновременно.

На аналогичную картину линейного расположения лакколлитов на тектонических нарушениях указывает А. П. Герасимов в районе Пятигорска на Сев. Кавказе (8).

Все описанные нарушения связаны с глубокими зонами земной коры и захватывают толщу осадочных пород, лежащую под покровом лав, т. е. относятся ко времени долаво-вых излияний.

В какой степени нарушения коснулись самих лавовых покровов, сказать трудно, но, повидимому, полоса древних порфиристов, обнажающихся к востоку от Занги, несомненно, несет следы нарушений.

Более молодых тектонических нарушений не наблюдается; правда, кое-где имеются трещины, достигающие значительных размеров, но они связаны скорее с сейсмическими явлениями.

К числу таких нарушений принадлежит трещина, расположенная на плато с восточной стороны ущелья курорта.

Простирание этой зияющей трещины северо-западное, ширина 1—1,5 м, видимая глубина 5—6 м. Последняя трещина глубоко сечет базальтовый покров и играет, повидимому, большую роль в вопросе появления минеральной воды на дневную поверхность.

## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

### Пресные воды

Вопросы гидрогеологии района определяются его геоморфологией и геологическим строением. Последнее, как уже известно, отличается огромным развитием андезито-базальтовых и базальтовых лав, занимающих значительные пространства по правому и левому берегам р. Занги. Они то и являются решающим геологическим фактором, определяющим судьбу вод.

На всем пространстве левобережья р. Занги от озера Севана до Арзни на плато зарегистрировано около 6 мест (у г. Инак-даг, с. Кыз-кала, с. Куйлы, с. Каракалы, Безыменного родника), где имеются слабые выходы воды с незначительным дебитом (максимум 0,4 л. у сел. Каракала).

Из указанных родников часть имеет непосредственный

выход на дневную поверхность, часть вскрыта колодцами на глубине до 10 м .

Химический анализ этих вод говорит о их слабой минерализации, являющейся характерной чертой для вод западного Ахмангана. Некоторое повышение минерализации воды в отдельных пунктах объясняется местным их загрязнением.

Однако, отсутствие родников на плато еще не говорит о безводьи этой части вулканического нагорья.

Его высотное положение, количество выпадающих осадков заставляют предполагать для западного Ахмангана наличие значительных запасов подземных вод.

Последние, действительно, вскрываются глубоким ущельем р. Занги, которое является дренажем для ахманганских вод, опускающихся глубоко вниз идвигающихся в лавовых покровах по подстилающей осадочной толще или вулканогенной свите пород.

Все огромное плато, лежащее к востоку от р. Занги, сложенное лавами, представляет собой холмы, бугристые гряды, усеянные осыпью крупных и мелких глыб. Распад лав при остывании на отдельность с одной стороны, дезинтеграционный процесс с другой во многих случаях создали картину дикого хаоса, и мощные каменные россыпи занимают иногда значительные площади. При таких условиях задернованность склонов невелика. По наблюдениям А. А. Турцева, 40 % склонов представлено каменистыми россыпями и обнаженными скалами.

Последнее обстоятельство, а также прекрасно развитая трещиноватость, обусловленная отдельностью, является основными факторами в вопросе распределения выпадающих осадков. По этому поводу А. А. Турцев пишет: «Прекрасная трещиноватость андезито-базальтового покрова позволяет нам рассматривать весь покров, как громадный фильтр, свободно опускающий воду в глубокие горизонты» (39).

Из трех факторов, играющих роль в балансе вод,—инfiltrация, испарение и сток,—первые два при наличии вышеизложенных условий имеют для данного района решающее значение.

Обилие каменных россыпей, отсутствие растительности, создают для испарения прекрасные условия. Как на фактор, влияющий в сторону его увеличения, А. А. Турцев указывает на темный цвет лав, являющихся аккумулятором солнечных лучей. Этим-же исследователем приводятся вероятные процентные соотношения между инфильтрацией и испарением, причем для первого дается 40 % и для последнего 60 %.

Сток, являющийся третьим фактором, в этих условиях не имеет большого значения.

Лавовые нагромождения и их трещиноватость являются непреодолимым препятствием для движущихся вод. Лишь в более низких и пологих частях, где лавовые покровы несут на себе иногда плащ наносов или где покровы имеют залившуюся трещиноватость, там они могут являться ложем для бурных ливневых потоков, скатывающихся по логам и балкам.

Еще одним фактором, играющим в балансе вод большую роль, является конденсация водяных паров воздуха. Последнее явление мало изучено, но в условиях Ахманганского хребта, при скоплении мощных россыпей и глыб, занимающих огромные пространства, конденсация должна иметь значительное место, являясь, возможно, регулирующим началом в вопросе дебита источников в летние и зимние месяцы.

Это те факторы, которые порождают обильные, мощные родники, вырывающиеся из-под лавовых покровов в глубоком Зангинском ущелье.

Обычно родники концентрируются в определенных местах, и эта приуроченность их к отдельным пунктам не является случайной, она, несомненно, связана с палеорельефом, с его древними эрозионными формами. Лавовые излияния заливали долины, водораздельные части, холмы, грубо повторяя рельеф области. Эрозионные процессы в периоды затишья вулканической деятельности снова энергично принимались за восстановление утраченных форм, так как пониженные части покрова, выполнявшие долины, являлись элементом, аккумулирующим и направляющим воду.

Прекрасным примером может служить древнее русло реки на участке Арзни, прослеженное буровыми скважинами, немного восточнее современного русла. Здесь можно наметать

несколько лавовых потоков, выполнивших это русло, причем отделяются они друг от друга довольно мощными слоями галечника.

Такие древние погребенные русла являются коллектором воды и водотоком под лавовыми покровами, создавая иногда довольно сложную схему движения воды в сторону зангинского каньона.

В одном случае имеем движущуюся воду между лавовыми покровами, различными по времени излияния. Водоупором здесь являются песчаноглинистые наносы, покрывающие более древний поток. В другом случае эти воды, опустившись глубоко вниз до подстилающих коренных осадочных пород, текут по последним, концентрируясь в древних эрозионных руслах. Обращаясь к первому случаю движения воды, нужно сказать, что иногда он может быть и осложнен следующим явлением. Наносы, покрывающие поток и являющиеся водоупором, могут быть местами размыты, и тогда циркулирующие воды опускаются вниз до следующего водоупора, создавая в этом случае как-бы этажное движение воды в лавовых покровах, что вероятно и имеем на участке Арзни.

К такому типу родников можно отнести помимо арзнинских и источники у с. Кетран и с. Озанляр.

Нужно сказать, что почти все источники зангинского ущелья вне Арзнинского курорта в силу характера древнего рельефа, условий питания и дренирующей роли каньона, сосредоточены у левого склона. Выходят они далеко за пределами рассматриваемого участка, поэтому их описания коснемся лишь вкратце.

В питании некоторых родников северной части каньона значительную роль играет, несомненно, фильтрация воды из озера Севан. Это особенно касается группы родников, выходящих у с. Рендамал и с. Караван-сарай с дебитом до 1,24 км<sup>3</sup>/сек.

Наличие фильтрации вод из озера у с. Еленовки и к западу от последней доказано гидрохимическими исследованиями и буровыми работами А. П. Соколова (38).

Вероятно, конечно, и то, что в питании родниковых

вод Караван-сарая играют первейшую роль и ахманганские инфильтрационные воды.

Самыми южными родниками, питающимися до некоторой степени за счет севанских вод, по мнению А. А. Турцева, являются многочисленные родники на участке Арзакенд—Гюмуш, к числу последних принадлежат и пресные родники у с. Озанляр, изливающиеся в пойму реки.

Родники с. Караван-сарай и источники участка Арзакенд—Гюмуш, по А. А. Турцеву, принадлежат одному мощному потоку,двигающемуся от Ахмангана к западу и разделяющемуся у сел. В.-Ахты на два рукава барьером, созданным древним рельефом.

Северная ветвь представляет собой каравансарайские родники, южный-же поток изливается на участке Арзакенд—Гюмуш.

Если химический состав воды северного потока несет на себе влияние подмешивающихся севанских вод, то южный поток это испытывает в незначительной степени, так как здесь сказывается длина пути и в питании его доминирующее значение принадлежит уже ахманганским водам.

В питании более южных родников воды Севана, повидимому, роли уже не играют.

Следующими обильными родниками являются нурнусские. Выходы воды приурочены к концу андезито-базальтового покрова. Водоупором, повидимому, являются наносы, покрывающие более древние кислые лавы. Как самый выход родников, так и покров андезито-базальтовых лав вытянуты в виде языка, указывая лишний раз на то, что воды приурочены к пониженной части древнего рельефа, в данном случае к древней ложщине.

Дебит, по данным М. П. Казакова, достигает до 170 л/сек и температура до 7°C (15).

Областью питания последних родников является район, лежащий к востоку от их выхода. При чем А. А. Турцев с большим сомнением относится к мысли о том, что в питании их могут принимать участие ахманганские воды. М. П. Казаков, занимавшийся гидрогеологическим исследованием в низовьях Занги, считает, что питание нурнусских родников не

может быть связано только с покровами андезито-базальтовых лав, имеющих в районе Нурнуса незначительное распространение.

По его мнению, не может восполнить расход родников и район г. Кетан-даг, лежащий к востоку, так как при подсчете количества осадков, выпадающих в первом и втором случаях, все-же дебит родников не покрывается.

М. П. Казаков считает, что главная масса воды поступает в виде инфильтрационных вод западного склона Ахмангана, вливаясь на северо-востоке в древнюю нурнусскую котловину (15).

Не отрицая участия в нурнусских родниках ахманганских вод, нам кажется, что подсчеты М. П. Казакова все-же страдают значительной неточностью. Учитывая количество осадков, Казаков принимает за норму осадки, выпадающие в Ереване (за последние три года), равные 313 мм, и из этой цифры исходит в своих расчетах, совершенно упуская из виду обычное повышение количества осадков с высотой, наблюдаемое в горных странах, причем это увеличение достигает значительных размеров.

Ф. П. Саваренский приводит следующие цифры прироста осадков: «для бассейна высокогорного озера Севан (Армения) — 3,7 мм на 10 метров повышения»<sup>1)</sup>.

И. В. Фигуровский принимает для Малого Кавказа в пределах Азербайджана 2,5 мм на 10 метров (41).

И если принять во внимание, что средняя абсолютная высота Еревана 900 м, а Нурнуса 1290 м, то количество осадков возрастает на 144,3 мм, что меняет и выводы Казакова в вопросе питания нурнусских родников.

Далее переходим к рассмотрению источников арзнинской группы, выходящих в районе курорта и у с. Арзни.

#### Источники курорта Арзни

Источник № 1 расположен у верхнего моста курорта Арзни на абс. отм. 1258 м.

Выход его приурочен к нижней пологой части склона, к

<sup>1)</sup> Ф. П. Саваренский. Гидрогеология. ОНТИ, 1934 г.

покрову делювия. Поскольку всего в 80 метрах от источника к СВ выходят коренные осадочные глины (эоцен), можно предполагать, что последние частично являются его водоупорным ложем. Дебит его колеблется в течение года от 16.200 до 38.750 литров в сутки. Температура изменяется в пределах от 12°C до 14,9°C.

Далее к югу, вдоль восточной стены котлована для газового завода имеется целый ряд выходов пресной воды. Последние выходят из аллюво-делювиальных наносов и переливаются через обнаженную стену базальтового покрова (олигоцен), уходящего южнее под травертин (фото 17). Дебит их замерить чрезвычайно затруднительно.

Источник № 2 расположен у северной стены старого разливного завода, на абс. отм. 1264,5 м. Выход воды приурочен к глыбам андезито-базальта, цементированного травертином. Дебит источника колеблется от 29.500 до 141.000 литров в сутки, температура от 12 °С до 14 °С в течение года.

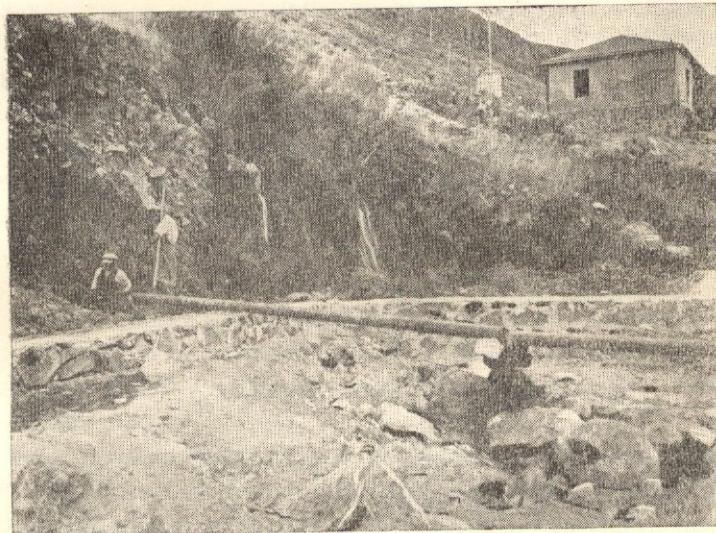
Источник № 3 находится в центре курортного участка, над нижним травертиновым щитом, на отметке 1275,5 м.

Выход воды приурочен к глыбовым развалам базальта (олигоцен). Дебит источника равняется в среднем 1 млн. литров в сутки, температура 13,9°—14,4° С. У источника устроен бетонный бассейн, от которого идут трубопроводы для питания котла ванного здания и жилых помещений правого берега.

Источник № 4 расположен к ЮВ от источника № 3, выходит также среди базальтовых глыб. Дебит в среднем достигает до 500.000 литров в сутки. Температура 14°—14,5°С. Нужно отметить, что весь этот склон, открывающийся в сторону курортных зданий и обращенный на юг, довольно сильно заболочен грунтовыми водами.

Источник № 5 расположен у буровой № 42, на отметке 1270 м. Дебит его около 200.000 литров в сутки. Температура 14°—14,5°С.

Несколько южнее, под буровой № 42 имеется еще несколько выходов источников, выбивающихся среди каменной россыпи, но все они принадлежат одному потоку, растекающемуся среди глыб.



17. Родниковые воды, переливающиеся по стене базальтов на левом берегу в котловане газово-розливочного завода.

Наиболее мощный выход расположен на отметке 1264 м и образует целую речку, дебит которой достигает до 7 млн. литров в сутки.

Снова слабые выходы воды появляются в балке за санаториумом, в конце курортного участка. Балка покрыта молодой древесной порослью.

Выходы воды приурочены к каменистым россыпям и, сбегая в тальвег балки, дают небольшой ручей.

Этим исчерпываются открытые выходы пресной воды курортного участка.

Все описанные источники принадлежат одному водному горизонту или, вернее, потоку, выходящему в районе курорта и являющемуся одновременно небольшой ветвью мощной подземной реки, движущейся в сторону с. Арзни, и изливающейся в его ущелье.

Водоупором для указанного горизонта вод являются песчано-глинистые наносы, покрывающие древние базальты, наносы в свою очередь перекрываются более поздними лавовыми излияниями. Эти песчано-глинистые отложения вскрываются буровой № 15 на глубине 10 м, мощность их достигает до 2 м.

Эта же буровая позволяет предполагать наличие вод, циркулирующих в наносах между отдельными лавовыми покровами на более глубоких горизонтах, причем таких горизонтов намечается до 5.

Это хорошо выявляется в приведенной ниже таблице № 6, где можно видеть резкие скачки в минерализации воды, увеличивающейся, в общем, книзу. Резкие колебания в минерализации оригинально увязываются с геологическим строением скважины № 15. В процессе работ можно было заметить, что минерализация, обычно, дает резкий скачек после погружения забоя скважины в новый лавовый покров, причем границей, разделяющей смежные разно минерализованные воды, является нижняя часть наносов, лежащих между лавовыми покровами, вероятно, более глинистая и песчанистая, отложившаяся первой после излияния лавы и относящаяся, возможно, к делювиальному типу.

ТАБЛИЦА № 6.

ТАБЛИЦА ХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ—ВОДЫ  
ПО БУРОВОЙ № 15

| № № проб | Наименов. буровой. | Глуб. скв. в м. | Сух. остат. в г/лит. | № № проб | Наимен. буровой | Глуб. скв. в м. | Сух. остат. в г/лит. |
|----------|--------------------|-----------------|----------------------|----------|-----------------|-----------------|----------------------|
| 1        | буров. № 15        | 16,22           | 1,470                | 12       | Буров. № 15     | 68,00           | 12,580               |
| 2        | » » »              | 25,00           | 7,100                | 13       | » »             | 70,04           | 12,704               |
| 3        | » »                | 30,00           | 7,465                | 14       | » »             | 75,00           | 13,500               |
| 4        | » »                | 39,00           | 8,522                | 15       | » »             | 77,31           | 13,316               |
| 5        | » »                | 41,00           | 8,900                | 16       | » »             | 79,74           | 13,200               |
| 6        | » »                | 44,00           | 9,148                | 17       | » »             | 86,14           | 13,316               |
| 7        | » »                | 49,00           | 9,848                | 18       | » »             | 89,81           | 12,600               |
| 8        | » »                | 53,00           | 9,848                | 19       | » »             | 95,49           | 12,600               |
| 9        | » »                | 57,00           | 10,500               | 20       | » »             | 99,77           | 13,400               |
| 10       | » »                | 61,97           | 10,380               | 21       | » »             | 102,50          | 13,200               |
| 11       | « »                | 64,31           | 12,220               | 22       | » »             | 120,08          | 13,316               |

Как видно из приведенной таблицы, обнаруженные воды принадлежат к типу сильно минерализованных, причем поскольку в происхождении арзникских минеральных источников играют роль пресные воды, можно считать, что намечающиеся резкие скачки в минерализации с глубиной связаны с различным количественным засолонением минеральными струями пресных вод, движущихся в наносах между лавовыми потоками, создавая этим как-бы этажное движение воды.

Заканчивая описание пресных источников курортного участка, необходимо упомянуть о водах, встреченных в позднейших деловиальных наносах и осадочных породах. Они, правда, незначительны по дебиту, но имеют значение в вопросе строительства.

К их числу принадлежат воды, обнаруженные скважинами на участке, расположенном за б. домом Спецлечсанупра на глубине 11—14,5 м. Дебит их небольшой, питание идет за счет воды, циркулирующей по коренной, осадочной глинистой толще, причем возможно, что она поступает со стороны балки, служащей ложем селава. Были обнаружены пресные воды и на правом берегу, в скважине № 1 (см. чертеж № 16),

на глубине 2,5 м, в буровой № 21 на 2,8 м и буровой № 22 на 1,61 м, т. е. на 0,10—0,50 м выше уровня реки. Вскрытые воды незначительны по дебиту и циркулируют в наносах по коренным осадочным породам, имея сток в сторону реки. Питание их идет за счет местных осадков, выпадающих на плато к западу от р. Занги.

Температура воды достигает до 11°C.

Наконец, пресные воды вскрыты скважинами в наносах пойменной речной террасы. Они, несомненно, уже связаны с речной водой.

Кратко остановимся на селевых потоках, возникающих после летних редких, но сильных дождей. Руслуями этих потоков являются неглубокие ложбинки, протягивающиеся на плато к востоку и обрывающиеся над зангинским ущельем в районе курорта.

Первый сброс этих вод происходит в верхней части участка в балку, лежащую за б. домом Спецлечсанупра, где селевыми водами образован конус выноса, отклонивший реку несколько к западу (см. геолого-литологическую карту, чертеж № 6).

Второй сброс происходит в балку, лежащую в нижней части курорта, где поток воды после ливней падает с высоты 40 м.

Перейдем к описанию пресных источников в районе с. Арзни.

Ущелье р. Занги у с. Арзни расширяется к востоку и образует как-бы большой глубокий амфитеатр, открытый в сторону реки. В северной части он образует глубокое, короткое ущелье, где и концентрируется первая и главная группа родников на протяжении 20 м. Намечающаяся впадина с южной стороны оконтуривает среднюю часть в виде выпирающего бугра, прикрытого лавовыми покровами. Здесь в южной ложбине выходит вторая группа источников с менее значительным дебитом. Вода последних растекается по склону, частично используется для питья жителями, частично идет на орошение.

Дебит северной группы родников достигает до 2,5 м<sup>3</sup> в секунду. Температура источника 9,5°C. Запасы воды в южной ложбине не исчерпываются наличием родников, выходящих

в реку. Последние земляные работы у портала туннеля деривационного канала Канакергэс'а вскрыли мощные родники, аналогичные источникам северной группы.

Присматриваясь к строению краевых частей амфитеатра, можно заметить, что как его правая сторона, так и левая дают одну картину.

Здесь мощный четвертичный лавовый поток кварцевого андезито-базальта, слагающий весь правый обрыв зангинского ущелья, прилегает к древнему склону, сложенному, вероятно, базальтовыми лавами олигоцена, покрытыми аллюво-делювиальными наносами. Современное ущелье вскрыло этот контакт и мощные Арзнинские родники.

Концентрированность последних, несомненно, связана с древним рельефом и, повидимому, с древней речной долиной.

Лавовые излияния олигоценового времени, заполнившие долину, повторили ее контуры в более слабых и сглаженных формах, наметив лишь основные ее черты. По одному такому древнему лавовому покрову, закрытому плащом наносов, и движется мощный поток арзнинских вод. Направление этой древней долины замаскировано позднейшими лавами, но можно думать, что оно совпадает с широкой ложбиной, протянувшейся от с. Арзни и с. Кетран к С-В, проходя несколько западнее строгов г. Гядис. Обе группы родников как у с. Арзни, так и на курорте, вероятно, принадлежат одному мощному потоку вод, движущемуся в намеченном направлении. Данными, позволяющими высказать такое предположение, являются следующие факты и соображения.

Подстилающей породой для родников, выходящих на курорте Арзни и у сел. Арзни, являются наносы, покрывающие древние базальтовые лавы.

