

Տպագրվում է Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի
Նախագահության կարգադրությամբ:
Պրեզիդենտ Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ

*Печатается по распоряжению Президиума Академии
Наук Армянской ССР.*

Президент В. А. АМБАРЦУМЯН

ԽՐԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈՂԵԳԻԱ՝ Վ. Դ. Աղաթյան (պատ. քարտուղար), Ա. Ա. Աբարատյան
ՀՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ Ի. Վ. Եղիազարով, ՀՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ Մ. Գ. Թումանյան
(պատ. խմբագիր), ՀՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ Կ. Ն. Պաֆֆենգոլց, Ա. Ա. Բելետեր:

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: В. Д. Азатян (ответ. секретарь), А. Г. Абаратян
действительный член АН Арм. ССР И. В. Егиазаров, действительный член АН
Арм. ССР К. Н. Паффенгольц, А. А. Рихтер, действительный член АН Арм. ССР
М. Г. Туманян (ответ. редактор).

ГЕОЛОГИЯ

И. Г. Магакьян

Железорудные месторождения Северной Армении

Состояние изученности и освоения

Железорудные месторождения северных районов Арм. ССР изучены еще совершенно недостаточно, а сколько нибудь детальное описание их отсутствует.

Первое упоминание о железных (гематитовых) рудах древнего рудника Сисимадан мы встречаем у Г. Аби́ха, который описывает штоковые тела гематитовых руд с примесью халькопирита в контакте известняков с порфиритами; главным предметом добычи был железный блеск, попутно с которым разрабатывались и медные руды.

Значительно позднее Н. Лебедев отмечает выходы магнетитовой руды с высоким содержанием серы (10—11%) близ восточной границы территории Ахталского дома отдыха.

Затем, при геологической съемке в районе Армутлы-Кохп (Кульп) К. Н. Паффенгольц встретил древние выработки с кусками гранатово-магнетитовой породы в отвалах и шлаки на г. Беюк-Гек-даг, а И. В. Барканов приводит описание месторождений медно-гематитовых руд г.г. Медная и Черемша в Калининском районе.

Наконец, в 1937—1939 г.г. В. Г. Грушевой, по указанию жителя с. Кохп В. Тер-Барсегяна посетил и дал первое описание месторождений Цакери-Дош, Бовери-Гаш, Карцах и Мисхана, а последнее месторождение в 1941 г. осмотрел также Ю. А. Арапов.

Что касается железорудных месторождений басс. р. Бабаджан: Сот (Магазимат), Сары-Булаг и Джангарлу, а также уч. Байрами-Тала, Мец-Ракуна и коренных выходов руд на месторождении Цакери-Дош, то описание их приведено впервые и до нас они не посещались: описание большинства других месторождений значительно пополнено.

Можно утверждать, что все перечисленные месторождения были известны еще в глубокой древности и разрабатывались, о чем говорит повсеместное наличие древних выработок, обширных отвалов и скоплений шлаков плавки железных руд.

На некоторых месторождениях в период 1900—1914 г.г. отдельными частными предпринимателями проводились небольшие развед-

дочные работы. В настоящее время ни одно месторождение железа не разрабатывается, но после работы экспедиции № 1 (1944 г.) Института Геологических Наук АН Арм. ССР, эти месторождения привлекли к себе внимание; в 1945 г. на месторождении Цакери-Дош были поставлены магнитометрические работы, которые дали положительный результат; эти работы будут продолжены с тем, чтобы охватить всю группу железорудных месторождений.

Географическое распределение и общая геологическая обстановка

Наиболее перспективные железорудные месторождения расположены в Ноемберянском, отчасти в Иджеванском районах и залегают либо в периферической части крупного Кохп-Шнохского интрузива кварцевого диорита-гранодиорита, переходя в зону экзоконтакта, представленного измененными порфиритами (Бовери-Гаш, часть месторождения Мисхана), либо в приконтактной зоне интрузива (залежи и гнезда магнетит-эпидотового скарна и магнетит-гематитовых руд месторождений Цакери-Дош, Беюк-Гек-Даг, часть месторождения Мисхана) в контакте средне- и верхнеюрских порфиритов с подчиненными им линзами известняков и прослоями известковистых туфов.

Значительно менее интересные объекты расположены в Калининском районе (г.г. Медная и Черемша), где руда представлена небольшими гнездами и пластообразными залежами гематита с примесью медного колчедана среди известковистых туфопесчаников эоцена, а также в юго-восточной части Алавердского района, в басс. р. Бабаджан (гнезда гранат-магнетитового скарна в контакте известняков с порфиритами эоцена) и в Кироваканском районе, в басс. р. Сиси-Джур (гнезда гематит-халькопиритовых руд в контакте порфиритов с известняками верхнего мела).

Описание отдельных месторождений

В этом разделе последовательно описываются, в порядке от наиболее перспективных к более мелким, все осмотренные нами железорудные месторождения. Для каждого месторождения приведены краткие данные по экономике, общей геологии, описание рудных тел, типов руд и их вещественного состава, а также сообщения о генезисе и перспективах использования руд.

1. Месторождение *Цакери-Дош* указано в 1939 г. жителем с. Кохп В. Тер-Барсегианом геологу В. Г. Грушевому, который, на основании беглого осмотра месторождения составил первое его описание и отметил значительный масштаб оруденения.

В небольшой записке относительно железорудных месторождений у с. Кохп В. Г. Грушевой высказался даже за целесообразность постройки на базе этого и соседнего Бовери-Гашского месторождений металлургического завода у ст. Айрум.

Следует, однако, отметить, что в описании месторождения упоминаются только древние выработки и отвалы с кусками руды и шлака, а железородное оруденение (эпидотизированные и проникнутые магнетитом породы) связываются с туфовым прослоем среди вулканогенной толщи средней юры. Очевидно, в виду ограниченности времени, была осмотрена только часть месторождения; поэтому известняки и коренные выходы руды остались ему неизвестными.

Месторождение Цакери-Дош находится в 3 км к СЗ от с. Кохп и 5 км к В от ж. д. ст. Айрум на склоне водораздельного хребта между р.р. Памбак и Кохп у перевала, близ дороги со ст. Айрум в с. Кохп. Вдоль гребня по обоим его склонам расположены в полосе более одного километра по простиранию при ширине 50—100 м древние выработки-ямы („Цакери-Дош“ по армянски — „склон-ям“), откуда добывалась богатая магнетитовая руда, куски которой встречаются в отвалах и полузаваленных сейчас ямах. Склон горы изрыт настолько интенсивно, что образует уступ, заметный уже издали, несмотря на сильную лесистость местности.

Участок месторождения сложен порфиритами средней и верхней юры, среди которых обнажаются линзы кристаллического известняка, сплошь переполненного плохо сохранившимися остатками раковин пелеципод.

Наиболее значительная линза известняка прослеживается по простиранию на сотни метров, а судя по обломкам известняка в отвалах, не менее чем на один километр и имеет мощность от нескольких метров до нескольких десятков метров. Простирание известняков меняется от СВ в восточном конце линзы до СЗ 340° в западном ее конце при довольно пологом падении на север.

Макроскопически известняки представляют светло-серую кристаллическую породу, состоящую п. м. из мелких зерен кальцита размером 0,01 до 0,2 мм, с очень небольшой примесью кварца, иногда незначительной примесью хлорита и рудных минералов; в шлифах установлены остатки микрофауны, дающей в разрезах спиральные и округлые или овальные формы.

Толща порфиритов (с прослоями известняков) прорвана интрузией кварцевого диорита-гранодиорита, крупный массив которого, площадью более 80 км² расположен в районе с.с. Шнох, Кохп и Арчис, к Ю-ЮЗ от рудного участка; на самом участке месторождения, к востоку и ЮЗ от полосы ям, отмечено несколько мелких интрузий-штоков и даек гранодиорит порфира, которые являются отпрысками большого массива, расположенного южнее.

На участке Варди-Гюх, над дорогой, к востоку от полосы ям, в контакте известняков и дайки кварцевого диорита пройдена небольшая наклонная штольня, теперь заваленная, проследившая жилородное тело гематит-эпидотового скарна, мощн. 0,5—0,7 м, приуроченное к контакту, пад. на СЗ 330° под углом 80—85°.

Кварцевый диорит на этом участке представляет мелкозернистую серую породу.

П. м. структура гиллиноморфно-зернистая; состав: олигоклаз-андезин и андезин 40—45%, щелочной полевой шпат 10—15%, кварц 20—25% (частью вторичный), биотит 10%, роговая обманка 5—10%; из акцессорных минералов присутствуют апатит, циркон и рудный.

В некоторых образцах структура порфировидная, много вторичных минералов-эпидота и хлорита, а также кальцита и рудных минералов.