Ниже курорта, на участке курорт Арзни — сел. Арзни, последние лавы отступают к востоку (см. геологическую карту Арзнинского района, чертеж № 2) и к ним прислоняется мощный поток кварцевых андезито-базальтов (четвертичных) с плотной брекчиевидной отдельностью в средней части, в силу чего эти лавы, повидимому, и являются своего рода подпорной стеной—барражем для подземных вод,двигающихся с запада, со стороны Ахмангана.

Одновременно эти-же лавы, отклоняя поток вод от первоначального направления, делят их на два рукава, из которых менее обильный отклоняется в сторону курорта, второй, более мощный, к югу, в сторону с. Арзни.

К этому-же горизонту, надо полагать, принадлежат воды обильного пресного родника, выходящего в устье реки Егунарх у с. Кетран, выбивающегося из осыпи у подошвы тех-же кварцевых андезито-базальтов, южнее которых снова появляются базальтовые лавы (аналогичные левобережным базальтам курортного участка), протягивающиеся в виде полосы на восток к с. Эйляр. Сопоставляя их с арзнинскими лавами, можно видеть, что они как-бы намечают собой широкую ложину, уходящую к востоку и открывающуюся в сторону реки, выполненную позднейшими четвертичными лавовыми потоками, под которыми и идут пресные воды, изливающиеся на участке Арзни—Кетран.

Остановимся на данных режима пресных источников курорта Арзни и наметим их генезис.

Ф. П. Саваренский по температурным признакам делит воды на три группы<sup>1</sup>.

К первой группе относятся воды с переменной температурой, изменяющейся по сезонам, ко второй—воды с постоянной температурой и к третьей—смешанные воды, температура которых зависит от смешения вод первой группы с водами второй группы.

Рассматриваемые родники относятся к первой группе, т. е. водам с переменной температурой, изменяющейся по сезонам, причем эта изменчивость присуща этим водам, конечно, не потому, что они залегают в непосредственной близости к дневной поверхности; арзнинские (курортные) родниковые воды циркулируют на значительной глубине. Их средняя годовая температура достигает до  $13,8^{\circ}\text{C}$ , не опускаясь ниже  $12^{\circ}$ , в то время как средне-годовая температура Арзни равна около  $9,5^{\circ}\text{C}$  (1926 — 32 г.г.), опускаясь в отдельные годы (1928 г.) до  $7,7^{\circ}$ . Возможно, что здесь на температуре прес-

<sup>1</sup>) Ф. П. Саваренский. Гидрогеология. ОНТИ, 1934 г.

ных вод сказывается термальное воздействие со стороны циркулирующих ниже минеральных вод, все-же, однако, надо полагать, что пресные воды арзнинских родников текут глубоко, повидимому, ниже зоны постоянной температуры, отражая на себе влияние сезонных колебаний лишь в силу условий, создающихся при вертикальной инфильтрации вод в области питания.

**Дебит.** Переходя к вопросу режима дебита пресных источников курорта, нужно отметить, что он тесно связан с выпадающими осадками. Прилагаемый график (см. черт. № 9) хорошо выражает эту зависимость, освещая еще один момент— это некоторое запаздывание максимума дебита арзнинских родников по отношению к выпадающим осадкам.

Это явление касается как пресных источников, так и минеральных.

Последнее обстоятельство указывает на отдаленность области питания родниковых вод, которая, по мнению А. А. Турцева и М. П. Казакова, занимает лавовое плато, раскинувшееся к югу от Кетан-дага, западный склон Гядиса и плато между Гядисом и р. Зангой. Участие в питании родников водою Ахмангана обоими исследователями отрицается. Препятствием для этого, по их мнению, являются конус Гядиса и палеорельеф, влияющий на направление движущихся вод Ахмангана, отклоняя их поток к югу в сторону Кырхбулагской котловины, куда вливаются и воды источников склона Гядиса.

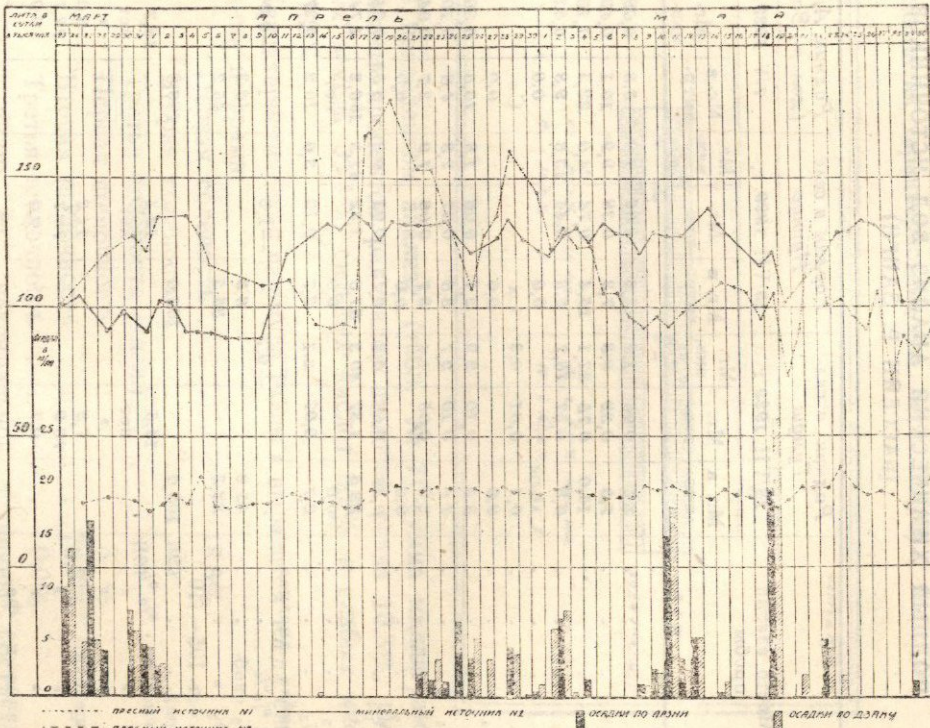
Однако, обильные родниковые воды, изливающиеся в ущелье Занги, заставляют думать, что в питании их принимают участие более обширные области, с более высокими абсолютными высотами, где огромная роль принадлежит явлениям конденсации.

Исходя из изложенных выше фактов, связанных с режимом источников, можно сомневаться в последнем положении, высказанном А. А. Турцевым. Обилие родников, их мощность, режимные данные позволяют предполагать, что их питание захватывает и склоны Ахмангана.

Коснемся вопроса химизма родниковых вод левобережья. Последние, несмотря на их общность генезиса, несмотря на намечаемый общий горизонт для источников Арзни—Кетран,

График колебания дебита пресных и минеральных источников Арзни

Лист № 1



..... пресный источник NI  
 - - - - - пресный источник IV  
 минеральный источник IV

все-же в некоторых случаях имеют свои особенности, связанные с условиями циркуляции.

Наиболее химически чистыми из всех ближайших к нашему району источников являются воды нурнусских и арзнинских родников (см. табл. № 7).

ТАБЛИЦА № 7.

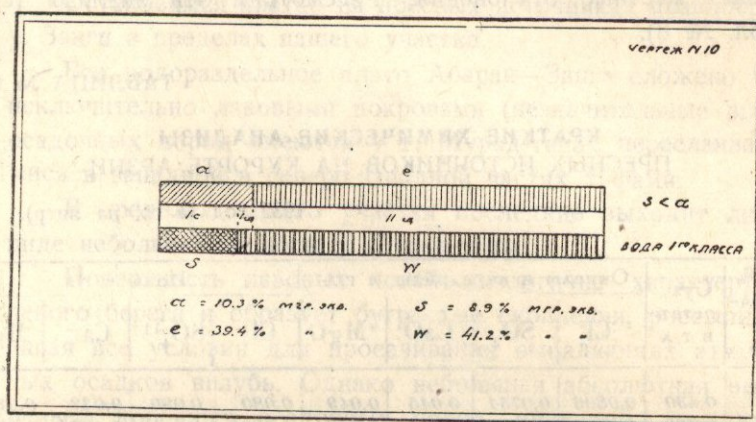
ПОЛНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОД ИСТОЧНИКОВ  
(БАССЕЙН Р. ЗАНГИ)

| Место взятия пробы      | Родник в сел. Гумуш |          |                | Родник в селе Нурнус |          |                | Родник Арзни (дол. р. Занги) |          |                |
|-------------------------|---------------------|----------|----------------|----------------------|----------|----------------|------------------------------|----------|----------------|
|                         | 18/VI 1929 г.       |          |                | 13/VI 1929 г.        |          |                | 7/V 1929 г.                  |          |                |
|                         | Мг. в литр.         | Мг. экв. | Мг. экв. 0/0/0 | Мг. в литр.          | Мг. экв. | Мг. экв. 0/0/0 | Мг. в литр.                  | Мг. экв. | Мг. экв. 0/0/0 |
| K                       | 2,5                 | 0,06     | 1,9            | 2,2                  | 2,06     | 1,8            | 3,3                          | 0,08     | 1,6            |
| Na                      | 7,3                 | 0,32     | 9,3            | 7,3                  | 0,38     | 9,9            | 10,1                         | 0,43     | 8,7            |
| Ca                      | 15,0                | 0,75     | 22,1           | 15,4                 | 0,74     | 24,0           | 22,5                         | 1,13     | 23,0           |
| Mg                      | 6,9                 | 0,57     | 16,7           | 5,3                  | 0,44     | 13,6           | 9,8                          | 0,81     | 16,4           |
| Fe                      | Следы               |          |                | 0,0                  |          |                | 0,0                          |          |                |
| Al                      | 0,1                 | 0,01     | 0,3            | Сл.                  |          |                | Сл.                          |          |                |
| NH <sub>4</sub>         | 0,0                 |          |                | 0,0                  |          |                | 0,0                          |          |                |
| Cl                      | 3,5                 | 0,10     | 2,9            | 2,1                  | 0,06     | 1,8            | 10,6                         | 0,30     | 6,1            |
| SO <sub>4</sub>         | 4,4                 | 0,10     | 2,7            | 3,6                  | 0,07     | 2,3            | 4,8                          | 0,10     | 2,0            |
| NO <sub>3</sub>         | 2,9                 | 0,05     | 1,4            | 3,7                  | 0,06     | 1,9            | 2,7                          | 0,04     | 0,8            |
| NO <sub>2</sub>         | 0,0                 |          |                | 0,0                  |          |                | 0,0                          |          |                |
| HPO <sub>3</sub>        | 0,45                | 0,01     | 0,3            | 0,43                 | 0,01     | 0,3            | 0,33                         | 0,01     | 0,2            |
| HCO <sub>3</sub>        | 83,5                | 1,37     | 40,3           | 81,0                 | 1,32     | 41,3           | 106,2                        | 1,74     | 35,5           |
| CO <sub>3</sub>         | 0,0                 |          |                | 0,0                  |          |                | нет                          |          |                |
| SiO <sub>3</sub>        | 2,7                 | 0,07     | 2,1            | 3,7                  | 0,10     | 3,0            | 10,2                         | 0,27     | 5,5            |
| Ошибка анализа в 0/0/0  |                     |          | +0,7           |                      | -1,2     |                |                              | -0,2     |                |
| CO <sub>2</sub> своб.   | 25,2                |          |                | 6,3                  |          |                | 6,3                          |          |                |
| SiO <sub>2</sub>        | 32,3                |          |                | 35,5                 |          |                | 45,2                         |          |                |
| Щ. ост. 105—110 град.   | 108,0               |          |                | 101,0                |          |                | 186,8                        |          |                |
| 1 кислота 0/0/0         |                     | 14,5     |                |                      | 12,1     |                |                              | 18,3     |                |
| 2 » »                   |                     | нет      |                |                      | нет      |                |                              | нет      |                |
| 3 » »                   |                     | »        |                |                      | »        |                |                              | »        |                |
| 1 щелочн. 0/0/0         |                     | 7,9      |                |                      | 11,2     |                |                              | 3,0      |                |
| 2 » »                   |                     | 76,9     |                |                      | 76,7     |                |                              | 78,7     |                |
| 3 » »                   |                     | 0,7      |                |                      | 0,0      |                |                              | 0,0      |                |
| Реакция на феррофталсин |                     | кисл.    |                |                      | кисл.    |                |                              | кисл.    |                |
| Температура воды по С.  |                     | 7,1      |                |                      | 7,2      |                |                              | 9,5      |                |

(Севанское гидрометеорологическое бюро. Материалы по исследованию оз. Севан. Часть IV. Вып. 1).

Приведенные химические анализы показывают их чрезвычайное сходство, легко объяснимое происхождение этих вод. Общая область питания, сходные условия движения подземного потока по наносам, под мощными лавовыми покровами—не могут давать резких отклонений в их составе.

Воспользуемся формулой Palmer'a и графическим построением Rogers'a для анализа арзнинских вод и остановимся вкратце на их характеристике (см. черт. № 10).



В приведенном анализе (табл. № 7) сумма миллиграмм эквивалент процентов радикалов щелочей равна 10,3%, щелочных земель 39,4%, сильных кислот 8,9% и слабых кислот 41,2%.

Характеристическая формула Palmer'a выразится тогда следующими цифрами:

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Первая соленость . . . . .         | 18,3% |
| Вторая соленость . . . . .         | нет   |
| Третья соленость (кисл.) . . . . . | нет   |
| Первая щелочность . . . . .        | 3 %   |
| Вторая щелочность . . . . .        | 78,7% |
| Третья щелочность . . . . .        | 0,0%  |

Отсюда видим, что максимальной величины достигает вторая щелочность, т. е. устранимая жесткость, обуславливаемая присутствием бикарбонатов кальция. Последние могли появиться в воде в результате выщелачивания или известняков или известковых силикатов базальтовых пород.

Последнее предположение является наиболее вероятным, а принимая его, придется допустить, что вода до своего появления на дневную поверхность должна преодолеть значительный путь.

Казалось-бы, что родниковые воды курортного участка и кетранские источники, связанные генетически с мощными арзнинскими родниками, должны были иметь ту-же химическую характеристику. Однако, целый ряд обстоятельств вызывает местные отклонения. Рассмотрим эти анализы (см. табл. № 8).

ТАБЛИЦА № 8

КРАТКИЕ ХИМИЧЕСКИЕ АНАЛИЗЫ  
ПРЕСНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА КУРОРТЕ АРЗНИ

1932 год (в гр. на литр).

| № №<br>источ-<br>ни-<br>ков | Сух.<br>остат.<br>в г/л | Оксиды и ангидриды в г/л |                 |       |        | Ионы в г/л      |                               |                  |                  |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|-------|--------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|
|                             |                         | Cl                       | SO <sub>3</sub> | CaO   | MgO    | Cl <sup>1</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>11</sup> | Ca <sup>..</sup> | Mg <sup>..</sup> |
| 1                           | 0,430                   | 0,0806                   | 0,0754          | 0,045 | 0,049  | 0,080           | 0,090                         | 0,032            | 0,0295           |
| 2                           | 0,480                   | 0,0806                   | —               | 0,051 | 0,0424 | 0,0806          | —                             | 0,0364           | 0,0259           |
| 3                           | 0,540                   | 0,1642                   | 0,0342          | 0,050 | 0,0231 | 0,1682          | 0,041                         | 0,0357           | 0,0139           |
| 4                           | 0,560                   | 0,1612                   | 0,0342          | 0,030 | 0,043  | 0,1612          | 0,041                         | 0,0214           | 0,0261           |

Легко видеть, что повышение минерализации пресных вод курортного участка идет, главным образом, за счет хлора, или вернее, за счет хлористого натрия и сульфатов, т. е. основных химических компонентов арзнинской минеральной воды. Выше неоднократно указывались случаи подмешивания минеральных вод к пресным, что в данном случае и имеется налицо. Меньшее влияние минеральных источников сказывается на самом северном источнике № 1, сухой остаток воды которого достигает 0,430 г/л. Здесь группа SO<sub>4</sub> занимает первенствующее положение; последнее обстоятельство связано с тем, что эти воды частично циркулируют по коренным глинам, содержащим гипс. Ближе к водам минеральных источников, в воде пресных родников увеличивается количество хлора.

Такому-же обстоятельству обязана и повышенная минерализация пресного кетранского источника, вблизи которого расположены выходы минеральной воды. Выходы последней имеются в ущелье и у с. Арзни, но их гипсометрическое положение (они расположены внизу у реки), обилие и мощность пресных родников делает подмешивание к ним минеральной воды мало возможным, и пресные воды сохраняют свою первоначальную чистоту.

Остановимся кратко на пресных источниках правобережья р. Занги в пределах нашего участка.

Все водораздельное плато Абаран—Занга сложено почти исключительно лавовыми покровами (незначительные выходы осадочных пород имеются у г. Мурад-тапа), переслаивающимися в западной и северо-западной частях туфами.

В пределах нашего участка последние выходят лишь в виде небольшой полосы у Мурад-тапы.

Поверхность лавовых полей аналогична характеру лавового берега и образует бугристые скопления, россыпи, создавая все условия для просачивания выпадающих атмосферных осадков вглубь. Однако небольшая абсолютная высота, рельеф коренных осадочных пород, имеющий, по видимому, уклон к Абарану, не создают условий для образования значительного количества воды. Выше было отмечено, что пресные воды, встреченные в некоторых скважинах правого берега (№№1, 20, 21 и 22), незначительны по дебиту.

Воды эти инфильтрационного происхождения и двигаются в виде незначительных потоков по коренным глинистым породам, под лавовыми покровами в сторону Занги.

Такого-же происхождения родники, выходящие в ущелье у с. Арзни из трещин столчатой отдельности немного выше горизонта реки.

Наконец, слабые выходы воды имеются на плато у подошвы Мурад-тапы с северной ее стороны. Выходы воды приурочены к зеленовато-серым глинам, обнажающимся здесь на небольшой площади. Происхождение этих источников связано с явлениями конденсации.

Как пример образования таких вод, Г. Гефер приводит источник на вершине Цирбицкогель (Штирия), где летом пос-

ле долгого бездождья родник давал воду в то время, когда соседние источники почти все пересохли<sup>1</sup>.

С таким-же происхождением связан источник у подошвы вулкана Инак-даг в северной части ахманганского лавового нагорья.

### Минеральные источники

Источники курорта Арзни. Все естественные выходы источников приурочены к травертиновому покрову, расположенному в центре курортного участка. Последний представляет собой в настоящее время как-бы две террасы, некогда составлявшие один мощный покров, часть которого, обращенная к реке, была подмыта ее водами, в силу чего произошел разлом щита и оседание нижней его части.

Разлом внес глубокие изменения в жизнь и режим источников. Минеральные воды, выбивавшиеся на верхнем травертиновом участке, прекратили свое существование, получив возможность выхода в более низких частях.—в зоне разлома. Впоследствии все пространство, образовавшееся в результате происшедшего нарушения и опускания щита, было заполнено наносами и обломками травертина, среди которых сохранились лишь отдельные каналы с циркулирующей минеральной водой, выходящей на дневную поверхность,—это источники, которые мы имеем на сегодня.

### Источник № 1

Самый северный, если не считать слабых, незначительных струй минеральной воды, сочащихся среди каменных глыб и наносов у самого склона, у дороги против старого разливочного завода. Ранее, до организации курорта—это был бассейн диаметром 1,20 м и глубиной в 1 м, позже над ним был устроен бетонный колодец с остекленным верхом. Со дна бассейна выбивает углекислота. Дебит источника колеблется в течение года от 100.000 до 130.000 л в сутки. Температура ко-

<sup>1</sup>) Гефер и А. Семихатов. Подземные воды и источники. Артезианские и глубокие грунтовые воды Европейской части СССР. ГИЗ, 1925 г.

колеблется от 19,5 до 20,5° С. Источник № 1 до 1935 г. являлся базой для работающего курорта, так как его воды отпускались для ванн и частично шли в розлив.

#### Источник № 2

Выходит на левом берегу Занги у травертинового обрыва, на высоте 0,5 м над уровнем реки. Дебит колеблется от 13.000 до 19.000 л в сутки. В виду того, что выход источника часто заливается речной водой, более точных колебаний дебита установить не удастся. Температура колеблется от 17,1° до 19,9° С.

#### Источник № 3

Выходит также из травертиновых отложений, несколько южнее источника № 2, на высоте 2,5 м над рекой.

Дебит источника непостоянен и имеет резкие колебания в пределах от 3500 до 20.500 л в сутки. Резкие отклонения наблюдаются и в температуре. Последнее явление тесно связано с подмешиванием поверхностных вод.

#### Источник № 4

Расположен на 1,5 м ниже источника № 3. Вода выходит из трещин в травертине. Дебит колеблется от 2.700 до 7.900 л в сутки. Колебание температуры от 16,2° до 19,2° С.

#### Источник № 5

Расположен немного южнее источника № 1, выходит среди делювия у подошвы левого склона.

Дебит его от 7.800 до 12.340 л в сутки. Температура в течение года колеблется от 13,3° до 17,3° С. Источник использовался для розлива.

#### Источник № 6

Расположен в 55 м к югу от источника № 1 у шоссе. Выход его приурочен к делювию. Как дебит, так и температура источника подвержены чрезвычайно резким колебаниям, что указывает на его тесную связь с подтекающими поверхностными водами. Расход воды в течение года колеблется в пределах от 2.750 до 6.700 л в сутки. Температура варьирует от 13,5° до 17,5° С.

### Источник № 7

Выходит из делювиальных наносов у котельного здания. Источник также имеет тесную связь с подтекающими поверхностными водами. Дебит его колеблется от 10.700 до 32.700 л в сутки. Температура от 13,5° до 16,8°С. Вода источника используется как лечебно-питьевая.

Этим описанием охватываются все выходы минеральной воды, которыми располагал курорт Арзни до производства разведочных работ.