На участке Мед-Ракуна (в 2 км к северу, от полосы древних выработок) среди порфиритов осмотрены скопления гематита в виде незначительных гнездообразных скоплений диам. 1—10 см и тонких прожилков гематита в полосе, прослеженной по простиранию на 100 м при неясной мощности (задерновано).

Наиболее интересный выход коренных руд, осмотренный нами, находится на восточной оконечности полосы древних выработок и приурочен к контакту известняков и порфиритов; здесь наблюдается довольно мощное (1,5—2 м) рудное тело, представленное эпидотовым скарном с гематитом и магнетитом, местами незначительной вкрапленностью в руде халькопирита и пирита. Этот выход прослежен по простиранию на 5 м (уходит под наносы) и имеет падение на север, располагаясь в висячем боку линзы известняков, имеющей тоже северное падение.

Несколько западнее, в 50 м над полосой ям обнаружен второй выход коренных руд, приуроченный к контакту дайки порфирита с измененными породами; оруденение представлено жилородным телом гематита мощи. 0,1—0,5 м с падением на СВ 10° под уг. 45°.

Что касается древних выработок, то они расположены в лесу и представлены двумя-тремя параллельными рядами ям, диаметр которых достигает 10—15 м при глубине до 5 м.

Устанавливаются две основные полосы ям; одна с простиранием СВ 40°, а вторая с простиранием СЗ 340°, пересекающиеся друг с другом.

В отвалах ям, свидетельствующих, судя по объему вынутой породы, о значительном масштабе древней разработки, нередко куски богатой магнетитовой, реже смешанной магнетит-гематитовой руды, а также обломки эпидотового скарна, известняка и измененного порфирита. Расположение древних выработок в виде шахматной сети очень близко друг от друга расположенных ям и заваленных вертикальных шахт (?) наводит на мысль о наличии, помимо описанных жилородных рудных тел и небольших линз, также более крупных метасоматических рудных залежей, которые и служили предметом разработки в древности.

Руды из описанных коренных выходов и отвалов древних выработок относятся макроскопически к нескольким типам:

1. магнетитовые руды, состоящие из мелкокристаллического

магнетита с примесью эпидота, небольшим количеством пирита, хлорита, кварца, иногда гематита;

2. магнетитовые руды, почти мономинеральные, плотные, с раковистым изломом; текстура массивная или брекчиевидная, причем руда цементирует обломки измененного порфирита (встречены только в отвалах);

3. магнетит-гематитовые руды, состоящие примерно из равного количества магнетита, гематита и эпидота, с примесью хлорита, незначительной примесью пирита и халькопирита;

4. гематитовые руды—от эпидотовых скарнов, с рассеянной вкрапленностью мелких чешуек гематита до богатых крупно-чешуйчатых руд, состоящих почти исключительно из железного блеска.

Между отмеченными типами руд наблюдаются переходы; на участке месторождения резко преобладают первые два типа руд.

П. м. руда состоит из агрегата мелких, хорошо образованных кристалликов магнетита размером 0,01—0,05 мм, редко до 0,1—0,2 мм, которые тесно срастаются с мелкими кристалликами эпидота, кварца и хлорита. Среди полей магнетита изредка наблюдаются отдельные кристаллы или группы кристаллов пирита разм. 0,1—1 до 2,0 мм и крупнее, разъеденные магнетитом и нерудными, а также группы чешуек гематита, также разъеденных магнетитом. Довольно часто, в некоторых шлифах в большом количестве встречается мушкетовит (псевдоморфозы магнетита по чешуйкам гематита).

Иногда, по трещинкам и в жеодах наблюдаются хорошо образованные кристаллики магнетита, разм. 0,1—1 мм в тесной ассоциации с кварцем.

В некоторых образцах руд количество гематита повышается и есть руды, состоящие почти целиком из чешуек гематита разм. 1—3 мм среди остатков замещенной породы.

Судя по метасоматическому развитию рудных минералов, реликтовым структурам и наличию в рудах остатков плагиоклаза, в ряде случаев руда образовалась за счет измененного кварцевого диорита или эпидотизированного порфирита; в других случаях, когда в рудах много кальцита—она является, несомненно, метасоматическим продуктом оруденелых известняков. Наконец брекчиевидные и сплошные руды образовались в результате выполнения трещин и зон дробления.

Наиболее богаты руды, представляющие результат выполнения трещин (90—95% магнетита, 5—10% кварца и др. нерудных), или замещения известняков (60—70% магнетита, эпидот, хлорит, кальцит) и более бедны рудными минералами измененные интрузивные породы и порфириты.

Содержание железа в рудах колеблется от 35 до 50%; судя по данным просмотра шлифов в некоторых типах руд оно достигает 60—65%; вредных примесей (серы, фосфора) мало, спектральные анализы показывают небольшое содержание кобальта.

По условиям залегания рудных тел (контакте известняков и порфириров или среди туфов порфирита вблизи интрузий кварцевого диорита) месторождение должно быть отнесено к контактово-метасоматическому типу. Однако, отсутствие граната, мелкозернистость руд, обилие хлорита и местами кварца, наличие плотных магнетитовых руд, выполняющих пустоты, выделение магнетита позднее крупных кристаллов пирита—все это говорит о том, что руды образовались в гидротермальных условиях.

Месторождение заслуживает детального изучения, постановки геолого-съемочных и поисковых работ и магнитометрической съемки; последняя облегчит правильный выбор направления разведочных работ. В случае положительных результатов разведочных работ месторождение можно рассматривать как подсобную сырьевую базу Закавказского металлургического завода.

Проведенная в 1945 г. на одном из участков месторождения Цакери-Дош магнитометрическая съемка установила ряд аномалий, из которых самая крупная говорит о наличии рудного тела длиной 200 м, шириной 80 м, мощн. 10 м, а ориентировочные запасы по выявленным пока участкам аномалий оценены геофизиками в 2 млн. тонн руды.

2. Месторождение *Мисхана*. Это проявление указано в 1939 г. В. Тер-Барсегяном В. Г. Грушевому и в 1941 г. Ю. А. Арапову, которые посетили г. Мисхана и составили первые краткие описания месторождения; в 1944 г. месторождение посещено нами. Оно находится в 3 км к западу от с. Джуджеванк Иджеванского района, на левом берегу р. Улханы, в 10 км от с. Ноемберян, с которым связано проселочными дорогами.

На южном склоне г. Мисхана имеются древние ямы и большие скопления шлаков—свидетели когда то имевшей место разработки и плавки руд.

Внизу у дороги, во время разведочных работ 1912 г., были пройдены три штольни (ныне полузаваленные); в штабелях этих штолен и в делювии над ними встречаются глыбы до 10×20—30 см размером богатой гематитовой руды.

Участок месторождения сложен порфиритами средней и верхней юры, которые прорваны крупной интрузией кварцевого диорита-гранодиорита и ее производными дайками гранодиорит-порфира; судя по наличию обломков серого кристаллического известняка в отвалах, среди порфириров (также как и на уч. месторождения Цакери-Дош) имелись прослой известняков.

П. м. известняк крупнокристаллический; в интерстициях крупных зерен кальцита наблюдаются скопления мелкокристаллического кальцита, а по трещинкам встречаются чешуйки хлорита и мелкие зерна эпидота.

Древние выработки—полузаваленные ямы и шахты (?) прослежены в лесу в направлении СВ 10° по простиранию на 500 м, при ширине полосы 50—100 до 200 м; в отвалах встречаются крупные обломки богатой, крупночешуйчатой гематитовой руды, реже обломки смешанных гематит-магнетитовых руд и эпидотизированных пород с магнетитом; последние часты в ЮЗ части площади, на протяжении 100 м, где в отвалах встречены мелкие обломки известняка. Коренных выходов руд на г. Мисхана не обнаружено, и соображения относительно условий залегания руд, форм и размеров рудных тел, а также типов руд основаны на наблюдениях над отвалами древних выработок и на ряде косвенных данных.

Изученные образцы руд п. м. состоят из крупно-чешуйчатого агрегата гематита с небольшой примесью хлорита, кварца и лимонита; последний, судя по формам и остаткам сульфидов, образовался по пириту и реже халькопириту.

В других образцах руда состоит из равного количества магнетита и гематита среди кварц-хлорит-эпидотовой породы и, наконец, ряд образцов состоит из мелкокристаллического агрегата зерен магнетита с небольшой примесью эпидота и хлорита. Руды богатые; количество гематита доходит до 90% (от 60 до 90%), в магнетитовых рудах магнетита 50—80%.

В соответствии с этим по минералогическому составу выделяются следующие типы руд:

1. Гематитовые: а) крупночешуйчатые с хлоритом и кварцем, б) плотные, мономинеральные-гематитовые, иногда с примесью кварца.

2. Гематит-магнетитовые с эпидотом, хлоритом, кварцем, пиритом.

3. Магнетитовые, мелкозернистые или плотные, с примесью эпидота, кальцита, иногда халькопирита и пирита.

На месторождении преобладают руды первых двух типов и только в ЮЗ части участка господствуют магнетитовые руды.

Исходя из геологического строения участка, состава руды, нахонок скарнированных пород, известняков и магнетитовых руд (в ЮЗ части месторождения), сравнении месторождения с другими соседними, осмотренными нами, месторождениями, можно прийти к выводу, что одна часть месторождения представляет жиллообразные гематитовые тела типа месторождения Бовери-Гаш, а другая-метасоматические магнетитовые залежи типа месторождения Цакери-Дош в контакте известняков и порфиритов.

В. Г. Грушевой приводит результат анализа взятого им рудного штуфа, в котором оказалось Fe—59,14%, S—1,09%, Co—0,03—0,1% (спектрально) и в магнетите Cu—0,23%.

Среднее содержание Fe, судя по микроскопическому исследованию руд и анализам, составит 50%; вредных примесей мало.

Спектральные анализы показывают слабые линии кобальта. Запасы месторождения не поддаются цифровой оценке, но масштаб

оруденения значительный, геологическая обстановка благоприятная руды богатые—все это стимулирует постановку здесь детальных работ: геосъемки, поисков, магнитометрических и разведочных работ. В случае положительных результатов разведочных работ месторождение можно рассматривать, как подсобную сырьевую базу Закамского таллургзавода.

Месторождение *Бовери-Гаш* находится в 4 км к ЗЮЗ от с. Кохп, на г. Бовери-Гаш. Месторождение разведывалось в 1900—1914 г.г. (пройдено несколько штолен и траншей) и по указанию В. Тер-Барсесяна осматривалось в 1939 г. В. Г. Грушевым, который упоминает 6—7 кварцево-гематитовых жил среди гранодиоритов на площади в несколько кв. километров и рекомендует постановку здесь детальных поисковых работ.

Ниже приводим краткое описание 8 осмотренных жил и соседнего участка Байрами-Тала, указанного нам все тем же неутомимым В. Тер-Барсесяном.

Месторождение Бовери-Гаш представлено трещинными жилами, залегающими среди измененных окварцованных кварцевых диоритов и гранодиоритов; по простиранию и падению жилы прослеживаются на сотни метров при мощности 1—2 м и крутом падении на ЮВ, реже на СВ и СЗ.

Пока осмотрено 8 жил, но, в виду лесистости местности, можно думать, что это только часть жил, другая остается неизвестной. Некоторые жилы разведывались, и штольни, а также многие траншеи, сохранились хорошо и доступны.

Жила № 1 прослежена по простиранию на 100 м, при мощности в обнажениях и в забое наклонной штольни 0,8—1 м. Падение ЮВ 120°, уг. 50—60°, руда богатая, кварц-гематитовая, с очень крупными чешуйками железного блеска.

Жила № 2 обнажается в нескольких метрах выше по склону вскрыта траншеей; мощность жилы 1 м, простирание ЮЗ 150°; руда богатая, кварц-гематитовая.

Жила № 3 обнажается у родника Бовери-Лич и представляет мощную кварц-гематитовую зону мощностью 2—3 м, с падением на ЮВ 150°, уг. 45°. С поверхности руда бедная, но здесь же пройдена штольня, сейчас недоступная; в штабелях руда богатая, кварц-гематитовая, иногда с небольшой примесью пирита.

Жила № 4 обнажается в 100 м выше родника вдоль лесистого склона; мощность жилы 1 м, простирание СВ 70°, падение вертикальное. Руда богатая, кварц-гематитовая, с ничтожной примесью пирита и халькопирита.

Жила № 5 обнажается на склоне горы, спускающемся к с. Личкадзор; мощность жилы 1 м, по простиранию она прослеживается около 300 м, с падением на СВ 60°.

Жила № 6 вскрыта траншеями, расположенными на склоне спускающемся к с. Личкадзор. Траншеи разположены в два ряда по

10 в каждом ряду; простирание полос ЮЗ 230°; по простиранию они прослежены на 100 м. Коренных выходов не видно, но в отвалах много обломков плотного гематита.

Жила № 7 находится в 100 м ниже описанных траншей и вскрыта шахтой, сейчас заваленной. Кварц-гематитовая жила при простирании СВ 20° и мощности 0,2—0,5 м прослежена по простиранию траншеями на 50—60 м.

В 10 м гипсометрически ниже шахты задана штольня (т. н. Гриневская—по имени инж. Гринева, производившего здесь разведку перед войной 1914 г.), которая подсекла мощную, ветвящуюся кварц-гематитовую жилу общей мощн. 1,5—2 м, из которых один метр приходится на богатую руду. Падение жилы ЮВ—130°, уг. 60—70°.

Жила № 8 прослеживается от вершины г. Бовери-Гаш вниз по падению на 300—400 м при мощности в среднем около 1 м и падении на СЗ 340°, уг. 70—75°.

Руда кварц-гематитовая, довольно богатая.

Участок Байрами-тала расположен в 2 км к СВ от месторождения Бовери-гаш и представляет также кварцево-гематитовые жилы среди кварцевого диорита. Здесь пройдены траншей с простиранием в направлении СВ 70°, вскрывшие кварц-гематитовую жилу мощностью около 1 м, прослеженную по простиранию на 60 м. Падение рудной жилы СЗ 340°, уг. 70—80°.

Кварцевые диориты изменены и секутся дайками розового гранит-аплита, состоящего п. м. из тесных прорастаний кварца, щелочного полевого шпата и альбита.

Руды месторождения представлены чаще всего тесной смесью гематита и кварца, или густой вкрапленностью гематита в последнем; иногда гематит и кварц располагаются полосами. В очень небольшом количестве присутствуют: магнетит в виде мелких зерен, разъедающих крупные чешуйки гематита, пирит—почти нацело перешедший в лимонит и, очень редко, встречается халькопирит.

В одном образце из отвалов на уч. Байрами-Тала руда представляет агрегат мелкозернистого магнетита.

В большинстве случаев гематит крупно чешуйчатый (размер чешуек 1—10 мм и крупнее), но встречаются и мелко-кристаллические, марающие руки руды (т. н. железная сметана). Количественное соотношение в рудах железного блеска и кварца сильно колеблется для отдельных жил и различных частей одной жилы—от почти мономинеральных гематитовых руд до равной смеси гематита и кварца и редко вкрапленности гематита в кварцевой массе.

Анализ штуфа довольно богатой руды показал следующие содержания: Fe—53,97%, Si—28,07%, S—0,009%, P—нет.

Среднее содержание Fe по всем жилам будет порядка 40—45%.

Генетически месторождение представляет тип гидротермальных (гипо-мезотермальных) кварц-гематитовых трещинных жил и связано

с массивом кварцевого диорита, в периферической части которого расположены рудные жилы.

Месторождение по масштабу оруденения, наличию выдержанных и довольно мощных рудных жил, благоприятной геологической обстановке и удовлетворительному качеству руд, заслуживает более детального изучения: постановки разведочных работ (вскрытия и опробования наиболее интересных жил), геологической съемки участка с нанесением известных жил и поисками новых.

Месторождение вместе с соседними месторождениями Цакери-Дош и Мисхана следует рассматривать как возможную подсобную сырьевую базу Закметаллургзавода.

3. Месторождение *Карцах* осмотрено в 1939 году В. Г. Грушевым, в 1944 г. нами; оно находится в 5 км к югу от с. Тегут на северном склоне г. Карцах.

Ниже дороги, идущей на кочевку, в лесу, на площади $100 \times 30 - 40$ м, расположено более 20 ям, в отвалах которых встречаются обломки эпидот-магнетитовой породы, иногда с небольшой примесью пирита. Коренных выходов руды не видно, место сильно задерновано; по склону и ниже у дороги, в нескольких местах встречены скопления шлаков.

Участок месторождения представляет периферию массива кварцевого диорита, с которым контактируют эпидотизированные порфириты и их туфы; возможно, что в этой толще были прослои известковистых туфов, легче подвергающихся метасоматозу.

П. м. руда представляет кварц-эпидотовую породу с густой вкрапленностью, участками и прожилками мелкозернистого магнетита; во многих штуфах магнетит преобладает над нерудными.

В шлифах эпидот разъеден магнетитом и агрегаты скарновых минералов рассеяны прожилками магнетита.

Анализы двух образцов руды показали следующее:

Образец № 1 Fe—35,40%, SiO₂—24,72%, S—0,19, P—нет.

Образец № 2 Fe—51,37, SiO₂—14,84, S—0,48, P—сл.