«Популярность находящих здесь минеральных источников, по данным проф. Л. А. Оганесяна<sup>1)</sup>, была так велика, что еще в 1828 г., всего через 6 месяцев после завоевания Эриванского района (тогда последний носил название Армянской области) войсками Паскевича, минеральные воды были отправлены для производства химического анализа в Тифлис, а штаб-лекарю Тенюкову, совместно с провизором Гертенбергом поручено было на месте определить температуру, удельный вес и количество углекислого газа в минеральной воде.

В актах, собранных Кавказской археологической комиссией (т. VII, в 1878 г.), отмечен следующий результат произведенного анализа: «Химический анализ воды минерального источника, находящегося на левом берегу р. Занги. Составлен в 1828 г.

По сделанному в Тифлисской врачебной управе испытанию минеральной воды, присланной из источника, находящегося на левом берегу р. Занги, найдено, что в 3-х фунтах оной содержится твердых частей, а именно углекислой извести 4½ гр, магнезии 2 гр, углекислого железа ½ гр, солянокислой магнезии 2 гр, извести 2 гр, соды 54 гр, сернокислой извести 2 гр, кремнистой земли 1 гр и экстрактивных веществ 1 гр. Что касается температуры минеральной воды, сравнительной ее тяжести и количества углекислого газа, в ней содержащегося, которого большая часть утратилась в дороге, то точнейшее об оных предметах исследование предложено учи-

<sup>1)</sup> Минеральные источники Армении. Госиздат ССРА. Ереван, 1936 г.

нить на месте источника штаб-лекарю Тенюкову обще с провизором Гертенбергом».

Позже химические анализы минеральных источников были произведены Струве в 1888 году, затем Медниканом в 1924 г.

На основании этого анализа он назвал воду источника № 1 соляно-углекисло-щелочной. В 1927 г. минеральные воды Арзни были обследованы сотрудниками Бальнеологического Института на КМВ.

По имеющемуся заключению «в главном источнике Арзни сумма твердых составных частей равна 13,2 г/л, причем среди анионов значительно преобладают ионы хлора и гидрокарбонатные, в несколько более слабой степени сульфатные.

Среди катионов, главным образом, ионы натрия и в меньшей степени ионы кальция и магния. Принимая во внимание высокое содержание свободной двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ), источник Арзни может быть назван углекисло-солено-глауберо-во-землистым» (таблицы № 9 и № 10).

В 1931 г. в Арзни Наркомздравом Армении были начаты гидрогеологические работы; в задачу последних входили поиски коренных газово-минеральных струй воды, выявление очагов ее и захват последней в коренных устойчивых породах. Последнее условие могло обеспечить постоянство в режиме источников как в отношении дебита, так и в отношении температуры.

В декабре 1932 г. разведочные работы в основном были закончены, и к этому времени курорт Арзни располагал новыми источниками воды в виде буровых скважин.

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| Буровая № 15 с дебитом . . . | 1.400.000 л в сутки |
| Буровая № 35 с дебитом . . . | 240.000 » » »       |
| Буровая № 42 с дебитом . . . | 180.000 » » »       |
| Буровая № 23 с дебитом . . . | 40.000 » » »        |

Всего . . . 1.860.000 л в сутки

Несколько изменилась и температура воды, достигая в буровой № 15 до  $21,5^{\circ}\text{C}$ .

Более подробно разведочные работы изложены в главе «Разведочные работы»; здесь укажем лишь следующее.

ТАБЛИЦА № 9

## АНАЛИЗ ВОДЫ ГЛАВНОГО ИСТОЧНИКА «АРЗНИ»

Анализ произведен Бальнеолог. Ин-том на КМВ.

Время набора воды: 19/1—27 г. Дебит источника: 144,000 литров  
 Температура источника—19°75С. в сутки (12.000 ведер)

Определенные анализом Составные части,  
 составные части представленные в ионах  
 В одном литре минер. воды содержится грамм.

|                       |         | Катионы   | Грамм    | Миллим. | Мил. экв. |
|-----------------------|---------|---|----------|---------|-----------|
| Окиси лития           | 0,00286 | Ион лития   | 0,00134  | 0,1906  | 0,1906    |
| Окиси натрия          | 4,8987  | » натрия  | 3,6365   | 157,76  | 157,76    |
| Окиси калия           | 0,0741  | » калия   | 0,0615   | 1,571   | 1,571     |
| » аммиака мин. следы  |         | » аммон.  | следы    | —       | —         |
| Окиси магния          | 0,6293  | » магния  | 0,3798   | 15,59   | 31,18     |
| Окиси кальция         | 0,6500  | » кальция   | 0,4643   | 11,607  | 23,21     |
| Окиси стронция        | 0,0020  | » стронция  | 0,00169  | 0,0193  | 0,0386    |
| Окиси бария           | 0,00018 | » бария   | 0,000161 | 0,00117 | 0,00234   |
| Закиси марганца       | 0,00092 | » марган.   | 0,000712 | 0,0129  | 0,0259    |
| Закиси железа         | 0,0112  | » железа  | 0,000871 | 0,1555  | 0,3110    |
| Окись алюминия        | следы   | » алюмин.   | следы    | —       | —         |
| Фтора                 | следы   | Сумма   | —        | —       | 214,28    |
| Хлора                 | 5,1093  | Анионы:   |          |         |           |
| Брома                 | 0,00490 | Ион фтора   | Следы    | —       | —         |
| Иода                  | 0,00125 | » хлора   | 5,1093   | 144,12  | 144,12    |
| Серн. к-ты ангид.     | 0,5898  | » брома   | 0,00490  | 0,0612  | 0,0612    |
| Фосф. к-ты ангид.     | следы   | » иода  | 0,00125  | 0,0098  | 0,0098    |
| Мышьяков. к-ты анг.   | следы   | Сульф. иона   | 0,7076   | 7,366   | 14,73     |
| Борн. к-ты ангид.     | следы   | Гидре-карб.   |          |         |           |
|                       |         | нона  | 3,3777   | 55,37   | 55,37     |
|                       |         | Сумма   | —        | —       | 214,29    |
| СО <sub>2</sub> связ. | 1,2182  | Кремн. к-ты   | —        | 0,1318  | —         |
| » свободн.            | 1,8685  | Борн. к-ты  | —        | следы   | —         |
| Кремн. к-ты анг.      | 0,1016  | Кроме того, в следах: рубидий, цезий,<br>цинк, медь, метан, титановая<br>кислота        |          |         |           |
| Орган. веществ        | 0,0038  |   |          |         |           |
| Сух. остаток          | 12,140  | Углек. своб. по объему в куб. сант. при 0°<br>(высуш. при 180° С) и 760 мм давл.—950,89 |          |         |           |
|                       |         | » подусвоб. по объему в куб. сант. при 0°<br>и 760 мм давл. 619,94                      |          |         |           |

ТАБЛИЦА № 10  
АНАЛИЗ ВОДЫ МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ У СЕЛ. АРЗНИ

| Наименование источника           | № 7 у временного ванного здания (барака) |         |             |
|----------------------------------|--|---------|-------------|
| Аналитик . . . . .               | Г. А. Медникаян. 1925 г. июль.           |         |             |
| Температура                      | 16°C                                     |         |             |
| Удельный вес                     | При 30°C 1.0024                          |         |             |
| Дебит . . . . .                  | Не определ., но достаточно солидн.       |         |             |
| Сухой остаток в 1 литре          | При 180°C 2.5395                         |         |             |
| В 1 литре минер. воды содержится | Грамм                                    | Миллим. | Мил. эквив. |
| <b>КАТИОНЫ:</b>                  |  |         |             |
| Ион натрия                       | 0,76233                                  | 25,411  | 25,411      |
| » кальция                        | 0,16798                                  | 4,189   | 8,378       |
| » магния                         | 0,12341                                  | 5,066   | 10,132      |
| » железа                         | С л е д ы                                |         |             |
|                                  |  |         | 43,921      |
| <b>АНИОНЫ</b>                    |  |         |             |
| Ион хлора                        | 0,97412                                  | 27,478  | 27,478      |
| » сульфатный                     | 0,12693                                  | 1,3215  | 2,643       |
| » гидрокарбонат                  | 0,8418                                   | 13,8    | 13,8        |
|                                  |  |         | 43,921      |
| Кремневой кислоты                | 0,106518                                 | 1,3508  | 27,016      |
| Свободной углекислоты            | Не определено, но достаточно.            |         |             |
| Хлористого натрия                | 1,4865                                   |         | 25,411      |
| » магния                         | 0,0984                                   |         | 2,067       |
| Сернокислого магния              | 0,159                                    |         | 2,643       |
| Двууглекислого кальция           | 0,67869                                  |         | 8,378       |
| » магния                         | 0,39667                                  |         | 5,422       |
| Кремневой кислоты                | 0,106518                                 |         |             |
| Сумм тверд. сост. част.          | 2,92578                                  |         |             |

В результате работ было выявлено у левого берега участка глубокое древнее русло, залитое базальтовыми лавами, по которому и движется поток минеральной воды.

В конце 1932 года воды новых буровых были анализированы специальной бригадой Санитарно-гигиенического института Наркомздрава Армении.

Данные этих анализов приводятся в таблицах № № 11, и 12.

## АНАЛИЗ ВОДЫ

Буровая скважина № 15 курорта «Арзни».

Проба взята 4/XII 1932 г.

Аналитик Б. Африкан

Температура воды 21°C

Дебит источн. 1.398.000 л. в сутки

В одном килограмме воды содержится:

| В граммах               | В и о н а х |          |           |            |             |
|-------------------------|-------------|----------|-----------|------------|-------------|
|                         | Катионы     | Грамм    | Милл-мол. | Милл. экв. | Мил. экв. % |
| Окиси лития 0,0030      | Ион лития   | 0,001393 | 0,2006    | 0,2006     | 0,047       |
| Окиси натрия 4,8872     | » натрия    | 3,6259   | 157,7223  | 157,7223   | 35,86       |
| Окиси калия 0,0773      | » калия     | 0,06427  | 1,9789    | 1,9789     | 0,46        |
| Аммиака, миним. следы   | » аммон.    | мин. сл. | —         | —          | —           |
| Окиси магния 0,62306    | » магния    | 0,3757   | 15,62912  | 31,25824   | 7,26        |
| Окиси кальция 0,6658    | » кальция   | 0,47604  | 11,8771   | 23,7544    | 5,52        |
| » стронция 0,0022       | » стронция  | 0,00186  | 0,0212    | 0,04241    | 0,01        |
| » бария следы           | » бария     | следы    | —         | —          | —           |
| Закиси марганца 0,00096 | » марган.   | 0,00076  | 0,01365   | 0,0273     | 0,006       |
| Закиси железа 0,01717   | » железа    | 0,01335  | 0,23896   | 0,4779     | 0,11        |
| Окиси алюмин. следы     | » алюмин.   | следы    | —         | —          | —           |
|                         | Сумма       | —        | —         | 215,46     | —           |
|                         | Анионы:     |          |           |            |             |
| Хлора 5,1510            | Ион хлора   | 5,1510   | 145,259   | 145,259    | 33,72       |
| Брома 0,01637           | » брома     | 0,01637  | 0,20462   | 0,20462    | 0,048       |
| Иода 0,00007            | » иода      | 0,00007  | 0,00055   | 0,00055    | 0,0001      |
| Серн. к-ты анг. 0,65008 | » сульф.    | 0,77378  | 8,047     | 16,094     | 3,73        |
| Фосф. к-ты анг. 0,00153 | » фосф.     | 0,002275 | 0,0239    | 0,0717     | 0,017       |
| Мышьяков. к-ты 0,0012   | » мыш. к.   | 0,00119  | 0,011     | 0,011      | 0,002       |
| Кремн. к-ты ан. 0,1079  | » гидрокар. | 3,2823   | 53,83     | 53,83      | 12,49       |
| Углекисл. связ. 1,1844  | Сумма       | —        | —         | 215,47     | 100%        |
| Углекисл. своб. 2,0794  |             |          |           |            |             |
| Кремн. к-ты 0,1411      |             |          |           |            |             |
| Сухой остаток 12,017    |             |          |           |            |             |
| (при 120°C)             |             |          |           |            |             |
| уд. вес (15°C) 1,00788  |             |          |           |            |             |

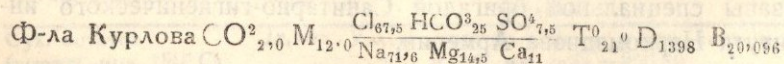


ТАБЛИЦА № 12.

## АНАЛИЗ ВОДЫ

Буров. скважина № 42 курорта «Арзни»

Проба взята 4/XII 1932 г.

Температура источника 18,8°C.

Дебит источн. 176.000 л. в сутки.

В одном килограмме воды содержится:

| В граммах               | В И О Н А Х |         |            |            |            |
|-------------------------|-------------|---------|------------|------------|------------|
|                         | Катионы     | Граммы  | Милли-мол. | Милл. экв. | Мил экв. % |
| Окиси лития 0,0015      | Ион лития   | 0,0007  | 0,104      | 0,104      | 0,042      |
| » натрия 1,5081         | » натрия    | 1,1183  | 48,6460    | 48,6460    | 19,72      |
| » калия 0,0463          | » калия     | 0,03846 | 0,9846     | 0,9846     | 0,4        |
| » аммиака следы         | » аммон.    | следы   | —          | —          | —          |
| Окиси магния 0,8329     | » магния    | 0,50224 | 20,8932    | 41,78637   | 16,90      |
| » кальц. 0,8942         | » кальция   | 0,63935 | 15,9517    | 31,9035    | 12,90      |
| » стронция 0,00597      | » стронция  | 0,00482 | 0,05494    | 0,10989    | 0,045      |
| » бария следы           | » бария     | следы   | —          | —          | —          |
| Закиси марганца 0,00067 | » марган.   | 0,00053 | 0,009646   | 0,01929    | 0,007      |
| » железа 0,00041        | » железа    | 0,00032 | 0,005728   | 0,01145    | 0,004      |
| Окиси алюмин. нет       | » алюмин.   | нет     | —          | —          | —          |
|                         | Сумма       | .....   | .....      | 123,56     |            |
|                         | Анионы      |         |            |            |            |
| Хлора 2,7105            | Ион хлора   | 2,7105  | 76,4376    | 76,4376    | 30,93      |
| Брома 0,01394           | » брома     | 0,01394 | 0,17425    | 0,17425    | 0,07       |
| Иода нет                | » иода      | нет     | —          | —          | —          |
| Серн. к-ты анг. 0,3491  | » сульф.    | 0,41698 | 4,3366     | 8,6732     | 3,50       |
| Фосф. к-ты » 0,00117    | » феефат    | 0,00176 | 0,0185     | 0,0556     | 0,022      |
| Мышьяков. к-ты нет      | » мышьяк.   | нет     | —          | —          | —          |
| Крем. к-ты анг. 0,0978  | » гидро-    |         |            |            |            |
| Углекисл. связ. 0,8409  | карб        | 2,3311  | 38,23      | 38,23      | 15,46      |
| Углекисл. своб. 1,9243  | Сумма       | .....   | .....      | 123,57     | 100 %      |

Сух. остаток 6,5331 Кремн. к-ты 0,12699 гр.

(при 120°C)

Удельн. вес (15° С)

1,00448

Анализ производили:

Химик А. Тарвердян

Ст. химик Б. Африкян

Пользуясь формулой М. Г. Курлова для приведенных анализов, можно воду скважин отнести к хлоридно-гидрокарбонатно-натриевым. Большой сложностью отличается химический состав буровой № 42, где в формулу Курлова в знаменатель псевдо-дроби вводятся радикалы кальция и магния, как превышающие в воде 25% милливолей.

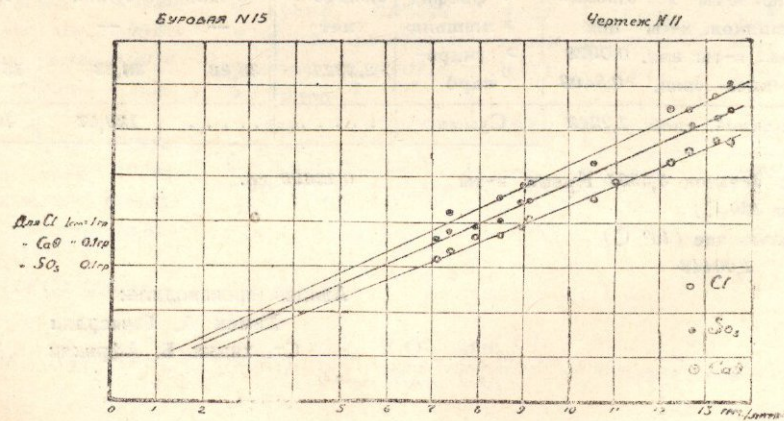
Уже при общем взгляде на минерализацию арзнинских источников легко видеть, что здесь мы имеем целую гамму вод с различной минерализацией и различной температурой.

Пользуясь имеющимися анализами, произведенными как различными лабораториями, так и полевой лабораторией геолого-разведочной партии, можно было сделать существенные выводы, касающиеся химических свойств воды источников и скважин, и объяснить причину разнообразия их минерализации, применив для этой цели существующий графический способ.

Указанный метод освещает целый ряд моментов в жизни минеральных вод, как-то: выщелачивание, выпадение солевых компонентов и, наконец, вопрос смешения различных вод.

Все выводы строятся на данных химических анализов, введенных в математические уравнения, или еще проще решаются графическим построением.

При данном способе наличие смешения двух вод обуславливает определенную математическую зависимость между сумм остатком и отдельными компонентами, выражающуюся уравнением прямой вида  $Y = AX + B$  (см. чертеж № 11).



Оперируя данными анализов, нанося значение сухого остатка на оси абсцисс, а отдельные компоненты на оси ординат, получаем ряд точек, позволяющих провести через них прямую, удовлетворяющую в нашем случае наличию смешения двух вод. Из них одна является водой с значительной минерализацией и относится к типу вод источника № 1, другая — пресная.

Последнее обстоятельство и позволяет об'яснить многообразие минерализации воды, обуславливаемое различной степенью опреснения коренных минеральных струй.

С помощью этого же графика можно выяснить и характер пресных вод.

Продолжая полученную прямую до пересечения с осью абсцисс, можно наметить гипотетический сухой остаток подмешивающейся пресной воды.

В нашем случае он равняется около 0,2 г/л. Нужно сказать, что сухой остаток пресных вод в районе курортного участка колеблется около 0,4 г/л. Как видно из предыдущего описания пресных источников, указанная минерализация не является характерной и нормальной для этих вод, она повышена за счет подсачивающейся к ним минеральной арзникской воды. Типичной же пресной водой нашего горизонта является вода пресных источников у с. Арзни, сухой остаток которой равен 0,1868 г/л, т. е. весьма сходен с нашим гипотетическим остатком.

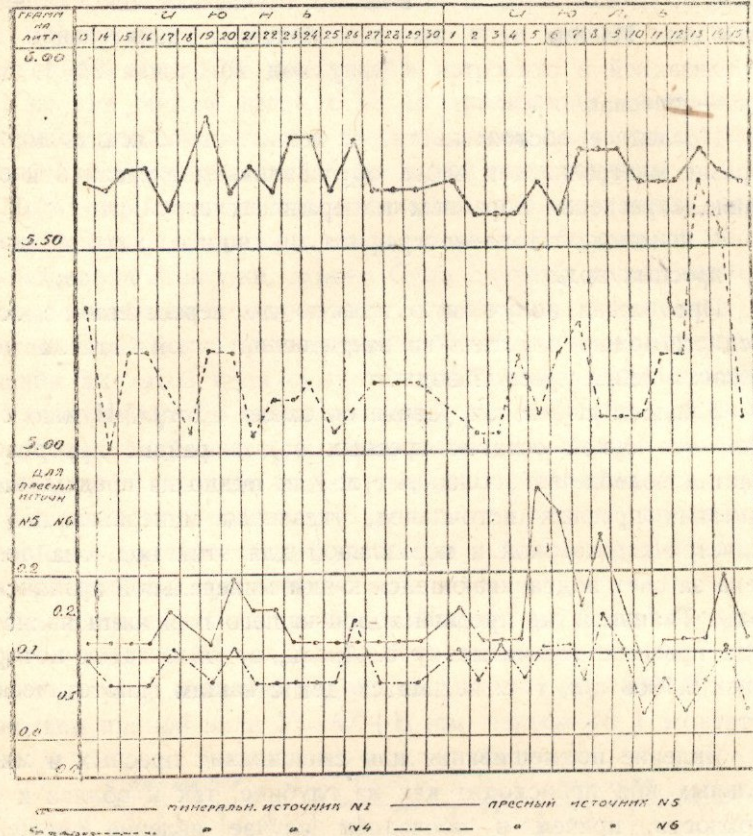
Явление подмешивания или смешивания пресных и минеральных вод происходит как на глубине, так и вблизи к поверхности, причем в последнем случае явление смешения играет решающую роль. Это наглядно показывает график № 12, констатируя одновременность и однохарактерность колебаний  $Cl$  как в пресных, так и в минеральных источниках.

Довольно ясную и убедительную картину смешения вод дает схематический план мелких буровых скважин с характерным распределением в них минеральной воды (подробно см. очерк «Разведочные работы»).

Укажем еще на один момент, свидетельствующий о смешении минеральных и пресных вод. В результате систематических наблюдений над количеством хлора в минеральной воде:

ГРАФИК КОЛЕБАНИЯ  $Ca$  В МИНЕРАЛЬН. И ПРЕСНЫХ ИСТОЧНИКАХ АРЗНИ. (1932 г.)

Чертеж № 2



источника № 1, являющегося одним из главных химических компонентов, удалось установить, что содержание его обычно колеблется в пределах от 5,5 до 6,2 г/л и резко возрастает с подъемом уровня воды в бассейне, устроенном над устьем источника, доходя в этом случае до 7 г/л.