По своему генетическому типу месторождение является переходным от контактово-метасоматического к гипотермальному; руды аналогичны рудам месторождений Цакери-Дош и Мисхана (ЮЗ участок).

Масштаб месторождения и его перспективы неясны. Целесообразно после проведения магнитометрических работ на участках месторождений Цакери-Дош и Мисхана провести аналогичные работы и на месторождении Карцах.

4. Месторождение *Беюк-Гек-Даг* посещалось только К. Н. Паффенгольцем в 1932 г. Согласно его описанию коренных выходов руды здесь нет; в отвалах нескольких десятков ям встречаются обломки гранат-эпидот-магнетитового скарна, а ниже по склону скопления шлаков.

По геологической обстановке и типу руд месторождение аналогично Карцахскому; перспективы его неясны, экономика довольно тяжелая.

5. Месторождения басс. р. *Бабаджан* описываются впервые. Здесь, в верховьях левых притоков реки Бабаджан р. р. Куртик (ее правой составляющей Магазимат), Джангарлу, Сары-Булаг жителями с. Лорут С. Харатяном и М. Харатяном указаны нам небольшие, повидимому, месторождения железных руд и скопления шлаков их плавки. Следует отметить, что в отчете В. Н. Котляра за 1939 г. о ревизии месторождений Армянской ССР (и в том числе басс. р. Бабаджан) со слов местных жителей приведено упоминание о старом руднике Магазимат и шлаках по р. р. Сары-Булаг и Джангарлу, однако, рудник не описан, а шлаки рассматривались как остатки плавки полиметаллических руд.

6. Месторождение г. *Сот* (старый рудник Магазимат) находится в 6 км к ЮВ от с. Лорут в глухом лесу в 500 м выше слияния двух составляющих р. Куртик по правому ручью, носящему название Магазимат.

Здесь сотрудником экспедиции № 1 А. Е. Кочаряном осмотрено 5 наклонных, ныне совершенно заваленных, штолен и целый ряд древних выработок (ям). В отвалах этих выработок попадаются куски богатой магнетитовой руды, иногда с редкой вкрапленностью пирита и халькопирита.

Оруденение приурочено к контактовой зоне известняков с порфиритами, которая простирается на СВ 70° и обнажается по дороге, ведущей на ферму с. Лорут.

В связи с контактовым метаморфизмом известняки превращены в гранат-магнетитовую породу или окварцованы и содержат обильную вкрапленность чешуек гематита.

П. м. гранат аномальный, похож на таковой месторождения Сисимадан.

Разработка руд на руднике Магазимат имела место в глубокой древности, о чем свидетельствует наличие вековых деревьев, растущих из полузаваленных вертикальных выработок.

Месторождение по характеру изменения вмещающих пород и типу руд является контактово-метасоматическим и связано генетически с нескрытой, но вероятно неглубоко залегающей интрузией гранитоидов.

Масштаб оруденения небольшой, экономика тяжелая и перспективы месторождения неясны, хотя наличие здесь известняков является благоприятным для оруденения фактором.

7. *Сары-Булаг*. По одноименному ручью, в 2—3 км ниже фермы с. Лорут, в лесу, в нескольких местах имеются скопления шлаков плавки железной руды, коренные выходы которой остаются неизвестными. По рассказам жителей с. Лорут на этом участке есть за-

валевые выработки (вероятно, оруденение приурочено к контакту известняков и порфиринов).

Анализ двух образцов шлаков показал в одном 67,07%, в другом 73,20% Fe_2O_3 и в обоих случаях 0,12% S.

8. *Джангарлу*. У слияния рек Джангарлу и Сары-Булаг, в местности Чахмахлы в лесу осмотрены ямы и траншеи, в отвалах которых встречаются куски богатой магнетитовой руды. Коренные выходы приурочены к контакту порфирита и кристаллических известняков и представлены небольшими гнездами и прожилками магнетита и гематита.

Месторождение небольшое и практического интереса не представляет.

9. Медно-гематитовые руды м-ний *Сисимадан*, г.г. Медная и Черемша представляют интерес, главным образом, как медные руды.

Месторождения изучены сравнительно детально; рудные тела месторождения Сисимадан залегают среди известняков верхнего мела (в известняках нами найдена фауна: морской еж и пелециподы), а на месторождениях г.г. Медной и Черемша—среди известковистых туфопесчаников эоцена.

Основные выводы

Все описанные железорудные месторождения относятся к эндогенным и генетически связаны с гранитоидными интрузиями.

Наиболее перспективные месторождения (Цакери-Дош, Мисхана, Бовери-Гаш, Карцах) связаны с крупной Кохи-Шнохской интрузией кварцевого диорита, возраст которой одними исследователями относится к эоцену, другими в последнее время с большими основаниями (особенно после работ А. Т. Асланяна в 1945 г.) к предсеноманской орогенической фазе.

Другие более мелкие месторождения железных руд (басс. р.р. Бабаджан, Сисимадан, г.г. Медная и Черемша) генетически связаны с третичными (после-среднеэоценовыми) гранитоидами, которые обнажаются в виде небольших штоков гранодиоритового и монцонитового состава.

По геологическим условиям образования и составу руд месторождения относятся к контактово-метасоматическому и переходному от него к гипо-мезотермальному классам.

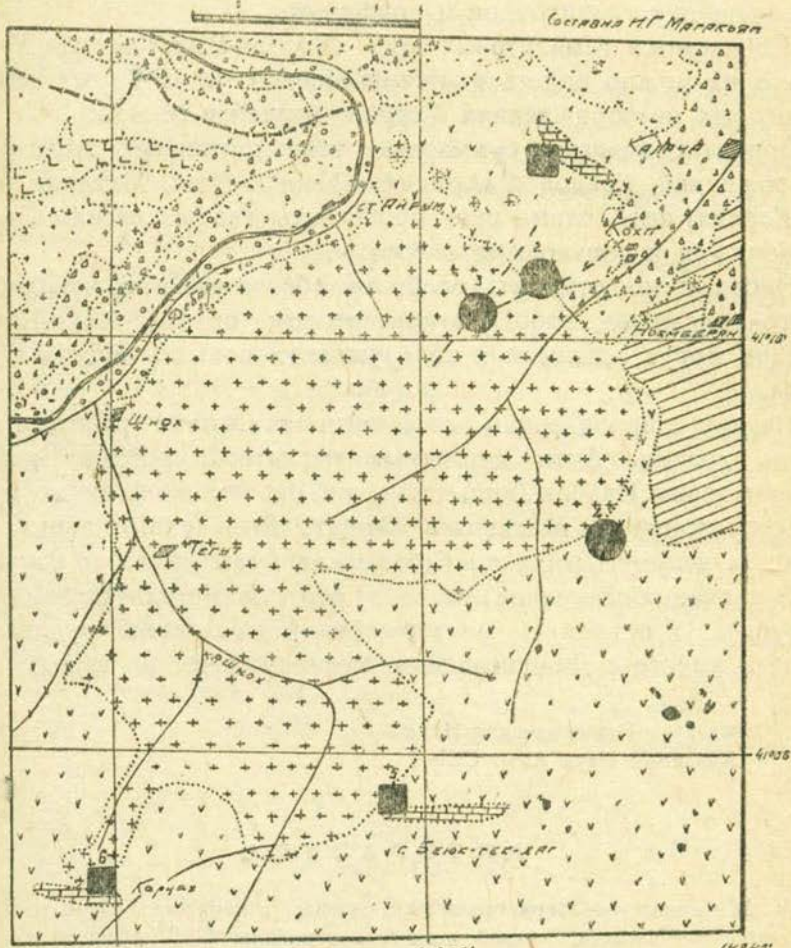
Можно выделить два основных типа руд: магнетит-эпидотовый и гематит-кварцевый, с переходами между ними.

Первый тип руд образовался метасоматически за счет замещения известняков, известковистых туфов, порфиринов и интрузивных пород. Второй—в результате выполнения трещин в периферических частях интрузивных массивов и в породах экзоконтакта.

Магнетитовые руды (месторождения Цакери-Дош, Карцах, частью Мисхана) обнаруживают по условиям образования сходство не

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РАЙОНА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ
М-НИИ СЕВЕРНОЙ ЛОМНИИ
1944

Составил Г. М. Матковский



14030 от Пухово

14035'

14040'

Словесное обозначение

Список м-ний

Аллювиальные отложения

1. ЦЕРКА ДОЛ

Неизвестные лава (гравий)

2. БАЙРАМ-ТАЛ

Турон вулканическая толща

3. БОЗЕРА-ТАШ

Средняя и верхняя юра известняки и гипсы

4. МИХАН

Средняя и верхняя юра вулканическая толща

5. БЕЛОК-РЕК-ДАГ

Средняя и верхняя юра известняки и гипсы

6. КРАЧ

Гранодиориты, кварцевые диориты

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ТИП М-НИИ

Контактово метасоматическое

Гипо-метасоматическое

Альпийские, кварцевые, гипсы

Тектонические нарушения

столько с Дашкесанским месторождением и горой Магнитной, где решающее значение имело замещение рудой известняков, сколько с группой небольших, но промышленных месторождений Западной Сибири (Тельбес, Темир-Тау и др.), где руды образовались в результате замещения гранитоидов и порфиристов.