Практически это находит себе объяснение в условиях, создающихся в бассейне во время подъема воды. Столб последней, образующийся над устьем источника, создает подпор, оказывающий давление на пресные воды, поступающие со сто-

роны склона, отклоняя их и ослабляя этим происходящее опреснение. Таким образом, важнейшим фактом в вопросе минерализации вод является смешение двух вод, с одной стороны коренной минеральной — хлоридно-гидрокарбонатно-натриевой, с другой — пресной, минерализация которой идет, главным образом, за счет бикарбонатов с общим сухим остатком около 0,2 г/л.

Нас не должен смущать тот факт, что подмешивание пресных вод к минеральной происходит как у поверхности, так и на значительных глубинах среди лавовых покровов. Собственно говоря, эти подмешивающиеся воды не могут резко различаться друг от друга по своему химическому составу, все они циркулируют среди лавовых покровов, мало поддающихся выщелачиванию, а если таковое и происходило-бы, то во всех случаях в одинаковой степени и в однообразных условиях, а поэтому мы можем говорить о подтоке пресной воды лишь одного типа. По этой-же причине, происходящие процессы смешения на различных горизонтах и у поверхности не нарушают выведенной для них математической зависимости, удовлетворяющей уравнению  $Y = AX + B$ .

Построенный по тому-же способу график № 13, для которого было использовано значительное количество анализов вод буровых скважин, минеральных и пресных источников сел. Кетран, намечает одну характерную прямую, красноречиво говорящую о происходящем здесь явлении.

Не менее интересен вопрос содержания углекислоты в минеральных водах.

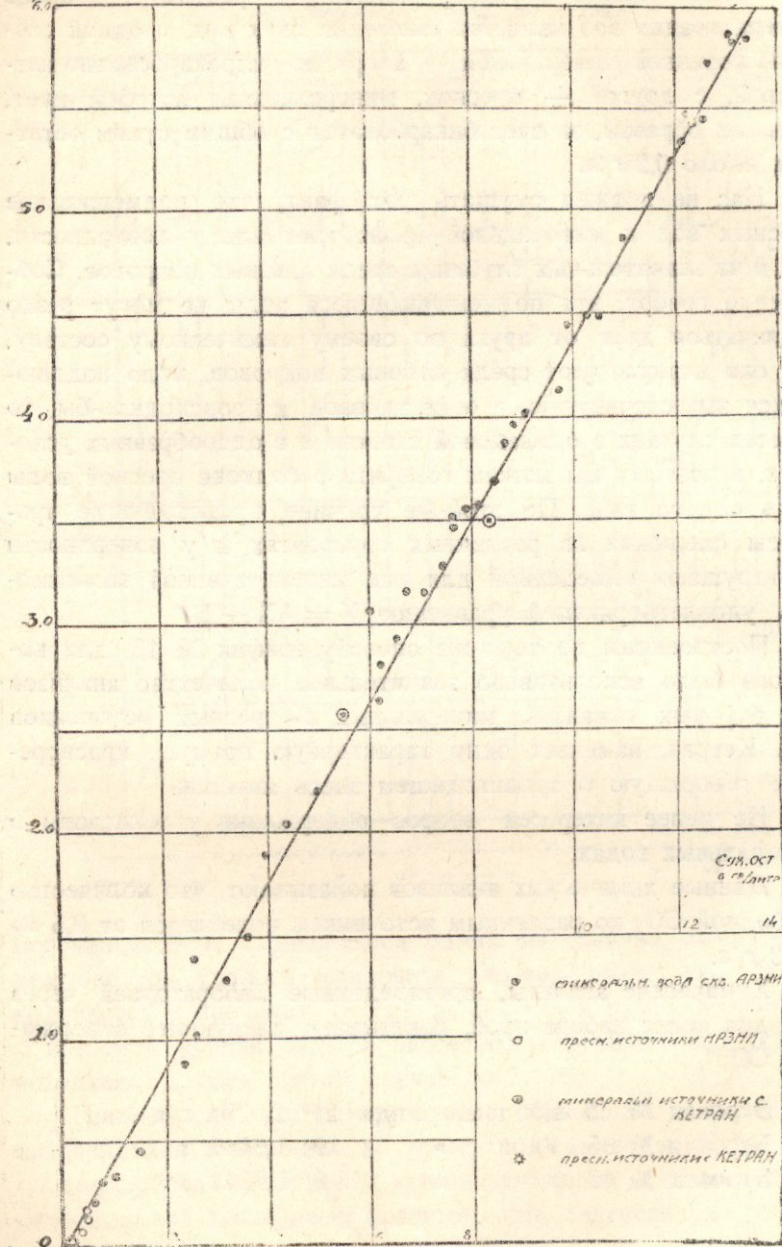
Данные химических анализов показывают, что количество свободной  $CO_2$  по различным источникам колеблется от 0,5 гр до 2 г/л.

Химические анализы, произведенные лабораторией через два дня после набора проб, показывают следующее содержание  $CO_2$ .

|              |                 |     |        |          |
|--------------|-----------------|-----|--------|----------|
| Буровая № 15 | при температуре | 21° | 2,0794 | г/л      |
| Буровая № 35 | »               | »   | 19°    | 1,6446 » |
| Буровая № 42 | »               | »   | 18,8°  | 1,9243 » |

Сf  
в градусах

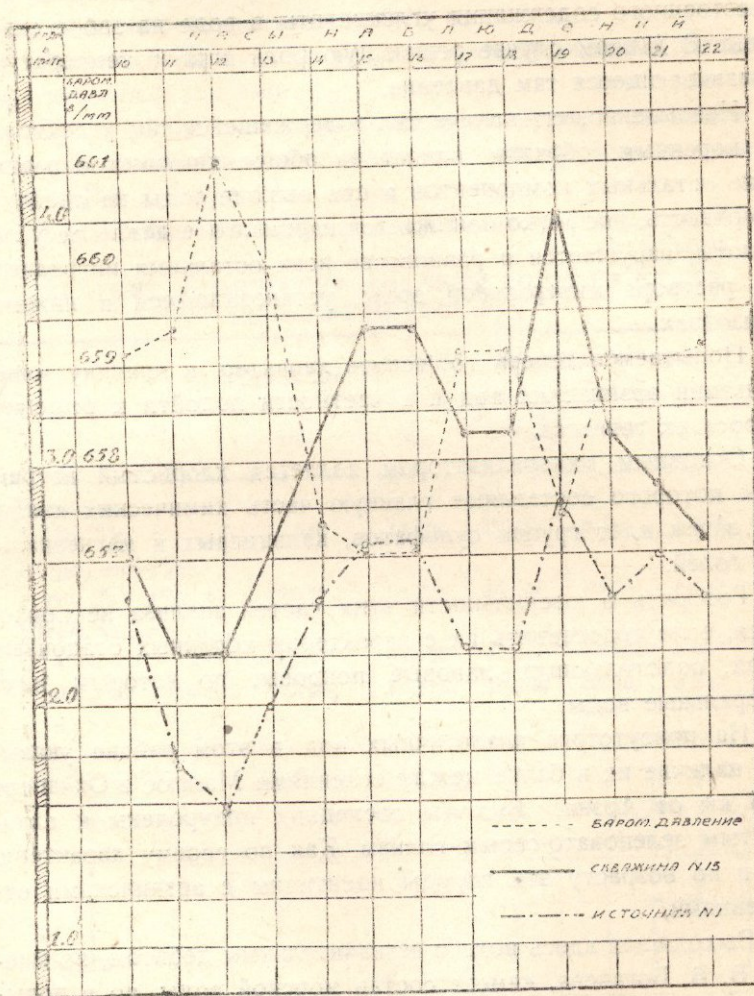
Чертеж N 13



Легко заметить, что количество газа не отвечает своему нормальному содержанию при данной температуре и обычном давлении, — оно является несколько повышенным.

ГРАФИК КОЛЕБАНИЯ  $\text{CO}_2$  ЗА 26-X-32 Г

Чертеж № 14



Количество  $\text{CO}_2$ , определяемое в полевой лаборатории, сейчас же после набора пробы показывало исключительно высокое содержание газа, доходившее до 3,95 г/л.

Последнее, однако, находится в теснейшей зависимости от барометрического давления. Весьма характерным является прилагаемый график № 14, дающий прекрасное представление о колебаниях  $\text{CO}_2$  в течение дня. Как видим, эти колебания достигают значительных размеров. За отсутствием ряда данных нет возможности точно подойти к решению вопроса количественного содержания углекислоты в воде на забое скважины. В данном случае решающую роль играют температура и развивающееся там давление.

Несомненно, что количество содержащейся там углекислоты коренным образом влияет на общее химическое равновесие остальных компонентов и при выходе воды на дневную поверхность, где резко понижается парциальное давление углекислоты, нарушается и равновесие всех остальных ингредиентов раствора минеральной воды, установившееся в нижних горизонтах.

Попробуем теперь объяснить характер и причину минерализации арзнинских вод и в частности подойти к решению вопроса их генезиса.

Основным минерализатором является хлористый натрий, ионы которого составляют главную часть химических анализов, затем идет группа сульфатов, кальциевых и магниевых солей.

Говорить о ювенильности этих частей анализа не придется, если сопоставить их с характером коренных осадочных пород, подстилающих лавовые покровы, по которым идут минеральные воды.

На присутствие аналогичных вод в этом районе указывает наличие их в балке между селениями Мангюс и Охчаперт в 15 км от Арзни. Выходы последних приурочены к сланцеватым зеленовато-серым глинам. Как по своему характеру, так и по возрасту эти породы идентичны с арзнинскими отложениями.

Выходящая здесь вода с незначительным дебитом, по мнению В. В. Богачева, «имеет состав морской воды, но в повышенной концентрации, что указывает на выщелачивание ее из нормальных морских осадков» (2).

Заложенная здесь в 1936 г. Арм. Геолбюро Зак. ГРТ бу-

ровая скважина глуб. 180 м вскрыла пеструю серию отложений-глин, глинистых сланцев, мергелей, песчаников и, наконец, на глубине 68,25 м соленосный песчаник мощностью 2,10 м.

Ниже было встречено еще пять пластов соленосных песчаников, представляющих собой мелко- и средне-зернистые песчаники серого цвета с содержанием NaCl до 4,23%. Общая их мощность достигает 19,10 м.

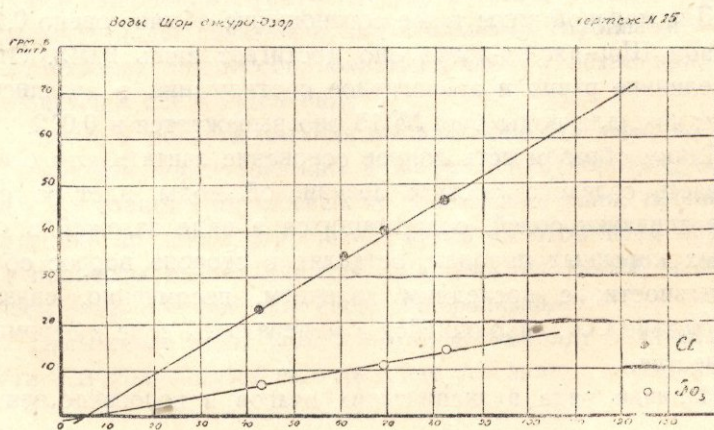
Отдельные пласты песчаников переслаиваются глинистыми сланцами и глинами.

При глубине скважины 48,25 м из буровой появился небольшой самоизлив сильно минерализованной воды с дебитом 1000—1125 л в сутки.

Химические анализы воды приводятся в табл. № 13.

ТАБЛИЦА № 13  
КРАТКИЕ ХИМИЧЕСКИЕ АНАЛИЗЫ ВОДЫ ИЗ БАЛКИ  
ШОР-ДЖУРИ-ДЗОР (г/л)

|                                    | Сухой остаток в г/л | Ионы в г/л.     |                 |                               |                  |                  |
|------------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|
|                                    |                     | Na <sup>+</sup> | Cl <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>11</sup> | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> |
| Источник 8/VIII 33г.               | 43,240              | 11,804          | 29,790          | 0,871                         | 0,231            | 0,161            |
| Шурф, юго-вост. струя 15/X 1933 г. | 69,230              | 26,230          | 40,030          | 1,355                         | 0,628            | 0,410            |
| Шурф, зап. струя 15/X 33 г.        | 82,300              | 31,500          | 47,450          | 1,787                         | 0,271            | 0,210            |
| Буров. скв. 1936 г.                | 60,452              | 49,648          | 36,450          | 0,916                         | 0,241            | 0,117            |



Пользуясь, как и ранее, графическим методом (см. чертеж № 15), можно видеть, что рассматриваемая вода представляет из себя снова продукт смешения двух вод,—с одной стороны концентрированного рассола, с другой стороны—поверхностных вод с минерализацией до 0,5 г/л (по графику).

Из этого-же графика можно сделать еще одно заключение, выведенное на основании решения ряда уравнений и определяемое весьма просто графическим построением.

Две прямых, построенных для хлора и сухого остатка, для  $SO_3$  и сухого остатка дают пересечение в одной точке на оси абсцисс. Последнее условие позволяет предполагать, что группы  $SO_3$  и  $Cl$  содержатся лишь в одной из смешивающихся вод, т. е. минеральной, пресная-же составляющая, циркулирующая, повидимому, в лавовых покровах, мало минерализована.

Касаясь генезиса этих вод, необходимо сделать еще одно замечание по поводу мнения В. В. Богачева о том, что указанная вода «имеет состав морской воды, но в повышенной концентрации».

Приведенные выше анализы не оставляют никакого сомнения, что имеющиеся воды резко отличаются по своему химическому составу от обычных морских вод, содержащих в значительных количествах сульфаты.

Для сравнения морской воды и воды описываемого источника, воспользуемся коэффициентом, применяемым для сильно минерализованных вод и рассолов, выражающим собой отношение  $\frac{SO_3}{Cl}$  (по Я. В. Лангвагену).

Для морской воды такое соотношение обычно равно 0,116, для вод Шор-джури-дзора оно достигает лишь 0,013. Этой-же величине равно и аналогичное соотношение в арзникских водах; так, для воды бур. № 15 оно выражается в 0,012.

Таким образом есть полное основание считать, что основная часть солевого состава арзникской воды идет за счет выщелачивания солей, содержащихся в виде залежей в осадочных коренных породах, оставляя в стороне вопрос об их ювенильности; с последним явлением, несомненно, связано присутствие  $CO_2$ , находящейся в минеральной воде в огромном количестве.

Наличие ряда вулканических очагов в непосредственной

близости к Арзни позволяет связать наличие углекислоты с затухающими явлениями вулканизма.

Можно допустить и другое положение о происхождении  $\text{CO}_2$ ,—это то, что углекислота появляется в результате расщепления известняка, лежащего на большой глубине, при воздействии на него высоких температур, связанных опять-же с явлениями вулканизма. Присутствие таких известняков в глубоких горизонтах нашего участка возможно, но условия диссоциации углекислой извести при развивающихся высоких давлениях затрудняются и, наконец, становятся невозможным при устанавливаемом равновесии между  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{CaO}$  с  $\text{CO}_2$ .

Легче допустить, что  $\text{CO}_2$ , поднимающаяся из глубоких трещин в земной коре и присутствующая в воде, является продуктом последней фазы вулканической деятельности.

Сравнительно высокая температура воды, доходящая в буровой скважине № 15 до  $21,5^\circ\text{C}$ , говорит о том, что циркуляция минеральной воды происходит в глубоких горизонтах. Пользуясь формулой  $m = T(t_w - t_a) + n$ , где  $T$ —геотермическая ступень  $t_a$ —средняя годовая температура воздуха,  $t_w$ —данная температура воды,  $n$ —глубина слоя постоянной температуры.  $m$  — искомая глубина для данной температуры, подставляя цифровые значения  $T = 35$  м (по ориентировочным данным, полученным в Ленинканском районе),  $t_a = 9,3^\circ$ ,  $t_w = 21,5^\circ$ ,  $n = 30$  м (по ориентировочным данным, полученным в Ленинканском районе), в результате получаем, что  $m = 457$  м, т. е. порядка около 0,5 км.

Все изложенные факты говорят о том, что выходящие минеральные воды связаны с значительными глубинами.

Механика процессов, охватывающих генезис вод, представляется в следующем виде.

Где-то в области питания выпадающие атмосферные осадки, проникая через трещины в эффузивных породах, опускаются до толщи гипсоносных и соленосных глин, проникая в последние по зонам нарушений. Здесь на этом пути происходят процессы выщелачивания, растворения солей, и движущиеся воды приобретают свою минерализацию.

Насыщение воды углекислотой происходит позднее, в области, где сохранилось еще дыхание угасающих вулканических

сил, где с глубины по трещинам в зоне нарушений поднимаются газы, в том числе и углекислота.

На возможность такой последующей встречи воды с газами указывает В. П. Ренгартен (37) при разрешении вопроса генезиса источников района Военно-Грузинской дороги. Он пишет: «Что касается колоссальных количеств углекислоты, которая является специфической особенностью источников Военно-Грузинского района, то в зоне вадозовой циркуляции нет достаточных условий для ее образования, по крайней мере, в таких огромных количествах.

Часто углекислота, более или менее независимая от воды, поднимается с больших глубин. Насыщая вадозные воды под большим давлением, она сообщает им сильную химическую активность и, таким образом, способствует повышению их минерализации, обогащая их карбонатами».

Тектонические нарушения, с которыми связано появление углекислоты и которые являются газовыводящими каналами, в то же время могут являться препятствием для дальнейшего движения воды, заставляя ее подниматься кверху. Местонахождение этих нарушений разведочными работами не установлено, но, повидимому, они расположены к северо-востоку или востоку от левого обрывистого склона Занги под мощными покровами базальтовых лав.

Здесь минерализованные воды, насыщенные газами, концентрируясь в нижних частях палеорельефа, заполняют трещины и пустоты лавовых покровов, заливших древнее речное русло.

Древние аллювиальные и делювиальные наносы, отложения которых соответствуют перерывам вулканической деятельности, создают некоторую герметичность лавовым покровам, закрывая последние. Таким образом, минеральные воды сосредоточены в глубоком русле и перекрываются сверху рядом лавовых покровов и наносов, играющих роль плотной, тяжелой крышки. На аналогичную роль лавовых потоков для некоторых источников Военно-Грузинской дороги указывает и В. П. Ренгартен (37).

«Лавовые потоки играют роль панцирей или колпаков, собирающих газовые струи со значительной площади и кон-

центрирующие их выходы в немногих пунктах, у краев потока или по трещинам и лавам».

С наличием подобных условий встречаемся и на участке Арзни, где минеральные воды в виде струй вырываются из-под края лавового потока и, выбиваясь среди наносов и каменных глыб на дневную поверхность, выходят в виде источников.

К таким выводам приводит современное состояние источников. Несколько по иному можно объяснить первоначальное появление минеральной воды на дневной поверхности в пределах современного верхнего травертинового щита.

Появление воды здесь связано с глубокой трещиной, по-видимому, сейсмического происхождения, прослеживаемой на плато в 50 м к востоку от обрыва. Простирается трещина северо-восточное, ширина ее достигает до 1,5 м, видимая глубина около 5 м, по протяжению ее можно проследить на расстоянии 75 м.

Это же нарушение намечается и в самом обрыве, прослеживаясь в виде тропы, опускающейся с плато вниз к верхнему травертиновому щиту. Несомненно, что эта глубокая трещина, разбившая всю толщу базальтов сверху донизу, и могла открыть доступ минеральной воде на дневную поверхность у подошвы склона.

Это был первый выход воды, образовавшей впоследствии огромный травертиновый щит. Последний позднее был подмыт рекой, разломался и осел. Минеральные воды хлынули в образовавшуюся зону разлома, выполненную впоследствии наносами.

Здесь возникает один вопрос—чем объяснить, что первоначальный выход воды находился в пределах верхних травертинов, т. е. почти на 20 м выше уровня реки, и лишь после разлома щита вода нашла себе выход внизу у подошвы базальтового покрова. Последнее обстоятельство можно истолковать лишь тем, что одновременно с подмывом травертинов была размыта и подошва базальтового покрова, которая, по-видимому, ранее была закрыта наносами. Возможно, однако, что минеральная вода уже вытекала внизу из-под покрова под травертиновый щит еще задолго до его разлома.

Современные минеральные источники представляют собой отдельные струи минеральной воды, выбивающиеся из-под покрова лав среди наносов на дневную поверхность, причем в верхних горизонтах, на уровне выхода пресных источников и ниже, поднимающиеся минеральные воды смешиваются с пресными родниковыми, образуя ряд дериватов с различной минерализацией, температурой и дебитом.

Рассмотрим другие минеральные источники, имеющиеся в пределах нашего участка.

Источники у с. Арзни сосредоточены в нижних частях ущелья р. Занги. Имевшиеся здесь ранее выходы воды были засыпаны при постройке плотины для Канакерской ГЭС.

В последнее время земляными работами были вскрыты новые небольшие выходы сильно опресненных минеральных вод среди наносов, неподалеку от входа в туннель. Дебит источников незначителен. Минеральная вода была вскрыта и скважиной на глубине 21 м, заложенной в русле р. Занги, в связи с исследованиями под плотину. Буровая была остановлена в наносах. Многочисленные выходы минеральной воды с выделением  $\text{CO}_2$  были обнаружены во многих местах строительного котлована (под плотину).

Произведенные химические анализы воды (см. таблицу № 14) позволяют дать ей следующую характеристику.