Что касается гематитовых руд (Бовери-Гаш, частью Мисхана) аналогов их можно видеть в месторождении Чатах Грузинской ССР, в некоторых месторождениях Турции, Балкан и о. Эльба.

Ориентировочные суммарные запасы главных железорудных месторождений Северной Армении (Цакери-Дош, Мисхана, Бовери-Гаш, Карцах) необходимо еще обосновать геофизическими, геолого-разведочными и поисковыми работами.

Необходимо отметить особо то обстоятельство, что детальные геолого-поисковые работы в контактовом ореоле Кохл-Шнохской интрузии могут привести к обнаружению новых участков с рудами железа.

Наряду с проведением детальных поисковых работ, в первую очередь должны быть закончены магнитометрические работы на месторождении Цакери-Дош, такие же работы необходимо провести на месторождениях Мисхана и Карцах. Выявленные аномалии должны быть вскрыты горными работами, а руды детально изучены.

В случае обоснования запасов руд, Закметаллургзавод может приступить к освоению месторождений и созданию рудника, снабжающего вместе с Дашкесанским, металлургический завод.

Институт Геологических Наук
Академии Наук Арм. ССР

Л И Т Е Р А Т У Р А

И. В. Барканов—Очерк геологии и рудных месторожд. северн. части Степанаванского р-она и сосед. частей Алавердского р-на ССР Армении и Башкичетского р-она ССР Грузии. Рукопись. 1934—1935 г. Фонд Арм. ГУ.

В. Г. Грушевой—Интрузия кварц. диорита у селений Кульп и Шиних Алавердского р-она Арм. ССР. ЦНИГРИ. Рукопись, 1938. Фонд Арм. ГУ.

К. Н. Паффенгольц—Армутлы-Кульп (Геолог. очерк междуречья средн. и нижн. течений р. р. Акстафа-чай и Дебед-чай (ССР Армении) Тр. Всесоюзн. геол. развед. объединения НКГП СССР. 1934 г.

Հ. Գ. Մաղախյան

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ՀՅՈՒՍԻՍԱՅԻՆ ՄԱՍԻ ԵՐԿԱԹԱՔԱՐԻ
ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հայկական ՍՍՌ Հյուսիսային մասի երկաթաքարի հանքավայրերը, որոնք օգտագործվել են հին ժամանակներում, վերջերս Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի Գեոլոգիական Գիտությունների Ինստիտուտի № 1 էքսպեդիցիայի 1944 թ. աշխատանքների կապակցությամբ նորից ուշադրության առարկա դարձան:

Ամենամեծ հեռանկար ունեցող հանքավայրերը (Ծակերի-Գոշ, Միսխանա, Բովերի-Ղաշ, Քարցախ) գենետիկորեն կապված են հավանաբար միևնույն ժամանակյան հասակ ունեցող քվարցային դիորիտների Կողբ-Շնողյան խոշոր ինտրուզիայի հետ և դասավորված են նրա կոնտակտային գոտում:

Ավելի փոքր հանքավայրերը (Բարաջան գետի ավազան, Սիսիմադան, «Մեղնայա» և «Չերեմչա» բարձունքներ) գենետիկորեն կապված են երրորդական (համիլին էոցենյան) գրանոլիորիտների և մոնոցոնիտների հետ, որոնք մերկանում են ոչ մեծ շտոկների ձևով:

Բոլոր հանքավայրերը պատկանում են կոնտակտ-մետասոմատիկ և զեպի հիպո-մեզոթերմային անցնող հանքավայրերի խմբին:

Տարբերվում են հանքանյութերի երկու տիպ՝ մագնետիտ-էպիդոտային և հեմատիտ-քվարցային: Առաջին տիպն առաջացել է մետասոմատիկորեն՝ ի հաշիվ կրաքարերի, կրաքարային տուֆերի, պորֆիրիտների և հենց իրենց՝ ինտրուզիվ ապառնների, երկրորդը՝ ինտրուզիվ զանգվածների ծայրամասերում և կոնտակտի արտաքին գոտու ապառններում ձեղքերի լցման հետևանքով:

Երկաթաքարի գլխավոր հանքավայրերի պաշարները անհրաժեշտ է հիմնավորել գեոֆիզիկական, հետախուզական և որոնման աշխատանքներով: Այդ կապակցությամբ առաջնահերթ խնդիրներն են հանդիսանում՝

1. Մանրամասն գեոլոգիական-որոնման աշխատանքների կազմակերպումը Կողբ-Շնողյան ինտրուզիայի կոնտակտի արտաքին գոտում, նպատակ ունենալով հայտնաբերել երկաթաքարի նոր տեղամասեր ու հանքավայրեր:

2. Մագնիտոմետրիական աշխատանքների կատարումը Ծակերի-Գոշի, Միսխանայի և Քարցախի հանքավայրերում: Հաստատված անոմալիաների բացումը լուծային փորվածքներով, հանքանյութերի մանրամասն ուսումնասիրությունը:

Հայկական ՍՍՌ Հյուսիսային մասի երկաթաքարի հանքավայրերի ուսումնասիրման գործում շահագրգռված է Անդրկովկասյան Մետալուրգիան, որն ալյատեղ առկա հանքանյութի պաշարների հաստատման ջանքում անմիջապես կիրառելի այդ հանքավայրերը և կատեգորիա շաքեանի հետ միասին Մետալուրգիական կոմբինատը լրացուցիչ հումքով մատակարարող մի հանք ևս:

J. G. Magakjan

Iron-Ore Deposits of North Armenia

Summary

The iron-ore deposits of North Armenia, worked in ancient times, are lately drawing attention after the investigations performed by the expedition № 1 of the Institute of Geological Sciences and in connection with the construction of Metallurgical works. The most promising deposits (those of Tzakeri-Dosh, Miskhana, Boveri-Ghash, Kartzakhan) are controlled by a large intrusion of quartz diorite, probably of Pre-Cenozoic age; other deposits are connected with Post-middle-Eocene granodiorites and monzonites.

The deposits belong to the contact—metasomatic class, and to the transitional stage towards the hypo-mesothermal one.

Two types of ores are well observed: a magnetite-epidote one and a hematite-quartz one; the former was formed by way of metasomatism, the latter—as a result of fissure-filling. The resources of the iron-ore deposits are to be well grounded by means of geological research, prospecting and geophysical investigations.

If such study will sustain this figure of resources, a mine would be grounded for supplementary supply of the metallurgic works of the Zakmetallurgstroy.

ГЕОЛОГИЯ

Г. П. Багдасарян

Нефелиновые сиениты Памбакского хребта

(Краткий очерк)

Настоящая статья является обобщением результатов исследований, проведенных автором в 1943 г. в центральной части Памбакского хребта.

Район исследований расположен между долинами верховьев р. р. Тандзут (Гарпи, приток р. Памбак) и Акстеф с севера и р. Мармарик (Маман, приток р. Раздан-Занга) с юга. В административном отношении он входит, в основном, в пределы Ахтинского района Армянской ССР.

Геологическое строение, интрузии и полезные ископаемые Памбакского хребта и его отрогов изучены В. Н. Котляром (6, 7, 8) и К. Н. Паффенгольцем (11). Кроме того, район посетили в 1937 г. Д. С. Белянкин, В. П. и Р. П. Петровы (1).

Изученность района не может претендовать на исчерпывающую полноту. Наоборот, наличие здесь древних метаморфических и интрузивных пород, сложного комплекса третичных интрузий и в частности интрузий нефелиновых сиенитов требуют детального, систематического изучения этой весьма интересной, как в научном, так и в практическом отношении, области.

Географическое положение района определяется координатами $40^{\circ}38' - 40^{\circ}44'$ с. ш. и $14^{\circ}9' - 14^{\circ}19'$ в. д. от Пулково.

Рельеф местности сильно расчленен; разница гипсометрических отметок между водоразделами и тальвегами ущелий достигает до 800—1000 м, обуславливая местами обрывистый характер склонов.

Главными водными артериями в исследованном районе являются р.р. Улашик и Тежагет—левые крупные притоки р. Мармарик, впадающие в последнюю у с.с. Улашик и Тайчарух.