**КРАТКИЕ ХИМИЧЕСКИЕ АНАЛИЗЫ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ  
У С. АРЗНИ (Головной участок КанакерГЭС)**

ТАБЛИЦА № 14

| Назваи.<br>источника              | Сух.<br>остат.<br>в г/л | Окислы и ангидриды<br>в г/л |               |        |       |               | И о н ы<br>в г/л |                    |                  |                  |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------|--------|-------|---------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|
|                                   |                         | Cl                          | $\text{SO}_3$ | CaO    | MgO   | $\text{CO}_2$ | Cl <sup>-</sup>  | $\text{SO}_4^{11}$ | Ca <sup>..</sup> | Mg <sup>..</sup> |
| 1. Котлован<br>плотины            | 8,636                   | 3,148                       | 0,4017        | 1,1840 | 0,051 | 1,059         | 3,148            | 0,482              | 0,843            | 0,392            |
| 2. Скв. № 8                       | 1,604                   | 0,495                       | 0,079         | 0,010  | 0,032 | 0,077         | 0,495            | 0,094              | 0,0075           | 0,019            |
| 3. Скв. № 10                      | 1,066                   | 0,277                       | 0,038         | 0,010  | 0,029 | 0,070         | 0,277            | 0,048              | 0,0075           | 0,018            |
| 4. У входн.<br>портала<br>туннеля | 1,755                   | 0,613                       | 0,076         | 0,131  | 0,086 | 0,027         | 0,613            | 0,091              | 0,097            | 0,052            |

По типу эти воды чрезвычайно сходны с водами Арзни, и данные их анализов вполне укладываются на графической прямой, характеризующей арзнинские воды, как продукт смешения двух вод.

Источники у с. Кетран находятся в устье р. Егун-арх, впадающей в Зангу у селения. Выходы минеральной воды расположены в ущелье на правом берегу реки.

Источник № 1 находится в 250 м к востоку от селения на нижней террасе, на высоте около метра над уровнем реки. Вода выходит в небольшой ямке глубиной около 30 см среди делювиальной глины и отдельных валунов базальта. Со дна слабо выделяется углекислота.

Дебит источника 4.195 л в сутки. Температура 15,1°C при температуре воздуха 25°C. (5/IX 1933 г.).

Источник № 2 расположен на 20 м ниже первого выхода (по реке). Вода считается среди аллювия. Дебит 4.460 л в сутки, температура 15°C (при той-же температуре воздуха). На всем протяжении между первым и вторым выходом воды в русле реки заметно выделение CO<sub>2</sub>, и галька окрашена железистым налетом.

Произведенные в полевой лаборатории химические анализы приводятся в таблице № 15, и снова характеризуют воду, как однотипную с водами Арзни, так-же вполне укладывающуюся в график (чертеж № 13).

КРАТКИЕ ХИМИЧЕСКИЕ АНАЛИЗЫ МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ У С. КЕТРАН, 1932 Г.

ТАБЛИЦА № 15

(в миллиграммах на литр)

| № № источ. | Сухой остат. в г/л | Окислы и ангидриды в г/л |                 |       |        |                     | И о н ы в г/л |                               |                  |                  |
|------------|--------------------|--------------------------|-----------------|-------|--------|---------------------|---------------|-------------------------------|------------------|------------------|
|            |                    | Cl                       | SO <sub>3</sub> | CaO   | MgO    | CO <sub>2</sub> св. | C             | SO <sub>4</sub> <sup>II</sup> | Ca <sup>..</sup> | Mg <sup>..</sup> |
| 1          | 5,5640             | 2,5527                   | 0,2743          | 0,254 | 0,3044 | 0,8460              | 2,5527        | 0,3287                        | 0,815            | 0,183            |
| 2          | 8,364              | 3,4704                   | 0,4116          | 0,450 | 0,4052 | —                   | 3,4704        | 0,4931                        | 0,3216           | 0,244            |

Все данные, касающиеся вод с. Арзни и Кетран, позволяют установить их однотипность и однохарактерность. Здесь невольно напрашивается вывод, устанавливающий общность этих вод, а приуроченность арзнинских вод к древнему реч-

ному ложу, естественно, позволяет высказать предположение, что минеральные воды курорта Арзни, сел. Арзни и сел. Кетран принадлежат одному мощному потоку, движущемуся параллельно современной р. Занге по старому речному руслу, погребенному под наносами и лавовыми потоками.

Ряд фактов подтверждает высказанное.

Минеральные источники у сел. Озанляр, расположенные в 11 км к северу от Арзни (по прямой линии), циркулируют в наносах и трещинах андезито-базальтов, выполняющих древнее речное русло.

Минеральные источники Арзни также приурочены к древнему речному руслу.

Источники у с. Арзни обнаруживаются скважиной на глубине 21 м. Буровая вскрывает аллювий, принадлежащий, возможно, древней реке, русло которой на данном участке совпадает с руслом современной Занги.

Источники у с. Кетран группируются в глубоком ущелье, протянувшемся перпендикулярно к реке Занге. Последнее обстоятельство создало здесь облегченные условия для появления минеральной воды на дневную поверхность, сняв над идущим где-то на глубине потоком минеральной воды мощные покровы лав.

Все перечисленные воды однотипны между собой.

Все это, вместе взятое и сопоставленное лишний раз, может подтвердить высказанное предположение и позволяет соединить отдельные выходы минеральной воды в одну мощную систему, связанную с одним потоком, движущимся с севера на юг и, возможно, изливающимся в наносы долины Аракса.

### РАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

Мощности наносов и травертинового покрова, занимающего часть ущелья, где минеральные воды нашли себе выход на дневную поверхность, естественно диктовали и методы разведки.

Основным видом разведочных работ являлось бурение, шурфование производилось в весьма ограниченных размерах. Задачей бурения ставилось выяснение геологического строе-

тия пород, лежащих под наносами, выяснение условий циркуляции минеральных вод и выявление тектонических нарушений, с которыми предположительно связывалось происхождение вод. Литературные данные и расположение минеральных источников позволяли предполагать наличие нарушений, идущих в меридианальном направлении. Исходя из этих соображений, по плану и была намечена закладка скважин по разведочным линиям, идущим поперек ущелья, вытянутого в районе курорта с севера на юг.

Первая верхняя такая линия (см. чертеж № 16) должна была пройти выше выходов источников (минеральных), вторая—ниже их. Две других продольных разведочных линии шли—одна по правому берегу реки, другая по левому, гипсометрически выше выходов минеральных вод. Последние две линии связывали первые две поперечных и заключали минеральные источники в своеобразный прямоугольник (со скважинами).

Таким расположением скважин достигалось то, что все нарушения, могущие быть встречены, были-бы пересечены буровыми дважды. Последнее обстоятельство вполне выявило-бы их простирание и определило-бы дальнейший ход работ, позволив последующими глубокими наклонными скважинами пересечь выявленные нарушения и захватить в них циркулирующую минеральную воду.

Основными указателями при разведке, в поисках линий нарушений, служащих водовыводящими каналами, являлись—температура, минерализация и напор воды.

Первая разведочная линия со скважинами №№ 1, 27, 31, 32, 11, 17, 4, 28, 2 и 8 (см. план буровых скважин, чертеж № 16) была расположена на правом берегу. Все буровые скважины заложены в пределах нижней речной террасы. Они выявили следующую картину.

1. Толща речных наносов, перемешанных с делювием, образующая нижнюю речную террасу, достигает до 17 м мощности.

2. Под наносами лежат коренные желтые, рыхлые песчаники, песчанистые зеленовато-серого и синевато-серого цвета глины с прослойками мергеля и песчаника, мощностью от 0,7

до 0,5 м. Повидимому, эти слои песчаника не выдержаны и часто на небольших расстояниях выклиниваются, переходя в сильно песчанистые глины, образуя как-бы вытянутые линзы.

3. Термометрические наблюдения не показывали высоких.



температур, давая на забое скважин колебания в пределах от 9,5° до 14,6°С, нигде не достигая температуры минерального

источника № 1, расположенного на левом берегу. Последнее обстоятельство указывало на некоторую отдаленность обнаруженной воды от центрального очага.

4. Вскрытая скважинами минеральная вода встречена как в коренных породах, так и в наносах, покрывающих их.

В первом случае воды циркулируют по мелким трещинам, разбивающим слой песчаника. Областью питания этих вод является, вероятно, очаг минеральной воды, расположенный на левом берегу. Во втором случае появление воды связано как с подтоком воды в наносы из-под травертинового щита, лежащего на аллювии, так и с водой, выходящей из указанных выше песчаников.

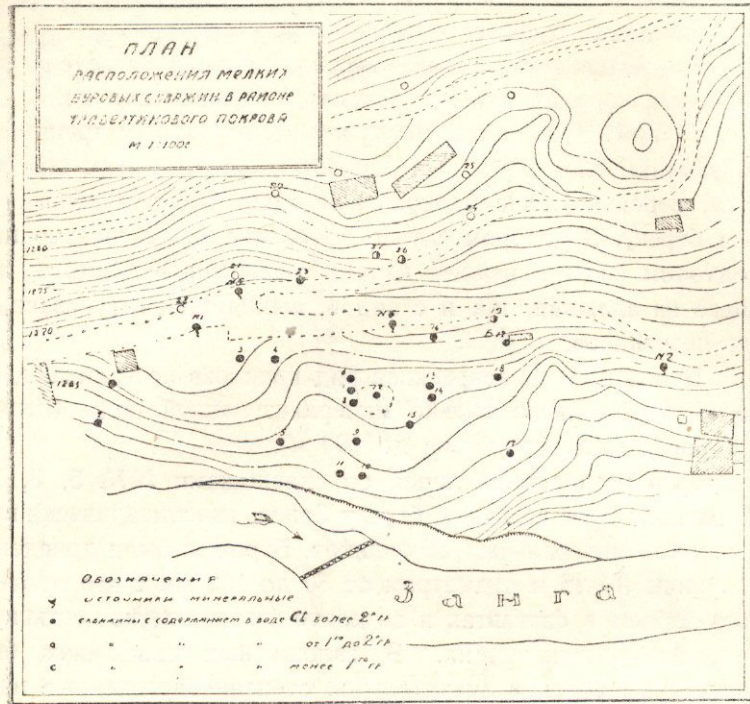
5. Буровая № 4, вскрывшая ряд прослоев песчаника, дает небольшой самоизлив сильно минерализованной воды (позже эта буровая была углублена до 160 м).

Вторая разведочная линия со скважинами №№ 5, 3, 14 и 15 расположена на левом берегу Занги, гипсометрически выше выходов минеральных источников. Буровые были доведены до глубины 8—26 м диаметром от 50 до 100 мм и все остановились забоем в базальтах и андезито-базальтах, не достигнув пород, их подстилающих. В заложенных скважинах были встречены воды, в значительной степени опресненные против воды типа минерального источника № 1, выход которого расположен гипсометрически ниже заданных скважин.

Схематический план (см. чертеж № 17) мелких буровых скважин, заложенных для термометрических наблюдений, обнаруживает ясную картину химического состояния вод в районе центрального участка курорта.

В области верхнего травертинового щита, где наиболее близко к дневной поверхности циркулируют пресные воды, выходящие в виде отдельных мощных родников, имеем наименьшую минерализацию, выраженную для хлора в пределах от 0,1852 до 0,8335 г/л. Здесь пресные воды минерализованы за счет поднимающихся снизу минеральных струй.

Следующая полоса вод с минерализацией от 1 до 2 г/л (для хлора) совпадает с зоной разлома травертинов. Тут идет уже смешение пресных вод, изливающихся в виде родников с минеральными, поднимающимися снизу и, наконец, третий пояс,



охватывающий нижний травертиновый щит—область распространения сильно минерализованных вод с содержанием хлора свыше 2 г/л.

Пройдя толщу базальтовых покровов и вскрыв породы, являющиеся водоупором для пресных вод, скважины второй разведочной линии, создавали угрозу спуска этих вод вниз и подмешивания их к воде главного минерального источника,—поэтому дальнейшее углубление этих скважин было приостановлено.

В отношении температуры скважины этой линии дают уже иную картину. Несмотря на небольшую глубину (26 м), она достигает до 17,2°С.

В дальнейшем было приступлено к бурению скважины на двух остальных разведочных линиях—поперечных. Последние

связывали береговые линии (как упоминалось выше) и заключали источник № 1 в прямоугольник. Один из этих поперечников пересекал реку выше выходов минеральных вод, проходя по левому берегу в котловане, подготовленном для газово-разливочного завода.

Второй поперечник пересекал ущелье ниже источников. К бурению скважин на последнем и было приступлено в первую очередь.

Буровой № 2 эта линия смыкалась с линией правого берега (см. план курорта и расположения буровых, чертеж № 16) и продолжалась на левом берегу буровыми №№ 9, 10, 12, 18 и 19, замыкаясь на буровой № 15, входящей в линию левого берега.

Буровые №№ 9, 10 и 19, пройдя наносы мощностью от 8 до 23 м, вскрыли коренные осадочные породы, представленные глинами и мергелями, буровые же №№ 12 и 18 остановились в наносах.

Обратимся к химическим анализам воды, ее напору и температуре. Последняя на левом берегу дает резкий скачек вверх по сравнению с температурой в скважинах правого берега. Здесь она возрастает от 16 до 21°C, причем это нарастание происходит в буровых по мере движения от реки к склону. В этом же направлении растет минерализация воды и увеличивается ее напорность; так скважина № 12 дает самоизлив с дебитом до 50.000 л в сутки, а № 18 уже обильное фонтанирование в 260.000 л в сутки. (Вода встречена в наносах).

Таким образом последние данные—нарастание температуры, увеличение напора воды по мере движения к левому склону, несомненно, свидетельствовали о приближении к коренному очагу минеральных вод.

Необходимо несколько подробнее остановиться на буровой № 18. Минеральная вода здесь была встречена уже на глубине 5—6 м, но фонтанирование началось с глубины 22,86 м. Интересен характер пород, где была встречена эта вода. Они представляют собой пачку слоев темного сапропелевого ила, достигающих до 6,17 м мощности с прослоями халцедонового щебня (возможно, сопровождаемого отложениями диатомита, но последний не обнаружен).

К последним отложениям и приурочена минеральная вода, дающая самоизлив.

Нужно отметить, что через два-три часа после начала фонтанирования буровой № 18, когда ее дебит достиг до 260.000 л в сутки, источник № 1, дававший обычно 120—125.000 л в сутки, снизил свой дебит до 86.000, указывая на тесную связь с буровой.

В целях его восстановления на обсадные трубы скважины были навинчены дополнительные трубы, самоизлив воды прекратился, уровень воды установился на +0,90 м выше точки и дебит источника № 1 восстановился.

По плану первая линия разведочных скважин пересекала ущелье реки выше источника № 1; часть скважин этого поперечника должна была быть заложена в котловане, вырытом для завода, как уже было указано выше. Нужно отметить, что самый котлован расположен всего в нескольких десятках метров от источника № 1, а дно котлована лежит на 15 м ниже его выхода. Буровая № 18, расположенная гипсометрически выше источника № 1, дала обильное фонтанирование, резко отразившееся на дебите источника. Естественно, что возникал вопрос об опасности для существующего источника, так как встретив здесь, в скважинах, напорную минеральную воду, прекратить фонтанирование было затруднительно, а это несомненно отразилось бы на нормальном функционировании источника № 1 во время работы курорта, поэтому буровые работы здесь были оставлены.

Имея все-же своей задачей выявить направление возможных тектонических нарушений, решено было приступить к бурению скважин на новом поперечнике. Последний был задан на 120 м ниже второй разведочной линии. Вновь заложённые скважины №№ 25, 23, 24, 34 и 35 (см. чертеж № 16) дают следующие результаты.

**Буровая № 25.** Коренные мергелистые глины встречены на глубине 14 м. Вышележащие наносы представляют собой частью делювий (в верхних частях), частью речные наносы и прослойки глинистого диатомита (в нижних частях). Температура в скважине колеблется от 13,8° до 17,5°С. На глубине 2 м встречена слабоминерализованная вода с сухим остатком

2,537 г/л. Уровень воды 7,89 м ниже точки. Буровая закончена на глубине 25,10 м.

**Буровая № 23.** Сверху лежат аллюво-делювиальные наносы. Коренные глины встречены на глубине 19,40 м. Температура колеблется в пределах от 18,2° до 18,5°С. На глубине 8,63 м появилась самоизливающаяся вода.

Сухой остаток 7,732 г/л. На контакте наносов и коренных глин дебит скважины возрастает до 40.000 л в сутки. Общая глубина скважины 30,60 м.

**Буровая № 24.** Сверху лежат те же аллюво-делювиальные наносы, коренные глины встречены на глубине 48 м. Температура при проходке доходит от 14,5° до 19,5°С.

На глубине 14 м начался самоизлив минеральной воды, постепенно увеличивающийся книзу (до глин). Излияние воды носило пульсирующий характер. Истечение воды происходит в продолжение 10 минут, после чего наступает перерыв, продолжающийся 12—15 минут. Дебит скважины в среднем достигает 50.000—60.000 л в сутки.

**Буровая № 35.** Коренные глины встречены еще глубже, опускаясь на 62 м. Температура колеблется в пределах от 16° до 18,9°С. Самоизлив минеральной воды начался на глубине 14 м, переходя с 56 м в фонтанирование с дебитом в 240.000 л в сутки. Общая глубина скважины 66 м. Химическая характеристика видна из прилагаемой таблицы № 16.

Резюмируем данные, полученные по всем описанным скважинам этого поперечника.

В верхней части буровые встречают аллюво-делювиальные наносы, занимающие всю эту площадку, представляющую собой одну из речных террас (см. геологический очерк). Сопоставляя отметки, на которых встречены были коренные глины, видно, что профиль глин по мере движения к коренному склону (левому) не поднимается, как мы имели бы в обычных нормальных условиях, а наоборот, глубоко опускается вниз.

По мере движения к склону мы имеем в буровых нарастание температуры. Для более ясного представления прилагается план курортного участка с нанесенными изотермами, наглядно характеризующими его термическое состояние в зоне распространения минеральных вод (см. чертеж № 18).



Составил инж. Ж. И. Далекин

Некоторое понижение температуры дает скважина № 35, что объясняется несомненно подмешиванием пресной воды. Не менее интересную картину дают и химические анализы.

Ниже приводим анализы первой и последней пробы воды по каждой буровой (см. таблицу № 16).

ТАБЛИЦА № 16

| Скважина № 25                | Скважина № 23 | Скважина № 24 | Скважина № 35 |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Глуб. 12,5 м                 | Глуб. 9,8 м   | Глуб. 9,5 м   | Глуб. 13,87 м |
| Сух. остаток в г/л<br>2,5375 | 7,7328        | 2,4526        | 2,6666        |
| CaO 0,242                    | 0,4768        | 0,0905        | 0,102         |
| MgO 0,1467                   | 0,473         | 0,0885        | 0,1090        |
| SO <sub>3</sub> 0,1277       | 0,0645        | 0,0465        | 0,1032        |
| Cl —                         | —             | —             | 1,3988        |
| Глуб. 23 м                   | Глуб. 24 м    | Глуб. 43 м    | Глуб. 64 м    |
| Сух. остаток в г/л<br>2,80   | 7,664         | 8,5           | 9,940         |
| CaO 0,1800                   | 0,272         | 0,7075        | 0,325         |
| MgO 0,1377                   | 0,4947        | 0,4644        | 0,3696        |
| SO <sub>3</sub> 0,1224       | 0,2787        | 0,4356        | 0,2194        |
| Cl 0,164                     | —             | —             | 4,2680        |

Наконец, необходимо остановиться еще на одном факторе—на напоре воды. В то время как уровень воды в буровой № 25 установился после бурения на 7,89 м ниже точки, буровая № 23 дает уже самоизлив, буровая № 24 дает большой эффект, периодически выбрасывая воду на высоту до 2 метров. Буровая № 35, заложенная еще ближе к склону, дает обильное фонтанирование.

Последнее обстоятельство позволило отказаться от мысли, высказанной ранее при бурении скважин левобережной линии о возможности опреснения минеральной воды путем спуска пресной воды вниз. Фонтанирование буровой № 35 утверждало обратное. Минеральная вода, циркулирующая внизу, обладает значительным напором и бояться ее опреснения за счет верхних пресных вод не приходится. В крайнем случае, если последнее и произошло-бы, то в незначительной степени.

Таким образом, полученные данные указывали, что центр или очаг выходов минеральной воды расположен у левого

склона, возможно уходя под толщу базальтового покрова на значительное расстояние от обрыва.

По окончании скважины № 35 буровые работы снова были перенесены на первый поперечник, где работы были приостановлены и оставались незаконченными скважины №№ 19 и 15. Буровая № 19, заложенная еще в 1931 г. и остановленная на глубине 31 м, давала при проходке резкое повышение температуры, что позволяло предполагать о близости минеральной воды. Эта скважина с 31 м была доведена до глубины 70 м. Температура колебалась в пределах от 15° до 20,1°С, но воды, однако, нигде не вскрыла, наоборот, вода, нагнетаемая в скважину, терялась в трещинах крепких мергелей и в глинистых мергелях. Наблюдаемая сравнительно высокая температура несомненно свидетельствовала о том, что в данном случае имеется зона, прогретая циркулирующей поблизости минеральной водой.

В дальнейшем бурение было перенесено на скважину № 15, последнюю и конечную в первом поперечнике. Поскольку буровая № 15 является одной из главных скважин, остановимся на ней более подробно.

Микроскопические определения шлифов, сделанных из керна пройденных пород, позволяют разбить всю пробуренную толщу лав на ряд покровов.

Сопоставляя результаты этих исследований с данными буровых журналов, можно разбить уже намеченные петрографически отдельные покровы на ряд потоков (по времени), судя по древним наносам, разделяющим их друг от друга.

Интересным фактом является и то обстоятельство (как указывалось выше), что минерализация воды в скважине возрастает резкими скачками (см. таблицу № 6), и эти скачки, конечно, не являются случайным явлением. Они намекают на наличие ряда горизонтов, по которым циркулируют минеральные воды различной минерализации, неизменно возрастающей книзу.

В данном случае можно высказать два предположения. Первое, что имеется ряд горизонтов с минеральной водой, разбавляемой в различной степени пресной, и второе, наиболее вероятное, что здесь имеется несколько горизонтов пресных



18. Фонтанирующая буровая № 15,  
глубина скважины 30 метр.

вод, сильно минерализованных за счет коренных минеральных струй, циркулирующих внизу по глинам и пробивающихся вверх.

Скачкообразное повышение минерализации соответствует в геологическом разрезе ряду древних наносов, отделяющих один лавовый поток от другого. Причем, водораздельным (относительно) слоем является нижняя часть наносов, повидимому, наиболее глинистая.

На глубине 106 м. забой скважины вошел в коренные глины; на 120,80 м скважина была оставлена.

В начале бурения уровень воды держался на горизонте 4,5 м ниже точки. На глубине 24,1 м начался небольшой самотек (см. фото № 18), который по мере углубления превращается в мощное фонтанирование, достигая на глубине 80 м до 1.400.000 л в сутки (см. фото № 19). Ниже к коренным глинам, по мере спуска новых колонн обсадных труб, дебит уменьшается, доходя до 800.000 л в сутки. Температура в скважине дает следующую картину,—на глубине 21 м равна 17°C, глубже она возрастает, доходя на глубине 80 м до 21,5°C.

В результате буровых работ на данном поперечнике было установлено следующее.

1. Буровая № 15 вскрывает в верхних своих частях долевый андезито-базальт, который не обнаружен ни в скважинах нижнего поперечника, ни в котловане газового завода и принадлежит, вероятно, лавовому потоку, выполнившему древнее эрозионное ущелье в базальтах. Нижележащие лавовые покровы прослеживаются одновременно скважинами нижнего поперечника (буровая № 42).

2. Рельеф коренных глин повторяет картину, уже намеченную скважинами нижнего поперечника (буровая №№ 25, 23, 24 и 35), выявляя снова глубокую впадину, представляющую собой, повидимому, древнее речное русло, заполненное лавовыми потоками (см. чертеж № 7).

3. Главная масса минеральной воды приурочена именно к этой впадине, древнему речному руслу, заполняя как трещины в лавовых покровах, так и наносы, лежащие между отдельными потоками.

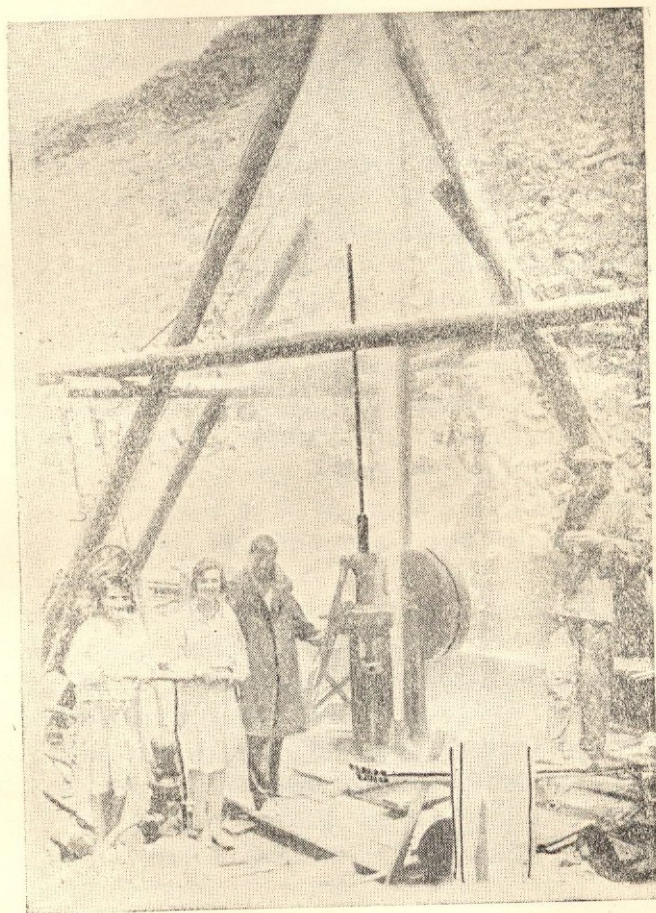
4. Выявленное разнообразие в минерализации воды на различных глубинах соответствует различным горизонтам пресных вод, минерализующихся за счет подтока коренных минеральных струй.

5. Аналогичное смешение минеральных вод с пресными родниковыми происходит и в верхних горизонтах, давая ряд слабо минерализованных дериватов.

Чтобы проверить и более точно оконтурить выявленное буровыми скважинами древнее речное русло, решено было задать дополнительно буровую еще ближе к левому склону. Такой буровой является скважина № 42. Последняя была заложена на линии второго поперечника. С поверхности до глубины 42 м она вскрывает долеритовый базальт, ниже до глубины 64,50 м андезито-базальт, аналогичный встреченному в буровой № 15 на глубине 35 м. На 73,60 м буровая встретила коренные зеленые глины с прослоями известняка. С 41,60 м буровая дает небольшой самоизлив, переходящий постепенно в обильное фонтанирование. Минерализация воды возрастает от 0,604 г/л до 7,806 г/л. Невысокая минерализация по сравнению с буровой № 15 объясняется подтоком пресной воды, поступающей со стороны склона. Температура, начиная с 15°, доходит до 20°C. На глубине 76 м, после спуска обсадных труб до глин, буровая теряет воду и температура поднимается на забое до 22,5°C. Дальнейшее углубление дает падение температуры, и проходка скважины была приостановлена на глубине 106,15 м.

Полученные результаты не внесли чего-либо нового, но подтвердили лишним раз наличие древнего русла, по которому, надо полагать, и движется мощный поток минеральной воды. Интересным моментом являются температурные замеры в скважине после спуска труб, показывающие температуру до 22,5°, что свидетельствует о наличии вод с более высокой температурой, чем мы имеем в буровой № 15, где она достигает до 21,5°C. В забое буровой № 42 прослеживается лишь прогретая зона глин, так как сама вода при подеме, повидимому, опресняясь в верхних горизонтах, теряет температуру.

Проведенные разведочные работы в достаточной степени



19. Фонтанирующая буровая № 15,  
глубина скважины 75 метр.

выявили глубокую депрессию, протягивающуюся у левого склона (русло), залитую рядом лавовых потоков.

Одновременно с разрешением этого вопроса поднимался другой—откуда поступали эти воды в оконтуренное древнее русло? Имеем-ли здесь восходящие струи минеральной воды, поднимающиеся непосредственно по тектоническим нарушениям в коренных осадочных породах в пределах курортного участка, или-же здесь встречаемся с мощным потоком воды, движущимся в русле, генетически связанным с более отдаленными нарушениями?

Чтобы выяснить этот вопрос, хотя-бы частично, была заложена на втором поперечнике наклонная буровая № 43 с таким расчетом, чтобы последняя прошла по коренным осадочным породам ниже забоев скважин №№ 23, 35 и 42, дающих изливающуюся минеральную воду (см. черт. № 7а).

При таких условиях проектируемая скважина № 43 несомненно вскрыла-бы на своем пути те гипотетические трещины и тектонические нарушения, по которым поднимается вода, и этим разрешала-бы поставленную задачу. Заложённая наклонная скважина (под углом в  $55^{\circ}$ ), пройдя аллюво-делювиальные наносы, на глубине 22,50 м вошла в коренные глинистые породы. На глубине 37 м начались глинистые мергеля. Скважина была доведена до глубины 170 м, т. е. ее забой оканчивался несколько восточнее буровой № 42, так что задача была выполнена (начавшиеся на глубине 163 м мягкие песчанистые глины делали дальнейшую проходку скважины при таком наклоне технически затруднительной).

Слабо минерализованная вода с сухим остатком 2,73 г/л была встречена в контакте наносов и коренных глин, дав небольшой самоизлив. После спуска труб в глины вода была перекрыта и при дальнейшем углублении последняя нигде встречена не была.

В температурном отношении скважина дает постепенное нарастание от  $17^{\circ}$ , достигнув в забое на глубине 170 м температуры до  $22,2^{\circ}\text{C}$ .

Последнее обстоятельство снова указывало на наличие прогретой зоны.

Таким образом эта скважина (см. чертеж № 7-а) решала

в отрицательном смысле вопрос о наличии каких-либо тектонических нарушений в пределах исследуемого участка, по которым поднималась-бы минеральная вода. Оставалось второе предположение, что в данном случае имеем дело с глубинными водами, поднимающимися по нарушениям где-то вне границ курортного участка, встречая их в пределах последнего уже в виде мощного потока, движущегося, вероятно, к югу.

На этой скважине и заканчивались в основном разведочные работы. Дополнительно заложенные буровые группировались на третьем поперечнике, в конце курортного участка. Здесь расположены скважины №№ 40, 39, 41 и 44. Целью их являлось проследить дальнейшее направление древнего русла, выявленного скважинами двух предыдущих поперечников.

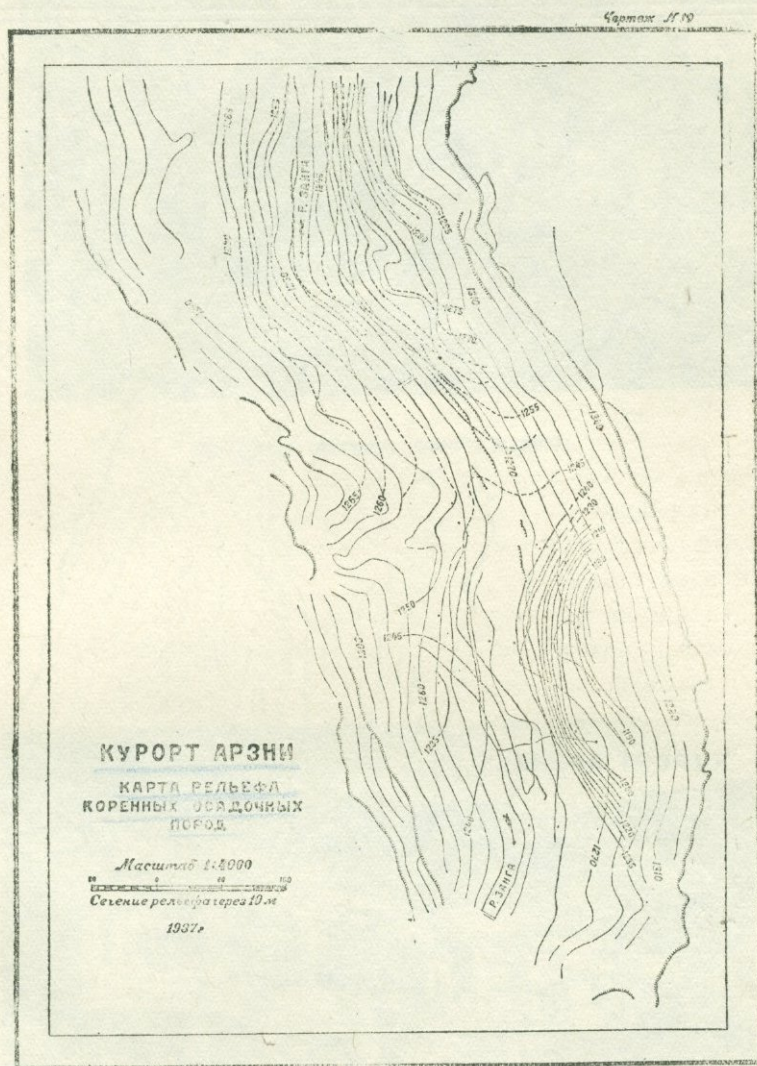
Одна из них, скважина № 44, заложенная у левого склона, встречает коренные глины на глубине 33,5 м. Температура в верхних частях глин доходит до 20°C, но при дальнейшем углублении начинает падать. На контакте наносов и глин встречена в небольшом количестве слабо минерализованная вода, давшая небольшой самоизлив. Скважина доведена до глубины 75 м и остановлена.

Таким образом, здесь также намечается понижение рельефа глин, но однако буровая № 44 не вскрыла минеральной воды в таком обильном количестве, какое имели в предыдущих скважинах. Повидимому, здесь захвачена лишь краевая часть древнего русла, или, вернее, здесь намечается отклонение древнего русла к востоку.

В общем, итоги проведенных разведочных работ сводятся к следующим выводам:

1. Рельеф коренных осадочных пород, подстилающих лавовые покровы в пределах центральной части курорта, образует глубокую впадину (у левого склона), опускающуюся до отметки 1175 м при абсолютной отметке коренных глин под речными наносами современной реки в 1245 м. Склоны впадины довольно круты. Характер ее уясняется из карты рельефа коренных осадочных пород (см. чертеж № 19), составленной на основании материалов буровых скважин. Выполняющими впадину породами является ряд потоков андезито-базальтовых лав, переслаивающихся древними речными наносами, что ука-

зывает на ряд последовательных лавовых излияний и последующих длительных эрозионных периодов.



Выявленное древнее речное русло образует, повидимому, в пределах курортного участка излучину, выгнутую к западу и, возможно, открытую на восток.

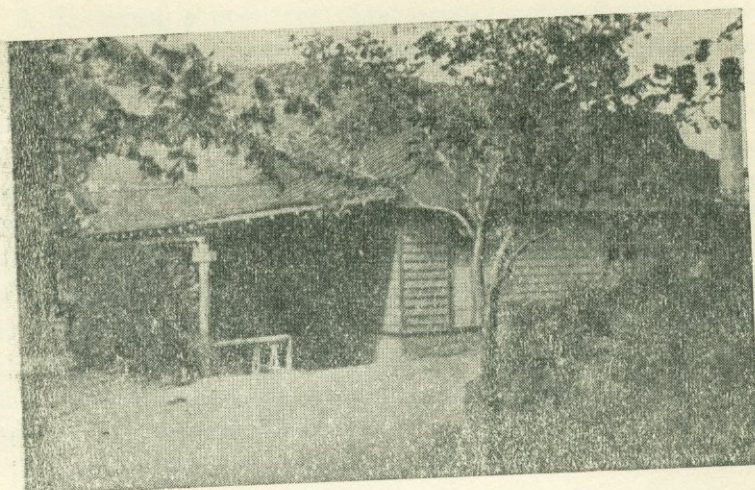
2. Температурные наблюдения в скважинах, сведенные в карту изотерм (см. чертеж № 18), ясно намечают область рас-

Чертеж № 20

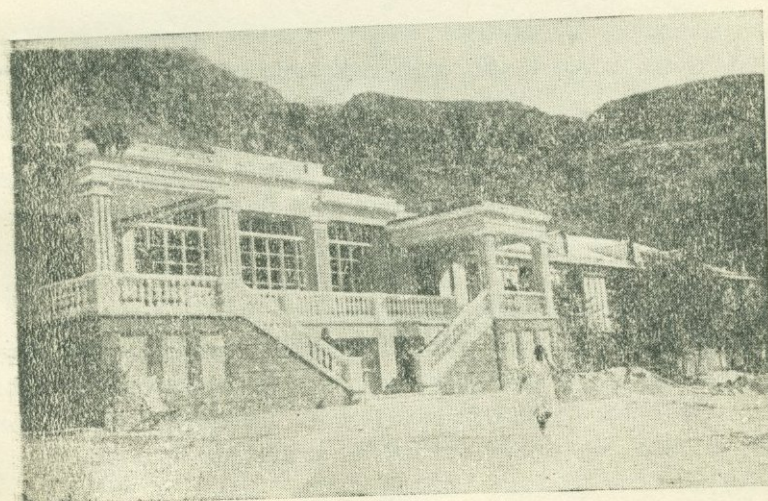


Составил инж. А. Л. Делёхин

пространения минеральных вод, концентрирующихся на значительной глубине у левого склона ущелья центральной части курортного участка.



20. Существующее ванное здание.



21. Санаторий № 1.

3. Заданные в процессе разведочных работ буровые скважины установили присутствие сильно минерализованных вод в области выявленного древнего русла. Последние в силу большого газосодержания и наличия ряда перекрывающих лавовых потоков и наносов, выполняющих древнее погребенное русло, находятся под большим давлением, насыщая собой наносы и трещины в лавовых покровах.

4. Пользуясь пьезометрическими уровнями воды в буровых скважинах центрального участка (для буровой № 15 взят минимальный, ориентировочный), построена карта изопьез (см. черт. № 20). Последняя позволяет наметить место концентрации минеральных вод с наиболее высоким напором, оконтуривая этот участок.

5. Запасы минеральной воды, выявленные в процессе работ, достигают:

|                 |      |           |         |   |        |
|-----------------|------|-----------|---------|---|--------|
| По буровой      | № 15 | 1 400,000 | лит.    | в | сутки. |
| »               | »    | № 35      | 240,000 | » | »      |
| »               | »    | № 43      | 180,000 | » | »      |
| »               | »    | № 23      | 40,000  | » | »      |
| Всего . . . . . |      | 1,860,000 | »       | » | »      |

Таковы были результаты геолого-разведочных работ.

\* \* \*

В заключение нашего очерка остановимся на одном важном моменте—на преломлении всех достигнутых результатов в реальные, практические формы и цифры.

Курорт Арзни, возникший в 1925 г., к моменту начала разведочных работ в 1931 г. обладал уже четырьмя небольшими санаторными зданиями, амбулаторией и весьма незатейливым ванным зданием (см. фото № 20) с котельной. Это и было все хозяйство молодого курорта.

13 ноября 1933 г. на совещании при Госплане СССР посвященном курортам Армении, Арзни, располагавший к этому моменту мощными фонтанирующими буровыми скважинами, был признан курортом общегосударственного значения.

У курорта открылись большие блестящие перспективы. В 1935 г. Арзни отпраздновал свой 10-летний юбилей.

Имеющиеся здания были отремонтированы, оформлены (см. фото № 21)—курорт выглядел праздничным и нарядным.

На сегодня это уже довольно благоустроенный курорт с зелеными аллеями, асфальтированными дорожками, прекрасной кино-площадкой и с большим будущим.

За последние годы в строительной жизни Арзни происходит резкий перелом.

Строительство курорта, имея прочную сырьевую базу, переходит от построек барачного и легкого типа к строительству крупных монументальных зданий, зданий созвучных нашей современности, отвечающих тем задачам, которые стоят перед Арзни, как перед одной из лучших здравниц Советского Союза.

На минуту перейдем к языку цифр; он является наиболее наглядным и убедительным.

Для сравнения приведем некоторые цифры, характеризующие современную мощность курорта.

В настоящее время функционируют четыре санатория с общим месячным фондом в 200 коек.

Близится к концу постройка нового здания клинического санатория по проекту арх. С. А. Сафаряна (см. фото № 22).

Объем нового здания—36.400 куб. м. Одно это здание будет оборудовано на 268 коек.

Одновременно новый клинический санаторий будет иметь самостоятельно 12 ванных кабин.

При санаторий будет большой зрительный зал.

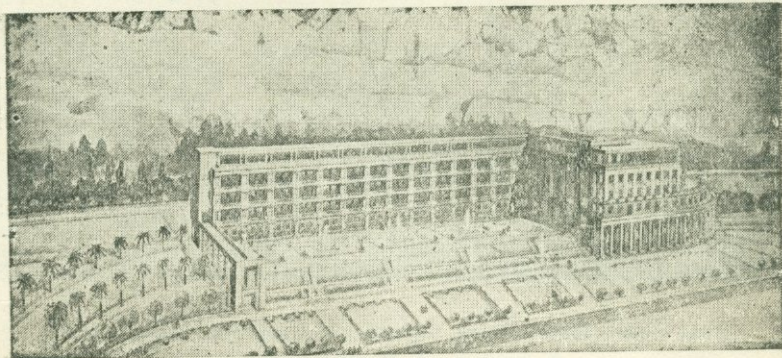
Санаторий вступает в эксплуатацию в ближайшие годы.

В текущем году Наркомздрав Армении приступил к постройке нового вального здания по проекту арх. О. С. Маркаряна (см. фото №№ 23 и 24).

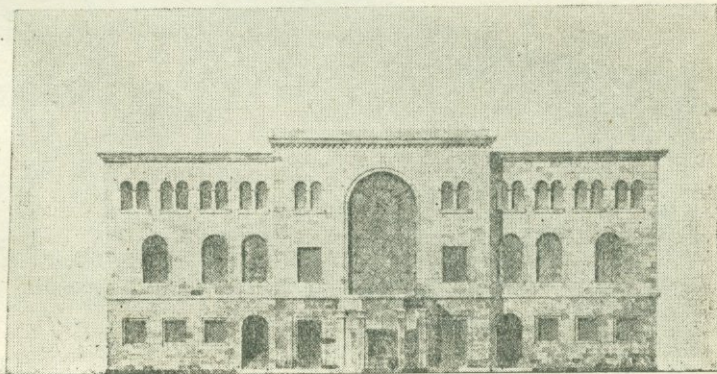
По объему новое здание достигает 10.400 куб. м и будет оборудовано 24 ванными кабинами, в то время как современное здание имеет всего 12 кабин.

С завершением строительства клинического санатория курорт переходит на круглогодичную работу.

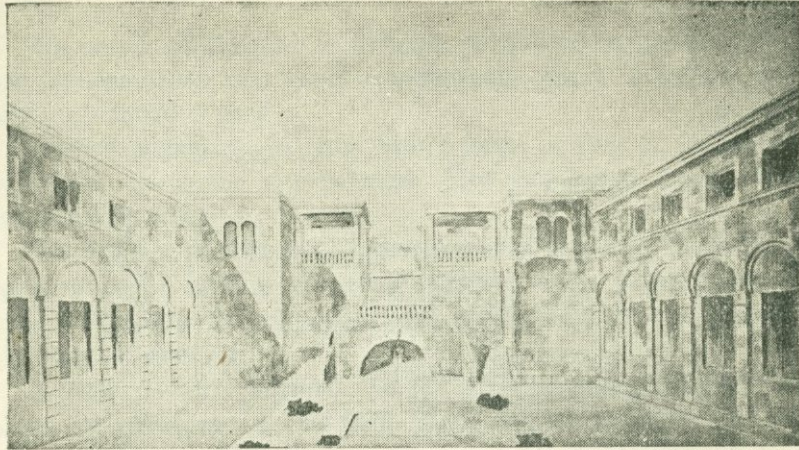
Проводятся работы по устройству набережной вдоль р. Занги, строится кафе-павильон, ведутся работы по озеленению.