1. *Стратиграфия.* В стратиграфическом разрезе района принимают участие метаморфические сланцы кембрия—докембрия, конгломератово-песчаниковые и известняковые отложения верхнего мела, мощные вулканогенные толщи эоцена и олигоцена (?), а также четвертичные лавы, травертины и аллювиально-делювиальные накопления. Наиболее древние породы района представлены мощной, до 1—1.2 км толщей метаморфических сланцев, выступающих в районе

с. с. Мисхана и Арзакан и прослаивающихся мраморами и доломитами. Метаморфические сланцы прорваны разнообразными кислыми и основными интрузиями и ин'екцированы жильными породами. Кислые интрузии пользуются в районе широким развитием, основные же имеют незначительное распространение. На древних сланцах трансгрессивно и несогласно залегает толща конгломератов турона, перемежающихся с песчаниками различного цвета и крупности зерен; мощность ее колеблется от 200 до 300 м. Эта толща перекрывается светлыми мергелистыми известняками сенона. Углового несогласия здесь не усматривается или оно выражено очень слабо. Мощность толщи доходит до 300 м. На известняки сенона несогласно налегает мощная, до 2 км вулканогенная толща эоцена.

Все предыдущие образования перекрываются вулканогенными породами олигоцена, представленными преимущественно андезитобазальтами.

Наиболее молодыми образованиями стратиграфического разреза являются четвертичные лавы андезитового и дацитового состава, травертины и аллювиально-делювиальные отложения.

2. *Тектоника.* Памбакский хребет принадлежит к области альпийского поднятия и интенсивной складчатости, сопровождающиеся крупными разломами. Главной структурой, определяющей тектонику района, является крупная Мисхано-Арзаканская антиклиналь северо-западного простирания, сложенная породами верхнего мела и осложненная второстепенными мелкими складками и разрывами.

Свод антиклинали сильно размыт. Ядро сложено метаморфическими породами кембрия-докембрия, ин'екцированными древними интрузиями. Северное крыло антиклинали обнажается на значительной площади, протягиваясь от района с. Галлавар до с. Улашик. Южное крыло ее выступает на южных отрогах Мисханского хребта в районе с. с. Агверан, Бжни, Солак. Толща метаморфических сланцев палеозоя-допалеозоя сильно перемята, собрана во множество мелких крутых, а иногда и опрокинутых складок весьма различной ориентировки. В общих чертах структура этой толщи в районе с. Арзакан представлена складками ССВ или меридианального простирания, тогда как в районе с. Мисхана преобладают складки СЗ направления. Основное складкообразование метаморфической толщи, вероятно, имело место в каледонскую или герцинскую орогеническую фазу. Таким образом, эти образования уже до альпийской складчатости представляли собой интенсивно-метаморфизованную толщу, которая, как жесткая база, подвергалась в дальнейшем преимущественно диз'юнктивным дислокациям.

Смятость мощной вулканогенной толщи палеогена по сравнению с верхнемеловой, выражена более слабо. Здесь констатированы, главным образом, крупные складки и нарушения. Образования эоцена сложены в пологую синклиналь северо-западного простирания. К северу эта синклиналь переходит в Кироваканско-Фиолетовскую (Вос-

кресеновскую) антиклиналь, ориентированную в широтном направлении (8). К юго-востоку, в районе с. Н. Ахта, породы эоцена, представленные преимущественно в осадочной фации, собраны в ряд мелких складок СВ и СЗ простираения. Образования олигоцена дислоцированы значительно слабее. Складки здесь довольно широкие и отличаются весьма пологим залеганием пород.

3. *Геологические условия залегания щелочных интрузий.* В комплексе щелочных интрузий Памбакского хребта, возраст которых В. Н. Котляром относится к верхнему эоцену (10), наиболее крупным является исследованный нами Тежсарский*) массив. Он расположен в центральной части хребта, на площади около 45 кв. км, охватывая наиболее высоко расположенные вершины: Кор-оглы (2936.4 м абс. выс.), Кер-Оглы (2876.8 м), Халхал западный (3059.5 м), Халхал северный (2981.2 м) и Тежсар (3109.5 м). В преобладающей своей части эта интрузия расположена на южных склонах Памбакского хребта, в бассейне ручьев Улашик, Тежагет, Такиялу. Незначительная часть ее переходит на северный склон хребта, обнажаясь в области южных истоков р. р. Тандзут и Акстеф (Актафа). Другие интрузии Памбакского щелочного комплекса представлены тремя небольшими телами, выступающими в 1.5—2 км от Тежсарского массива, как бы окружая его с трех сторон: с северо-запада, юга и юго-востока. Площадь их распространения составляет меньше половины площади, занятой Тежсарской интрузией.

Вмещающие породы, прорываемые Тежсарской интрузией, представляют собой толщу вулканогенных пород, состоящую в основном из двух петрографически отличных типов. В северной части массива развиты порфириды, их туфы, туфобрекчии, с прослоями туффита среднего эоцена. Эти породы контактируют с интрузией от ручья Кем-Дзор на северо-западе, через вершину г. Халхал (сев.), простираясь на восток до меридиана вершины Тежсар.

В южной части интрузии пользуются широким распространением щелочные эффузивы, представленные по В. Н. Котляру следующими типами пород: в основании толщи выступают туффиты, на которые налегают туфобрекчии (мощностью в несколько сот метров) ортофирового состава. На эти породы налегают туффиты, прослаивающиеся узкими, вытянутыми вдоль контакта полосами эпидеитовых порфиров. Последние наблюдаются в районе г. г. Кер-Оглы, Кор-Оглы, к западу и востоку от р. Улашик, затем к северу от г. Халхал (зап.) и в незначительной мере у ЮВ контакта интрузии.

Тектоническое строение района. Выхода щелочных интрузий характеризуется развитием пологих изгибов вулканогенной толщи палеогена. Эти интрузии приурочены к синкиналильному прогибу, ось которого совпадает с линией хребта. В преобладающей своей части они расположены ближе к южному крылу, осложненному

) У В. Н. Котляра — Тежахметский.

вторичной складчатостью. Об элементах тектоники этого участка позволяет судить характер залегания туффитов, подчиненных вулканогенной толще, прорываемой интрузиями. В отличие от туфобрекчий они наблюдаются отчетливо выраженными слоями, в преобладающем большинстве случаев падающими в сторону Тежсарского массива.

Комплекс щелочных интрузий расположен в зоне между крупными разломами северо-западного направления, проходящими с севера и с юга от него. Усматривается разлом сев. вост. простирания, смещающий в этом направлении породы верхнего мела и восточную половину Тежсарского массива. Амплитуда сдвига достигает до 700—800 м.

О наличии указанного разлома свидетельствуют:

а) особенности конфигурации массива, отчетливо выражающей смещение (по ущелью Улашик) восточной части интрузии на СВ; б) приуроченность к этой тектонической линии Улашикского ущелья, вдоль которого расположен ряд родников, в) наличие широкой зоны измененных пород, наблюдающихся вдоль дна ущелья, на обоих его склонах, каковое явление в таком масштабе не наблюдалось нигде в других частях интрузии.

Рассматриваемый разлом к юго-западу прослеживается до реки Мармарик (Маман). По данным В. Н. Котляра, этот „сброс“ смещает также Южный интрузив. Нашими наблюдениями, однако, не установлено сколько нибудь заметного смещения в нем, хотя здесь следовало бы ожидать амплитуду, измеряемую сотнями метров.

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что Южная, а возможно и Маймехская и Кем-Дзорская интрузии внедрились несколько позже Тежсарской и приурочены к дугообразным трещинам разлома, расположенным вокруг этой интрузии. Такое предположение может быть уточнено лишь после детального изучения вопросов тектоники и накопления большого фактического материала. Однако, в пользу этого взгляда говорят следующие предварительные данные: а) форма Южной интрузии, напоминающая мощную дайку, прослеживающуюся в длину около 10 км; б) наличие узких, вытянутых на несколько километров даек, составляющих продолжение Южной интрузии к северо-востоку; в) формы Маймехской и Кем-Дзорской интрузий, огибающих Тежсарский массив на некотором расстоянии от последнего и сопровождающихся наподобие Южной интрузии, узкими дайкообразными телами того же состава; г) наличие крупного источника, образовавшего мощный травертиновый щит на контакте Южной интрузии с боковыми породами (правый склон ущелья Улашик).