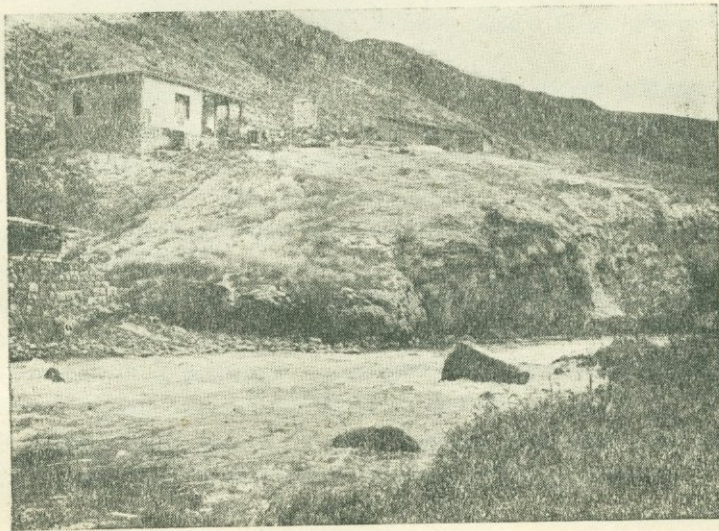
22. Проект строящегося клинического санатория.  
(Архитектор С. А. Сафарян).



23. Проект строящегося ванного здания  
(Архитектор О. С. Маркарян).



24. Проект строящегося ванного здания. Внутренний двор.  
(Архитектор О. С. Маркарян).



25. Старый розливочный завод.

Курорт Арзни вступает в шеренгу лучших здравниц нашего Союза.

Не менее важна другая отрасль, выросшая на выявленной базе минеральных вод—это розливочный завод с цехом добычи углекислого газа.

Розлив минеральных вод Арзни начат в 1927 г. на полукустарном заводике, построенном Наркомздравом Арм. ССР (см. фото № 25).

До 1932 г. розлив воды производился вручную. В 1932 г. строится новое здание завода и приобретается моечно-розливочный агрегат. Выпуск продукции распределяется по годам следующим образом.

В 1927 г. было розлито 120 г/л, в дальнейшем до 1935 г. розлив не превышал в год 3000 г/л и только в 1937 г. было розлито 6800 г/л. Для розлива используется первоначально вода ист. № 5, затем источника № 7.

В 1937 г. завод переходит в систему Наркомпищепрома. Завод реконструируется из кустарного предприятия, розливочный цех превращается в предприятие заводского типа (см. фото № 26 и 27) с соответствующими подсобными хозяйствами — со складом, лабораторией и т. д.

В 1938 г. завод переходит на розлив воды из буровой № 42, в этом-же году розлив достигает 20.000 г/л или 4000 т. бутылок (0,5-литровых). Розлив этого года равняется розливу восьми предыдущих лет.

В 1939 г. при плане в 4.800 т. бутылок завод выполняет 4.920 тысяч, однако потребность в воде значительно превышает плановые наметки. Одних заявок на воду в 1939 году поступило на 18.000 тыс. бутылок.

Значительным тормозом в развитии розлива является недостаток стеклотары.

Для покрытия дефицита в стекле в 1939 г. по решению соответствующих организаций в Арзни строится специальный завод стеклотары, который будет работать на пемзовом сырье и обеспечит полностью потребность завода.

В перспективе розлив Арзни получает огромное развитие. По плану 3-ей пятилетки в 1942 г. розлив составит 45.000

т/л, что вполне обеспечивается как запасами воды, так и мощностью завода.

С 1932 г. при розливочном заводе работает цех по добыче естественного углекислого газа из минеральной воды буровой № 15.

Продукция этого цеха с 15 тонн первого года работы в 1939 г. дошла до 200 тонн.

К последнему году 3-ей пятилетки годовая добыча углекислого газа должна быть доведена до 360 т.

Вот реальные достижения и планы, рисующие мощь и развитие растущего курорта, его сегодня и его завтра.

Арзни живет полной творческой жизнью.

В 1939 г. завод выработал 150 тонн углекислого газа, что составляет 75% от плана. В 1940 г. завод выработал 200 тонн углекислого газа, что составляет 100% от плана.

В 1941 г. завод выработал 250 тонн углекислого газа, что составляет 125% от плана. В 1942 г. завод выработал 300 тонн углекислого газа, что составляет 150% от плана.

В 1943 г. завод выработал 350 тонн углекислого газа, что составляет 175% от плана. В 1944 г. завод выработал 400 тонн углекислого газа, что составляет 200% от плана.

В 1945 г. завод выработал 450 тонн углекислого газа, что составляет 225% от плана. В 1946 г. завод выработал 500 тонн углекислого газа, что составляет 250% от плана.

В 1947 г. завод выработал 550 тонн углекислого газа, что составляет 275% от плана. В 1948 г. завод выработал 600 тонн углекислого газа, что составляет 300% от плана.

В 1949 г. завод выработал 650 тонн углекислого газа, что составляет 325% от плана. В 1950 г. завод выработал 700 тонн углекислого газа, что составляет 350% от плана.

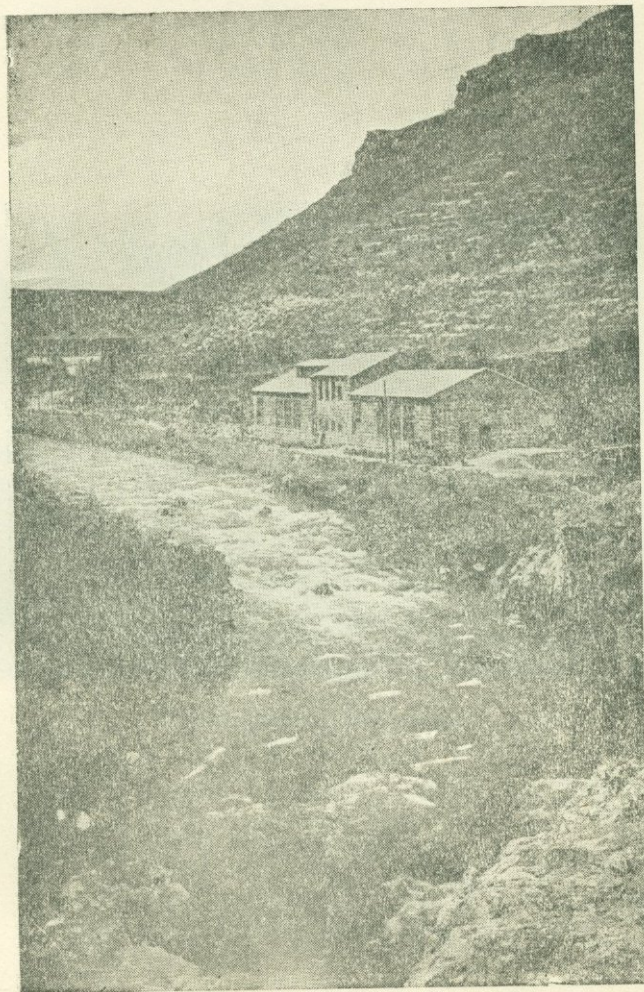
В 1951 г. завод выработал 750 тонн углекислого газа, что составляет 375% от плана. В 1952 г. завод выработал 800 тонн углекислого газа, что составляет 400% от плана.

В 1953 г. завод выработал 850 тонн углекислого газа, что составляет 425% от плана. В 1954 г. завод выработал 900 тонн углекислого газа, что составляет 450% от плана.

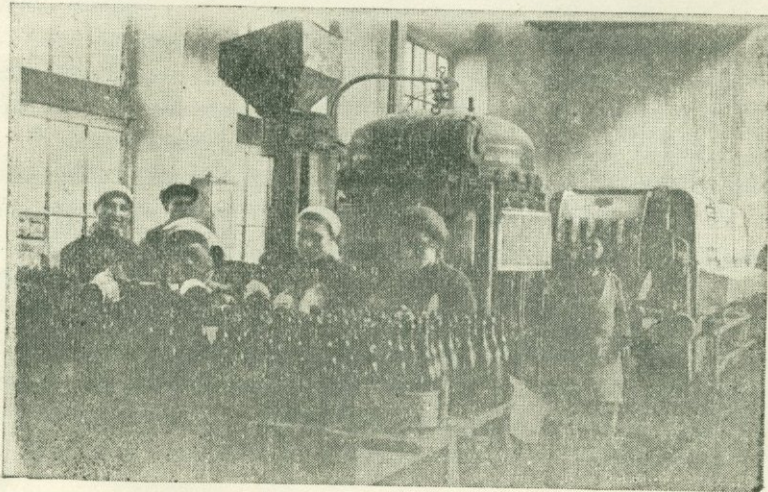
В 1955 г. завод выработал 950 тонн углекислого газа, что составляет 475% от плана. В 1956 г. завод выработал 1000 тонн углекислого газа, что составляет 500% от плана.

В 1957 г. завод выработал 1050 тонн углекислого газа, что составляет 525% от плана. В 1958 г. завод выработал 1100 тонн углекислого газа, что составляет 550% от плана.

В 1959 г. завод выработал 1150 тонн углекислого газа, что составляет 575% от плана. В 1960 г. завод выработал 1200 тонн углекислого газа, что составляет 600% от плана.



26. Новый розливочный завод.



27. Розливочный цех завода.

### РЕЗЮМЕ

Курорт Арзни расположен в 18 км к северу от Еревана, в ущелье реки Занги. История источников уходит далеко вглубь веков.

Систематические исследования и научное обоснование курорта проведено только в период советской власти в 1924—1925 г. г. К последнему году относится и открытие курорта.

В климатическом отношении Арзни входит в область Закавказского плоскогорья, находясь почти на границе двух зон—горной полупустыни и нагорно-степной. Она несет на себе черты континентального климата с жарким летом и суровой зимой.

В орографическом отношении район Арзни занимает промежуточную часть между высокими отрогами Памбакского хребта ( на севере) и широкой долиной р. Аракс (на юге), представляя собой широко раскинувшееся лавовое плато, прорезанное глубоким ущельем р. Занги и медленно опускающееся к югу.

Речная эрозия, пропилив глубоко лавовые покровы, вскрыла местами подстилающую свиту осадочных пород, представленную зеленовато-серыми глинами, мергелями, прослаиваемую песчаниками и известняками. Эти породы вскрыты р. Зангой в районе Арзни и ниже у с. Кетран. Возраст их проф. В. В. Богачевым отнесен к среднему сармату или перерыву между средним и верхним сарматом. По мнению проф. К. Н. Паффенгольца, они более древние и принадлежат верхнему эоцену.

Перекрывающие их лавовые покровы петрографически представляют собой разности от андезитов до оливиновых базальтов, принадлежат они ряду вулканических очагов, из-

ливавших лавы одновременно и через длительные промежутки затишья.

В результате имеем сложную схему переслаивания лав, заливавших древний рельеф.

Материалы по тектонике района крайне скудны. Имеющиеся выходы осадочных пород в ущельи позволяют наметить в пределах Арзни юго-восточное крыло антиклинали, протягивающееся в северо-восточном направлении.

Вопреки имеющимся литературным данным, указывающим большое развитие нарушений меридианального характера, на участке Арзни осадочная свита несет ряд дизъюнктивных нарушений северо-западного простирания (это направление было указано и Освальдом). По линиям этого направления можно расположить ряд вулканических центров Ахмангана, северной и северо-западной части нагорья.

Гидрогеология района обусловлена целиком его геологическим строением. Аккумулятором огромнейших водных запасов является лавовое нагорье Ахмангана. Источник питания—атмосферные осадки и широко развитые явления конденсации. Образующиеся воды в силу строения лав (отдельность, трещиноватость) легко спускаются вниз. Коэффициент поверхностного стока здесь незначителен.

Инфильтрационные воды, достигнув водоупора—древних наносов, перекрывающих лавовые покровы, или древних осадочных пород, движутся в сторону уклона, следуя рельефу водоупора.

Глубокое ущелье Занги, прорезав лавы, дренирует эти воды, выходящие в виде мощных родников. В питании северных родников, лежащих вблизи озера Севан, принимают участие и озерные воды.

В ущельи же Занги имеем и ряд выходов минеральных вод, входящих в исследуемый район,—источники курорта Арзни, с. Арзни и с. Кетран.

Детально изучены были источники курорта Арзни. Выходы последних приурочены к травертиновому покрову, примыкающему к левому склону ущелья.

Главный источник № 1, выходящий среди разрушенного травертина, являлся базой для работающего курорта. Дебит

его 100—130 тыс. л в сутки. Температура в течение года колеблется от 19,5 до 20,5°C. Остальные источники незначительны по дебиту и используются как питьевые.

В 1931—32 г. г. Наркомздравом Армении были начаты геолого-разведочные работы; последние выявили следующее:

1. Коренные осадочные породы, подстилающие лавовые покровы и наносы в пределах центральной части курорта, образуют глубокую впадину (у левого склона), опускающуюся до отметки 1175 м при абсолютной отметке коренных глин в русле реки (под аллювием) в 1245 м.

Склоны впадины довольно круты. Характер ее уясняется из карты рельефа коренных осадочных пород (см. черт. № 19), составленной на основании материалов буровых скважин. Выполняющими впадину породами является ряд потоков андезито-базальтовых лав, переслаивающихся древними речными наносами, что указывает на ряд последовательных лавовых излияний и последующих длительных эрозионных периодов. Выявленная впадина представляет, по видимому, древнее речное русло, образующее в пределах курортного участка излучину, выгнутую к западу и, возможно, открытую на восток.

2. Температурные наблюдения в скважинах, сведенные в карту изотерм (см. черт. № 18), намекают область распространения минеральных вод, концентрирующихся на значительной глубине у левого склона ущелья, в центральной части курортного участка.

3. Заданные в процессе разведочных работ буровые скважины установили присутствие сильно минерализованных вод в области выявленного древнего русла. Воды, в силу большого газосодержания, наличия ряда лавовых покровов и наносов, выполняющих древнее погребенное русло, находятся под большим давлением, насыщая собой наносы и трещины в лавовых покровах.

4. Пользуясь пьезометрическими уровнями воды в буровых скважинах центрального участка (для буровой № 15 взят минимальный ориентировочный), построена карта изопьез (см. черт. № 20). Последняя ясно позволяет наметить место кон-

центрации минеральных вод с наиболее высоким напором, оконтуривая этот участок.

5. Количество минеральной воды, выявленной в процессе работ к концу последних, достигло до 1.860.000 л в сутки, что обеспечило вполне не только работу курорта, но и завода жидкой углекислоты.

В химическом отношении эти воды принадлежат к типу хлоридно-гидрокарбонатно-натриевым с общей минерализацией, достигающей до 13 гр на литр.

Генезис этих вод, минерализация которых идет, главным образом, за счет хлористого натрия, сернокислого кальция и других солей, обычно сопутствующих соленосным отложениям, связывается, по видимому, с толщей обнажающихся третичных глин, мергелей и песчаников, зачастую соленосных и гипсоносных.

К. Н. Паффенгольц указывает на сходство подобных отложений с породами Нахичеванского месторождения каменной соли; последнее обстоятельство позволяет предполагать, что свита пород, обнажающихся в Арзни, в своих глубоких горизонтах имеет соленосные отложения, за счет которых и происходит минерализация пресных вод, проникающих в эту толщу.

Высокая температура воды (21°C) говорит о ее глубинности, о том, что процессы растворения и выщелачивания происходят ниже зоны постоянной температуры, т. е. в области термического нарастания. Насыщение воды углекислотой (являющейся продуктом угасающей вулканической деятельности) происходит уже позднее, на пути следования минерализованных вод.

Однотипность минеральных вод в ущелье р. Занги и намечающаяся связь их с древним речным руслом, залитым лавами (Арзни, Озанляр), позволяют предполагать наличие мощного потока минеральной воды, движущейся по древнему речному ложу, погребенному под лавами, просачиваясь на дневную поверхность в тех местах, где покров лав размыт позднейшей речной эрозией.

В последние годы на курорте интенсивно идет освоение

выявленных минеральных богатств, широко развернулось капитальное строительство, строится новый клинический санаторий, новое ванное здание, работает розливочный завод с цехом добычи естественной углекислоты.

Огромные ресурсы минеральной воды, близость курорта к промышленному и политическому центру республики, прекрасные пути сообщения выдвинули Арзни на одно из первых мест среди аналогичных курортов Союза.

## ՌԵԶՅՈՒՄԵ

Արզնի կուրորարը գտնվում է Երևանից դեպի Հյուսիս 18 կլմ վրա Ձանգի գետի կիրճում: Աղբյուրների պատմությունը գնում է հեռու՝ դարերի խորքը, սակայն նրանց սխտեմատիկ հետազոտումը և կուրորտի գիտական հիմնավորումը կատարվել է սովետական իշխանության օրով՝ 1924—25 թ. Ժամանակաշրջանում: Այդ ժամանակ է տեղի ունեցել նաև կուրորտի բացումը:

Կլիմայական պայմանների տեսակետից Արզնին մտնում է Անդերկովկասի բարձրավանդակի շրջանի մեջ, գտնվելով համարյա երկու գոտիների՝ լեռնային կիսաանապատի և լեռնային տափաստանի սահմանագլխին: Նա ունի ցամաքային կլիմայի բնորոշ դժեր՝ շոգ ամառ և խիստ ձմեռ:

Օրոգրաֆիայի (լեռնադրություն) տեսակետից Արզնու շրջանը գրավում է Փամբակի լեռնաշղթայի բարձր ճյուղավորումների (Հյուսիսում) և Արաքս գետի (հարավում) լայն հովտի միջև ընկած շերտը, որը ներկայացնում է իրենից մի ընդարձակ լավային սարահարթ (плато):

Նա կտրվում է Ձանգվի խորը կիրճով և դանդաղորեն ցածրանում դեպի հարավ:

Գետի հոսանքը խորը սղոցելով լավայի ծածկոցները, տեղ-տեղ մերկացրել է ստորադաս նստվածքային ապառների շերտախումբը՝ կազմված կանաչավուն-գորշ կավերի, մերգելների ու կրաքարերի իրար հաջորդող շերտերից: Այդ ապառները բացել է Ձանգի գետը Արզնու շրջակայքում և ներքևը՝ Քեթրան գյուղի մոտ: Նրանց տարիքը պրոֆ. Վ. Վ. Բոգաչևը վերագրում է միջին սարմատին կամ միջին ու վերին սարմատների արանքում եղած ընդմիջումին: Պրոֆ. Կ. Ն. Պաֆֆենգոլցի կարծիքով՝ նրանք ավելի հին են և պատկանում են էոցենին:

Նրանց ծածկող լավաները պետրոգրաֆիական տեսակետից ներկայացնում են անդեզիտից մինչև օլիվին-բաղալտների տարբերութունները: Պատկանում են նրանք մի շարք հրաբխային օջախների, որոնք գործելիս են եղել միաժամանակ և երկար ընդմիջումներով:

Եվ որպես արդյունք այդ հրաբխային պրոցեսների, լավաները, ողողելով հին ռելիեֆը, կազմել են շերտավորման մի բարդ սխեմա:

Շրջանի տեկտոնիկայի վերաբերյալ նյութերը չափազանց սահմանափակ են: Այդ կիրճի նստվածքային ապառների միջանի մերկացումները թույլ են տալիս նշելու Արզնու շրջանում եղած անտիկլինալի հարավ-արևելյան թևը, որը տարածվում է հյուսիս-արևելյան ուղղութամբ:

Հակառակ դրահանության տվյալների, որոնք մատնանշում են միջօրեականի ուղղություն ունեցող տեկտոնիկական խախտումները, Արզնու շրջանում նստվածքային ապառները ենթարկված են դիզյունկտիվ խախտումների, որոնք ունեն հյուսիս-արևմտյան տարածում: (Այդ ուղղությունը նշել է նաև Օսվալդը): Այդ դժի ուղղութամբ կարելի է դասավորել Աղմաղանի և լեռնային շրջանների հյուսիս ու հյուսիս-արևմտյան մասերի հրաբխային կենտրոնները:

Շրջանի հիդրոգեոլոգիան պայմանավորված է ամբողջապես նրա երկրաբանական (գեոլոգիական) կառուցվածքով: Աղմաղանի լավային լեռնաստանը հանդիսանում է հսկայական ջրային պաշարների ակումուլատորը (կուտակիչը): Նրանց սնուցող աղբյուրներն են մթնոլորտային տեղումները և կոնգենսացիայի երևութիւնների լայն տարածումը: Գոյացող ջրերը շնորհիվ լավաների կառուցվածքի (ճեղքատիկենություն, անջատում), հեշտութամբ վայր են թափվում: Մակերեսային հոսանքի գործակիցը (կոեֆիցիենտ) այստեղ աննշան է:

Ինֆիլտրացիոն (ներծծվող) ջրերը հասնելով ջրամերժ (водоупор) մակերեսին—հին բերվածքային ապառներին, որոնք ծածկում են լավային ծածկոցը, կամ հին նստվածքային ապառներին, հոսում են թեքության ուղղութամբ, ընթանալով ջրամերժ մակերեսի ռելիեֆով:

Չանդվի խորը կիրճը, կտրելով լավաները, ցամաքեցնում է (дренирует) այդ ջրերը, որոնք դուրս են գալիս այստեղ առատ աղբյուրների ձևով:

Հյուսիսային աղբյուրները, որոնք գտնվում են Սևանա լճի մոտակայքում, սնուցվում են և լճի ջրերով:

Նույն Ձանդվի կիրճում կան նաև հանքային ջրերի մի շարք ելքեր, որոնք մտնում են հետադադարող շրջանի մեջ: օրինակ, Արզնի կուրորտի աղբյուրները, Արզնի և Քեթրան գյուղերի աղբյուրները:

Մանրամասնորեն ուսումնասիրված են Արզնու կուրորտի աղբյուրները, որոնք դուրս են գալիս ծածկոցի միջից՝ կիրճի ձախ լանջում:

Գլխավոր № 1 աղբյուրը, որը դուրս է գալիս քայքայված տրավերտինի միջից, բազա է հանդիսացել աշխատող կուրորտի համար: Նրա գերիտն է 100—130 հազ. լ/օր, ջերմաստիճանը տարվա ընթացքում տատանվում է 19,5—20,5<sup>0</sup> ըստ Յելսիուսի: Մնացած աղբյուրներն իրենց գերիտով աննշան են և օգտադորձվում են խմելու համար:

1931—32 թ. Հայկական ՍՍՌ Առժողովրդատը սկսեց երկրաբանական-հետախուզական աշխատանքներ կատարել այստեղ, որոնք հայտարեցին հետևյալը.

1. Կուրորտի կենտրոնական մասը գրավող լավային ծածկոցների և բերվածքների տակ տարածված հիմնական նստվածքային ապառները կազմում են խորը իջվածք (ձախ լանջում), որը ցածրանում է մինչև 1175 մ, մինչդեռ գետի հունի մեջ եղած (ալլյուվիի) տակ հիմնական կավերի բացարձակ բարձրությունն է 1245 մետր:

Իջվածքի լանջերը բավականին թեք են: Նրա բնույթը պարզվում է հիմնական նստվածքային ապառների ուլյեֆի քարտեղից (տես դժ. № 19), որը կազմված է հորատման անցքերի (буровая скважина) տվյալների հիման վրա:

Իջվածքը կազմող ապառներն են հանդիսանում անդեզիտաբազալտային լավաների մի շարք հոսանքներ, որոնք հերթադադարում են հին գետային բերվածքի հետ: Այդ հանդամանքը վկայում է լավայի մի շարք հաջորդական արտահոսումների և հետագա երկարատև էրոզիոն ժամանակաշրջանների մասին: Վերջինները բնութագրում են հայտարեբաժ իջվածքը որպես հին գետի հուն, որը, ըստ երևույթին, կուրորտի վայրում կազմում է պտույտ՝ կորուսթյամբ ուղղված դեպի արևմուտք, իսկ բաց կողմով, հավանական է, դեպի արևելք:

2. Ձերմաստիճանների դիտողությունները հորատման անցքերում, որոնց հիման վրա կազմված է իզոտերմի քարտեղը (տես 124.

գծ. № 18) նշում են հանքային ջրերի տարածման շրջանը, որոնք կենտրոնացած են բախկանին մեծ խորութեան վրա կեր-  
ճի ձախ լանջում՝ կուրորա՞ի կենտրոնական մասի վայրում :

3. Հետախուզութեան ընթացքում անցած հորատման անցքերը ցույց տվին, որ հայտարեցած հին հունը պարունակում է իր մեջ խիստ միներալիզացիայի ենթարկված ջրեր: Վերջին-  
ները, պարունակելով իրենց մեջ մեծ քանակութեամբ դազեր և ծածկված լինելով մի շարք լավային ծածկոցներով ու բերվածք-  
ներով, որոնք կազմում են հին թաղված հունը, գտնվում են մեծ ճնշման տակ, հազեցնելով բերվածքային աղաւները և լավայի  
ծածկոցի ճեղքերը:

4. Օգտվելով կենտրոնական մասի հորատման անցքերի ջրի պեղումեարական մակերեսներից (№ 15 հորատման անցքի հա-  
մար վերցված է օրինաւոր նվազագույնը), կազմված է իզոպլեդ-  
ների կարտը (տես գծ. № 20): Վերջինս հնարաւորութեան  
է տալիս պարզ կերպով նշելու ավելի մեծ ճնշում ունեցող ջրերի  
կուտակման վայրը և յեղրագծելու այդ տեղամասը:

5. Հանքային ջրերի քանակը, որ հայտարեցւոյնց աշխատանք-  
ների պրոցեսում, վերջիններիս ավարտման ժամանակ հասնում էր  
1.860.000 լիտր., որն ապահովում էր միանգամայն ոչ միայն  
կուրորտի աշխատանքը, այլև հեղուկ անխաթիւի դործարանի:

Գիտական տեսակետներից այդ ջրերը պատկանում են քրորի-  
դո-հիդրոկարբոնատո-նատրիականների տիպին, ընդհանուր մի-  
ներալիզացիայով, որը հասնում է մինչև 13 գր մեկ լիտրում:

Այդ ջրերի գենեզիսը, որոնց միներալիզացիան կատարվում  
է գլխաւորապէս ի հաշիւ քրորիդական նատրիի, ծծմբաթթւային  
կալցիի և այլ նստվածքային ապառներին ուղեկցող աղերի,  
կապվում է, ըստ երևութին, սարմատի (հարց.) մերկացվող  
կալիերի, մերգելների և ավազաքարերի շերտաւորի հետ, որոնք  
հաճախակի գիպս և աղ են պարունակում իրենց մեջ:

Կ. Ն. Պաֆֆենդոլցը մատնանշում է այդ նստվածքների նույ-  
նութեանը Նախիջևանի աղահանքերի ապառների հետ: Վերջին  
հանդամանքը թույլ է տալիս ենթադրելու, որ Արզնիում մեր-  
կացվող ապառների շերտաւորումը իր խորքերում ունի աղ պա-  
րունակող նստվածքներ, ի հաշիւ որոնց կատարվում է այդտեղ  
թափանցող ոչ աղի ջրերի միներալիզացիան:

Ջրի բարձր ջերմաստիճանը (21<sup>0</sup>) վկայում է նրա խորութեան  
մասին, որ լուծման պրոցեսները կատարվում են մշտական

Ներմաստիճանի գոնայից ցածր, այսինքն՝ ջերմութեան անման-  
շրջանում: Ջրերի հագեցումը ածխածինով (որն արդյունք է  
հանգչող հրաբխային գործունեութեան) կատարվում է հետա-  
գայում՝ միներալիզացիայի ենթարկված ջրերի հետագա ընթաց-  
քի ժամանակ:

Ձանդի գետի կիրճի ջրերի միատիպութիւնը և նրանց կապը՝  
այժմ լավաներով լցված հին գետի հունի հետ (Արզնի, Ողան-  
լար) թույլ է տալիս ենթադրելու մեծ քանակութեամբ հանքա-  
յին ջրերի առկայութեան մասին, որոնք շարժվում են լավաների  
տակ թաղված հին գետի հունով: Նրանք երկրի մակերես և  
գուրս գալիս այն կետերում, որտեղ լավաների ծածկոցը մաշ-  
վել է գետի հետագա էրոզիայի շնորհիվ:

Վերջին տարիներում կուրորտում ինտենսիվ կերպով  
առաջ է գնում ընդերքային հարստութիւնների օգտագործումը:

Լայն կերպով ծավալվում է խոշոր շինարարութիւնը: Կա-  
ռուցվում են նոր կլինիկական սանատորիում, վանաների համար  
նոր շինութիւն, բնական ածխածնային ցեխի հետ միասին աշ-  
խատում է հանքային ջրերի գործարանը:

Հանքային ջրերի հսկայական ռեսուրսները, կուրորտի մոտի-  
կութիւնը ռեսպուբլիկայի քաղաքական ու արդյունաբերական  
կենտրոնին և հաղորդակցութեան հիանալի ճանապարհները Արզ-  
նուն տալիս են առաջնակարգ տեղերից մեկը Սովետական Միու-  
թեան համանման կուրորտների շարքում:

## SUMMARY

The Arzni Health-Resort is situated 18 kilometers north of Yerevan in the gorge of the Zanga river. The history of its springs penetrates far into the centuries.

The systematic exploration and scientific foundation of the Health Resort were made only in the period of the Soviet Power in 1924—25, and the opening of the Health Resort dates from this time.

Climatically Arzni enters the territory of Transcaucasian plateau being almost on the border of the two zones—the semi-desert and highlands steppes. It has all the characteristic features of the continental climate with its hot summer and severe winter.

Orographically the Arzni region occupies the interspace between high spurs of Bambak's (in the North) and the broad valley of the Arax river (in the South), thus representing a wide spread lava plateau cut through with the deep gorge of the Zanga river and slowly sloping the South.

The river erosion having deeply dissected the lava coating in certain spots exposed the underlying series of sedimentary rocks which are composed of greenish-gray clays, marls interlaid with sandstones and limestones. These rocks are exposed on the surface under the action of the Zanga river in the Arzni region and below it, near the village Ketran. Proff. Bogacheff reckoned their age either from the middle Sarmatian stage or from the time between the middle and upper Sarmatian stage. In the opinion of Proff. K. N. Paffenholz they are much older and belong to the Eocene epoch.

The lava layers overlapping them, petrographically represent varieties of andesites and olivine basalts. They belong to a range of volcanic centers which ejected their lavas synchronously and after prolonged periods of rest.

Hence we have a complex scheme of interbedding lavas which covered the ancient relief. The materials concerning the tectonics of the region are very scanty. The existing outcrops of sedimentary rocks in the

gorge enable us to fix within the Arzni district the South-Eastern wing of an anticline which expands in the North-East direction.

Notwithstanding the existing data indicating the great development of dislocations of meridional character in the Arzni district the sedimentary strata reveal some disjunctive phenomena of the North-Western trend (this direction has been pointed out by Osvald too). On the lines of this direction it is possible to set a number of Aghmanghan volcanic centers and those of the North and North-Western portion of the highlands.

The hydrogeology of the district is entirely explained by its geological structure. The Aghmanghan lava highlands represent a storage of enormous water supplies, the ir feeding sources being atmospheric precipitations and well developed phenomena of condensation. The accumulating waters, owing to the structure of lavas (joints, fissures), flow readily down. The coefficient of the surface discharge is small here.

Infiltrated waters reaching either water-holding ancient alluvium overlapping the lava layers, or the old sedimentary rocks flow down in the direction of the water-holding relief.

The deep gorge of the Zanga river cutting the lavas drains these waters; the latter come out forming vigorous springs. The lake waters likewise take part in feeding the Northern springs which are located near the lake Sevan.

In the same gorge we have many outlets of mineral waters which belong to the region being investigated. These are:—springs of the Arzni Health Resort and those of Arzni and Ketran villages.

The springs of the Health Resort have been closely studied. Their outlets are in the travertine cover which borders upon the left side of the gorge.

The chief spring № 1, having its outlet among decomposed travertine represents the basis of the Health Resort, its water discharge reaching 100—130 thousand lit/sec. Its temperature in the course of a year oscillates from 19,5 to 20,5° C. The other springs are insignificant in their discharge and are being consumed as potable waters.

In the years 1931—32 geological prospecting was started by the People's commissariat for Health of Armenia which has discovered the following:

1. The original sedimentary rocks lying under the lava layers and alluvium form a deep subsidence within the central part of the Health

Resort (at the left side). This subsidence slopes reaching the mark of 1175 m., the absolute mark of primary clays in river bed (under the alluvium) being 1245 m.

The sides of the subsidence are rather steep. Its character is made clear from the relief map of the original sedimentary rocks (vid. design № 19) which is based on the materials got after borings. The rocks filling this hollow are andesito- basalt lavas interlaid with ancient river- alluvium. This fact indicates the successive lava effusions which were followed by long periods of erosion. It was, obviously an old river-channel which appears to form in the territory of the Health Resort a bend, curved westward and possibly open Eastwards.

2. The temperature observations in the bores, brought together on the map of isotherm, mark the region of expansion of mineral waters. These waters are being concentrated at the considerable depth at the left side of the gorge, in the central part of the Health Resort.

3. In the process of prospecting the results of borings disclosed the presence of strongly mineralized waters in the old river-bed. The waters, owing to the great quantity of gases and to the lava layers and alluvium in the buried river-channel, are being under high pressure, thus saturating the alluvium and fissures in the lavas.

4. Making use of the piesometric water levels in the bores of the central part (minimum is taken for the bore № 15) a map of isopiese is plotted. By means of the latter it is possible (outlining this region) to fix the spot of concentration of waters with the highest pressure.

5. The quantity of mineral waters discharged in the process of work has reached 1,860,000 lit/sec. This completely guaranteed not only the functioning of the Health Resort but the works producing liquid carbon dioxide.

Chemically these waters belong to the natrium chloridо-hydro-carbonate sodium group, their total mineralization amounting to 13 gr. per litre.

The genesis of these waters mineralization of which takes place chiefly owing to the natrium-chloride, calcium-sulphate and toher salts usually accompanying saliferous deposits,—appears to be connected with the mass of exposed Sarmatian (?) clays, marls and sandstones. These are often found to be saliferous and gypsiferous.

K. N. Paffenholz points out the identity of these deposits with the Nakhichevan deposits of the rock-salt. This fact enables us to sug-

gest that the rock complex exposed in Arzni has saliferous deposits in its deep horizons; and owing to these deposits, that the mineralization of fresh waters percolating into the rock is taking place.

The high temperature of the water (21° C.) proves its provenance from the depths as well as the fact that dissolving and remoring processes are taking place below the zone of constant temperature, i. e. in the region of the thermic increase. The saturation of water with carbon dioxide (which is the product of extincting volcanity) is taking place later on, along the course of mineralized waters.

The uniformity of the rocks in the gorge of the river Zanga and their connection with the old river-channel covered with lavas (Arzni, Ozonlar) enable us to suggest the existence of a powerful stream of mineral water. This water is flowing down the old river-bed which is buried under lavas, and reaches the surface in those spots where the lava covers are washed off by the latest river erosion.

In the last few years intense research work is going on in the field of discovery of mineral wealth; a new bath building and clinical sanatorium are being constructed. Works producing natural carbon dioxide is in operation.

Enormous mineral water resources, the proximity of the Health Resort to the industrial and political center, excellent means of communication make Arzni one of the first-class Health Resort among analogous resorts of the Union.

## ЛИТЕРАТУРА

- ✓ 1. БОГАЧЕВ В. В. Стратиграфический очерк полосы вдоль реки Занги по линии проектируемых ГЭС Севано-Зангинского каскада. 1933 г. (Рукопись).
2. БОГАЧЕВ В. В. Месторождение горючих сланцев близ Канакера на Занге. 1933 г.
3. БОГАЧЕВ В. В. Новые данные по миоцену Закавказья. Нефтеиздат. Баку. 1936 г.
4. ГАМБАРЯН П. П. Геолого-петрографический очерк района Средней Занги. Бассейн реки Занги. Часть II. Издание Академии Наук. Ленинград 1934 г.
5. ГАМБАРЯН П. П. Нурнусское м-ние диатомита. Отчет по работам 1930 г. (Рукопись).
- ✓ 6. ГАМБАРЯН П. П. Результаты работы Ереван—Арзакендск. партии геологической карты. Предварительный отчет. 1932 г. (Рукопись).
7. ГАМБАРЯН П. П. Арзакендское м-ние мрамора. (Рукопись).
8. ГЕРАСИМОВ А. П. Краткий геологический очерк района Кавк. минеральных вод.
9. ГИНЗБЕРГ А. С. Геолого-петрографическое описание южного побережья озера Севан. Бассейн озера Севан. Том II, вып. 1. Издание Академии Наук. Ленинград. 1931 г.
10. ДЕЛКЕСКАМФ РУДОЛЬФ. Вадозовая и ювенильная углекислота. Ежегодник по геологии и минералогии России. Т. XIII, вып. 1 и 2.

11. ДЕМЕХИН А. П. К вопросу происхождения соленого источника в балке Шор-джури-дзор по работам 1936 г. (Рукопись).
12. ЕФИМОВ Б. П. Отчет по работам в Арзни в 1927 г. (Рукопись).
- ✓ 13. ЗАХАРОВ В. Ф. Гидрогеология Эриванской низменности. Материалы к общей схеме использования водных ресурсов Кура-Араксинского бассейна. Вып. 8, Тифлис, 1931 г.
14. ЗАХАРОВ В. Ф. Геологическое описание места плотины на р. Занге у с. Арзни. (Рукопись).
15. КАЗАКОВ М. П. Гидрогеологические условия в низовьях Занги и Абарана. Бассейн реки Занги. Часть 2. Изд. Академии Наук. Ленинград, 1934 г.
16. КАЗАКОВ М. П. К гидрогеологии Кырх-булагской группы родников. Бассейн р. Занги. Часть 2. Изд. Академии Наук. Ленинград, 1934 г.
- ✓ 17. КАНТОР Б. А. Отчет начальника 2-й Эриванской Литологической партии о работах 1930 г. Армгеолбюро. (Рукопись).
- ✓ 18. КАРАПЕТЯН О. Т. Геологический очерк ССР Армении. Эривань, 1928 г.
19. КЛОПОТОВСКИЙ Б. А. Почвы Арзни. Академия Наук СССР. Грузинский филиал. Тифлис, 1936 г.
20. КОТЛЯР В. Н. Материалы к изучению рудных месторождений северной части ССР Армении. ОНТИ. 1934 г.
21. КОЧЕРГИН Климатический очерк Эриванской равнины. Материалы к общей схеме использования водных ресурсов Кура-Араксинского бассейна. Вып. 1, 1930 г. Тифлис.
- ✓ 22. ЛЕВИНСОН-ЛЕССИНГ Ф. Ю. Армянское вулканическое нагорье. Журнал «Природа» № 5 за 1928 г.
23. ЛЕВИНСОН-ЛЕССИНГ Ф. Ю. Андезито-базальтовая формация центральной ча-

- сти Армении. Бассейн озера Севан. Том 1. Издание Академии Наук.
24. ЛЕВЧЕНКО В. М.  
Геохимическая классификация минеральных источников ССР Армении. (Рукопись).
25. ЛЕВЧЕНКО В. М.  
Минеральная вода Арзни. (Рукопись).
26. ЛЯТТИ  
Материалы по исследованию озера Севан. Часть IV, вып. 1. Ленинград. 1932 г.  
Материалы гидрохимических исследований.
27. ЛЯТТИ  
Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна. Часть IV, выпуск II. Ленинград. 1932 г.
28. ОБЧИННИКОВ А. М.  
Результаты предварительного гидрогеологического обследования района минеральных источников Арзни ССР Армении 1930 г. (Рукопись).
29. ОГАНЕЗОВ Л. А.  
Климат курорта Арзни. (Рукопись).
30. ОСВАЛЬД Ф.  
К истории тектонического развития Армянского нагорья. Тифлис. 1916 г. Перевод Шишкиной.
31. ПАЛИБИН И. В.  
Доклад русскому Палеонтологическому Обществу в 1925 г. (Рукопись).
32. ПАФФЕНГОЛЬЦ К. Н.  
Стратиграфия четвертичных лав Восточной Армении. Записки Российского Минералогического Об-ва. 1931 г.
33. ПАФФЕНГОЛЬЦ К. Н.  
Геологический очерк района Нахичеванского месторождения каменной соли. Гос. Науч. Техн. Геолог. Издательство. 1932 г.
34. ПАФФЕНГОЛЬЦ К. Н.  
Бассейн озера Гокчи (Севан). Труды Всесоюзного геолого-разведочного объединения НКТП СССР, выпуск 219. 1934 г.
35. ПАФФЕНГОЛЬЦ К. Н.  
К стратиграфии и тектонике олигоцена и соленосной толщи Армении в южной части Грузии. (Рукопись). 1936 г. 1937 г.
36. РЕНГАРТЕН В. П.  
История долины реки Ассы.
37. РЕНГАРТЕН В. П.  
Минеральные источники района Военно-Грузин-

ской дороги. Труды Всесоюзного геолого-разведочного объединения НКТП. СССР. Выпуск 156. 1931 г.

38. СОКОЛОВ А. П.

К вопросу о фильтрации озерной воды в Еленовском районе «Бюлл. бюро Гидраль-Исследов. в бассейне озера Севан» 1928 г. № 4, Эривань.

39. ТУРЦЕВ А. А.

Гидрогеологический очерк бассейна р. Занги. Издание Академии Наук. Часть 1. 1931 г.

40. ТУРЦЕВ А. А.

Гидрогеологическая характеристика Егвардского водохранилища. Бассейн р. Занги. Часть 2. Изд. Академии Наук. 1934 г.

41. ФИГУРОВСКИЙ И В.

Краткая климатическая характеристика Кура-Араксинской низменности. Материал к общей схеме использования водных ресурсов Кура-Араксинского Бассейна. Вып. 1.



## О Г Л А В Л Е Н И Е

|  | Стр. |
|--|------|
| От редактора . . . . .                             | 5    |
| 1. Вступление . . . . .                            | 7    |
| 2. Исторические сведения о курорте Арзни . . . . . | 9    |
| 3. Основные климатические черты района . . . . .   | 11   |
| 4. Орографический очерк . . . . .                  | 16   |
| 5. Геологический очерк . . . . .                   | 19   |
| 6. Тектоника . . . . .                             | 51   |
| 7. Гидрогеологический очерк . . . . .              | 56   |
| 8. Разведочные работы . . . . .                    | 96   |
| 9. Резюме . . . . .                                | 117  |
| 10. Литература . . . . .                           | 131  |

Техн. редактор *С. Хачатрян*  
Корректор *А. Манукян*  
Контроль. корректор *Л. Абовян*

---

Сдано в набор 20 ноября 1939 г.  
Подписано к печати 12/XI 1940 г.  
Тираж 1000 заказ № 29  
Цена 7 р.

---

Типография гос. изд. полит. литературы,  
Ереван, Аллавердян № 65  
ВФ 2070

2455