Форма Тежсарской интрузии (см. приложенную карту) представляет собой эллипсоидное тело, несколько сдвинутое (по ущелью Улашик) упомянутым выше разломом. Контакты его с вмещающими породами на ряде участков хорошо обнажены. Плоскость контакта

обнаруживает крутое падение обычно от интрузии под углами, варьирующими в пределах 50—90°. Наблюдается извилистый характер контакта в горизонтальном направлении, а иногда и по падению (ущ. Тежагет). В ряде участков в эндоконтактной зоне наблюдается расчленованность интрузии. Апофизы, отходящие от интрузии в боковые породы, отмечены нами у г. г. Кор-Оглы, Халхал (Сев.), на северном склоне вершины с отметкой (на одноверстке) 1445 и на участке Аг-Кая (левый склон р. Улашик).

4. *Литологический состав.* В строении Тежсарской щелочной интрузии участвуют следующие главные типы пород: щелочные сиениты, нефелиновые сиениты, псевдолейцитовые сиениты, гидротермально измененные породы и жильные образования. Результаты детального опробования и геолого-литологического картирования позволили наметить некоторую закономерность в распространении указанных типов пород в массиве. Как видно из приложенной карты, центральную и северо-восточную часть массива составляют исключительно щелочные сиениты, охватывающие площадь около 19 кв. км. К средней части этого участка приурочен останец кровли в 3.5 кв. км вулканогенной толщи, прорванной и поглощенной интрузией. Он выступает в верховьях правой составляющей рч. Тежагет (Теж-Ахмет).

Преобладающую часть рассматриваемого массива составляют нефелиновые сиениты, занимающие площадь свыше 21 кв. км. Они составляют краевые части интрузии, за исключением северо-восточного участка. В районе же р. Улашик, наоборот, они заходят довольно глубоко к центральной части массива. Таким образом, на карте конфигурация площади нефелиновых сиенитов выражена грубо, в виде полумесяца, включающего в себе щелочные сиениты, связанные с нефелиновыми сиенитами весьма постепенными переходами.

Нефелиновые сиениты по содержанию нефелина выражены целой серией подтипов, начиная от очень бедных разностей, в которых нефелин играет второстепенную роль в породе, до богатых, с содержанием этого минерала в породе достигающим до 50%. Вся эта серия нами условно разделяется на три главных типа: а) сиениты бедные нефелином, б) нефелиновые сиениты со средним содержанием нефелина, в) сиениты, обогащенные нефелином. Для краткости условимся в дальнейшем изложении их называть—бедные н.-с., нормальные н.-с., богатые н.-с., а при описании отдельных зон соответственно: бедные н. зоны, нормальные н. зоны и богатые н. зоны. К первому типу условно отнесены разности, содержащие до 20% глинозема, ко второму типу—разности, содержащие 20—22% Al_2O_3 , к третьему типу—породы с содержанием глинозема более 22%. Положив в основу это деление, представилось возможным выделить на карте соответствующие зоны. Следует указать, что первые два типа нефелиновых сиенитов нами представлены одной мощной зоной,

занимающей в массиве около 19 кв. км площади. Третий тип, слагающий площадь около 2 кв. км, выделен отдельно.

Важной закономерностью для изучаемого массива является факт постепенного повышения содержания нефелина от щелочных сиенитов (центральная часть массива) к периферии, где оконтурены зоны с высоким содержанием нефелина. Таким образом, строение интрузии в общих чертах выражено концентрически расположенными зонами, отличающимися по содержанию нефелина и связанными между собой совершенно постепенными переходами. Эта закономерность, однако, строго не выдерживается; как видно на карте, преобладающую часть краевых зон слагают нормальные н. с., значительно меньшую — богатые н. с., а весьма небольшой отрезок периферии занимают щелочные сиениты. Если выразить это в цифрах, первые составят 53%, периметра массива, вторые — 38%, а третьи — 9%. Зоны, обогащенные нефелином, представляют собой большой научный и практический интерес. В результате произведенных нами нескольких десятков „пересечений“ этих зон в направлении от вмещающей вулканогенной толщи к центральной части интрузии, установлено следующее:

1. В экзоконтакте во всех случаях наблюдаются вулканогенные породы, преобразованные в типичные контактные роговики, выраженные обычно темносерыми до черного цвета породами с плотной роговиковой структурой. Последние местами прорываются апофизами, отходящими от интрузии б. ч. в радиальном направлении.

2. На самом контакте обнажается полоса гибридных пород серой и светло-серой окраски с мелкозернистой структурой. Мощность этой полосы колеблется от 5 до 10 м и она связана с предыдущими породами взаимопереходами. Образование гибридных пород обусловлено ассимиляцией вулканогенных пород щелочными или нефелиновыми сиенитами.

3. В эндоконтакте гибридные породы постепенно переходят в типичные нефелиновые сиениты. Последние преимущественно выражены богатыми нефелином типами, как например, в зоне, расположенной между вершинами Халхал Зап. и Халхал Сев. В южной и юго-восточной краевых частях массива наблюдается, однако, несколько иная картина: здесь гибридные породы сначала переходят в щелочные или бедные н. с., которые постепенно сменяются богатыми н. с.; ширина этой переходной полосы колеблется от 20—30 м до 60—80 м.

Псевдолейцитовые сиениты тесно связаны с обогащенными нефелином зонами. Они приурочены к средним частям этих зон и вытянуты вдоль контакта в виде полосы, ширина которой на различных участках колеблется от 20 до 60 м. По содержанию глинозема рассматриваемые породы не только не уступают нефелиновым сиенитам, но в ряде случаев, заметно богаче последних.

Весьма характерно, что за пределами обогащенных н. зон псев-

долейцитовые сиениты имеют незначительное распространение, приурочены к участкам, сложенным нормальными н.с. и, как правило, к краевым частям интрузии. Они встречены в верховьях Такалинской речки, в глубоком ущелье, расположенном между вершинами Кер-оглы и Кор-оглы; значительно менее развиты на восточном склоне Улашикского ущелья, в местности Аг-Кая и на западном склоне, по ручью Каравели. Весьма характерно также то, что псевдолейцитовые сиениты, локализованные в нормальных н. зонах, имеют аналогичное с вмещающими их нормальными н. с. содержание нефелина.

Из вышеизложенного вытекает предположение, что степень концентрации нефелина в псевдолейцитовых сиенитах тесно связана со степенью обогащенности вмещающих пород этим минералом. Этот вопрос, однако, требует дальнейшего детального изучения. Кроме того, нами установлено, что указанные выше зоны довольно закономерно прослеживаются также по падению, под крутыми углами ($50-80^\circ$), следуя примерно падению плоскости контакта. Это основано на наблюдениях в ряде участков краевых зон интрузии, глубоко прорезанных (перпендикулярно контакту) ущельями и оврагами.

5. *Зоны обогащенные нефелином.* В щелочном массиве нами выделены три зоны, отличающиеся относительно высоким содержанием нефелина:

Северо-западная зона—является самой крупной; она расположена в эндоконтактном ореоле интрузии и приурочена почти к линии водораздела (местами переходя на тот или другой склон), протягиваясь от г. З. Халхал до г. С. Халхал на 6 км. Общая мощность этой зоны колеблется от 100 до 120 м, местами достигая 150 м.

Псевдолейцитовые сиениты расположены преимущественно в средней части этой зоны и прослеживаются почти по всей ее длине полосой, мощностью 20—60 м. Разрез, пересекающий эту контактную зону от вулканогенных пород к интрузии (перпендикулярно плоскости контакта) представляется в следующем виде:

а) вулканогенные породы, переходящие в экзоконтакте в типичные контактовые роговики; б) гибридные породы мелкозернистого строения серого и светлосерого цвета с колеблющимся содержанием нефелина; в) богатые н. с. с преобладающим развитием пегматоидных типов, вмещающие полосу псевдолейцитовых сиенитов.

Мощность этой зоны 100—120 м, которая нами и выделена, как обогащенная н. зона; г) нефелиновые сиениты преимущественно среднезернистой структуры с постепенно понижающимся содержанием нефелина.

Две остальные зоны (юго-восточная и южная), как по своей величине, так и по степени обогащенности нефелином незначительны; поэтому в настоящем кратком очерке на них не останавливаемся.

Гидротермально измененные породы—по своему внешнему облику отличаются от щелочных и нефелиновых сиенитов желтовато-бурым цветом и поэтому легко устанавливаются в поле.

Кроме того, благодаря большей их устойчивости по отношению к выветриванию они обычно несколько возвышаются над вмещающими породами, образуя гряды. Эти породы встречаются во всех частях интрузии и пользуются весьма широким развитием. Они обычно представлены вытянутыми на несколько десятков и сотен метров полосами, шириной от 3—5 и до нескольких десятков метров, приуроченными к отчетливо выраженным, одинаково ориентированным трещинам, рассекающим интрузию. Очевидно, вдоль этих трещин происходило поднятие гидротермальных растворов, воздействовавших на боковые породы от щелочных сиенитов и до обогащенных нефелином пород. Измерение нескольких десятков таких трещин показало, что преобладающая часть их ориентирована довольно закономерно, обладая простиранием СВ 30° —ЮЗ 210° , почти с вертикальными углами падения.

Описываемые породы в высшей степени широко развиты вдоль Улашиковского ущелья, совпадающего с крупным разломом, смещающим интрузию. Этот разлом, как уже указывалось, ориентирован в северо-восточном направлении по азимуту около 30 — 35° . Кроме того, констатированные нами дайки основных пород, прорывающих интрузию, обладают подобными же элементами залегания.

Жильные породы, рассекающие Тежсарскую интрузию, в основном представлены: 1. щелочными и нефелиновыми сиенитами мелкокристаллической, равномерно-зернистой и реже порфировой структурой, 2. нефелиновыми сиенитами пегматоидной структуры и реже—нефелиновыми пегматитами, 3. основными (меланократовыми) породами.

Породы первого типа пользуются сравнительно широким развитием, встречаясь почти во всех участках интрузии. Они представлены б. ч. тонкими жилами мощностью от 5—10 см до 0.3—0.5 м и обычно приурочены к трещинам, характеризующимся СВ—ЮВ простиранием и крутыми углами падения (73 — 90°). Гораздо реже встречаются жилы СВ—ЮЗ направления и очень редко—широтного. От вмещающих щелочных и нефелиновых сиенитов они отличаются своей структурой и светлым цветом; по простиранию прослеживаются на десятки и сотни метров.

Породы второго типа приурочены к эндоконтакту интрузии, преимущественно в СВ, ЮВ и Ю частях ее. Большим развитием этих пород в указанных участках обусловлена высокая концентрация нефелина.

Жилы основного состава имеют незначительное распространение. Они встречены пока что в трех пунктах в верховьях Такалинской реки. Характерно, что во всех трех участках дайки этих пород обладают одинаковыми элементами залегания: азимут простирания ЮЗ 205 — 210° , с почти вертикальным падением. От вмещающих щелочных пород отличаются характерным для них серовато-зеленым

цветом и более мелкозернистым строением. По простирацию прослеживаются на десятки метров, скрываясь затем под наносами.

6. *Структура Тежсарского массива.* Освещение этого вопроса требует более детального и всестороннего изучения, хотя структура массива в главных чертах описана (В. Н. Котляром).

Наличие целого ряда хорошо обнаженных контактов, нередко изрезанных оврагами и ущельями, позволяет констатировать расширение интрузии на глубину и, таким образом, форма интрузии напоминает собой батолит. Плоскость контактов интрузии с вмещающей вулканогенной толщей, в общем, обнаруживает падение от интрузии, преимущественно с крутыми углами. В юго-восточной части массива по р. Тежагет падение контакта наиболее пологое—угол $42-45^{\circ}$. По р. Улашик, на западном склоне угол падения доходит до $70-75^{\circ}$; на участке между вершинами Зап. Халхал и Сев. Халхал становится немного круче $75-85^{\circ}$, в районе г. Кер-Оглы достигает до 80° . Линия контакта по простирацию имеет извилистый характер, хорошо выраженный по склонам ущелья речки Тежагет. Обращают на себя внимание отдельные рассланцованные участки, наблюдающиеся в СЗ, С, ЮВ и ЮЗ краевых частях интрузии. Характерно, что плоскости рассланцованности (трещины скалывания) во всех случаях простираются на СЗ по азимуту $300-320^{\circ}$. В первых трех участках они ориентированы почти перпендикулярно к соседней контактовой линии, обладают примерно вертикальным падением и лишь в последнем, ЮЗ участке, на правом склоне ущ. Улашик, отмечено падение на ЮЗ под углом 60° . Кроме того, здесь, в отличие от предыдущих участков, плоскость рассланцованности совпадает с элементами залегания контакта.

Следует остановиться еще на наличии мелких останцев вулканогенных пород, встреченных нами в СЗ части интрузии. Последние по своим размерам не могут быть сравнены с тем крупным останцем вулканогенной толщи, о котором уже было упомянуто выше. Они представлены 2—3 мелкими (размером примерно 100×50 м) островками кровли интрузии. Мощность их в вертикальном разрезе измеряется одним или двумя десятками метров. Изучение показывает ту же очередность переходов промежуточных типов пород, которая обычно наблюдалась в контакте массива с прорываемой им вулканогенной толщей (роговики, гибридные породы, нефелиновые сиениты).

Наличие хорошо сохранившегося крупного останца в восточной части массива, а также описанных выше мелких, еще полностью не размытых участков кровли вулканогенных пород, позволяет предполагать, что в ряде участков исследованная интрузия еще слабо эродирована.

7. *К петрографии Тежсарской интрузии.* В исследованном массиве, как было отмечено, нами выделено пять главных типов пород. Их петрографическое описание, в виду весьма ограниченных рамок настоящей статьи, приводится в общих чертах.

Щелочные сиениты представлены средне- и крупнозернистыми породами массивной текстуры, обычно серого и светлосерого цвета. В основной массе невооруженным глазом наблюдаются призматические и табличатые кристаллы полевого шпата, темноцветного минерала, неравномерно распределенного в породе. Нередко встречаются мелкие и до средних размеров желтовато-бурые кристаллы сфена и весьма редко—мелкие зернышки флюорита. Структура этих пород преимущественно гипидиоморфно-зернистая, нередко трахитоидная и реже порфириовидная. Иногда, по степени относительного идиоморфизма, на первом месте стоит плагиоклаз, а затем цветной минерал. Сфен часто выражен идиоморфными кристаллами и реже—ксерноморфными зернами.

Трахитоидная структура характеризуется длинно-призматическими и игольчатыми кристаллами цветного минерала и полевого шпата (б. ч. плагиоклаза), обладающих субпараллельной ориентировкой.

Порфириовидная структура выражена крупными выделениями полевого шпата (б. ч. калинатового), достигающего в поперечнике до 1 см.

Главные компоненты щелочных сиенитов представлены анортоклазом, плагиоклазом № 15—25, щелочной роговой обманкой (гастингсит), а иногда также цеолитом, биотитом, щелочным пироксеном (эгирин-авгит), реже серицит-мусковитом. Акцессорные минералы представлены сфеном, флюоритом, апатитом, рудным минералом и цирконом.

Нефелиновые сиениты. Основную массу этих пород Тежсарского массива представляют щелочные сиениты, в состав которых в качестве главного компонента, входит также нефелин, количество которого достигает, в среднем, 10—15—20% породы. В бедных н. с. этот минерал, в большинстве случаев, является второстепенной составной частью. Таким образом, главная масса описываемых пород представлена от нормального до бедного н. с. отличающимися преимущественно серым и светлосерым цветами и среднезернистой, гипидиоморфнозернистой структурой. Небольшая часть интрузии (около 2 кв. км), как уже указывалось, в некоторых краевых зонах представлена богатыми н. с. Эти породы отличаются от предыдущих, главным образом, своей пегматоидной структурой и относительно большим содержанием нефелина. Среди них нами (в порядке, отвечающем степени распространения) выделяются пока четыре главных типа, слагающих обогащенные н. зоны:

а) Первый тип представлен жилами неправильной формы с пегматоидной структурой (реже пегматитами), густо инъецирующими массу вмещающих среднезернистых нефелиновых сиенитов. Мощность этих жил колеблется от 2—6 до 30—50 см, иногда и более; по простираннию прослеживаются от десятков см до нескольких метров, часто выклиниваясь или разветвляясь на ряд прожилок. В отличие от обыкновенных нефелиновых сиенитов, пегматоидные н. с. характеризуются большим развитием крупнокристаллического нефе-

лина, иногда составляющего до 50% породы и более. Другими главными компонентами являются полевой шпат, темноцветный минерал и нередко меланит.

Нефелин выражен мясокрасным, красновато- и желтовато-бурым, серовато-голубым и др. разностями; преобладают первые две разности. Меланит представлен нередко крупными выделениями черного цвета, иногда сконцентрированными в отдельных участках породы; величина кристаллов указанных минералов в поперечнике колеблется от 0.5—1 до 3—4 см.

б) Ко второму типу относятся породы пегматоидной структуры, образующие изолировано расположенные шлиры и гнезда. Диаметр их варьирует от нескольких сантиметров до 0.5—1 метра. Они встречаются сравнительно редко и за пределами обогащенных и. зон, иногда в массе щелочных сиенитов. Степень концентрации в них нефелина обусловлена вмещающей породой, именно: в обогащенных и. зонах наблюдается большое содержание нефелина, а в щелочных сиенитах, наоборот, он полностью отсутствует.

в) К третьему типу отнесены псевдолейцитовые сиениты. Эти породы в обогащенных и. зонах характеризуются высоким содержанием нефелина и приурочены исключительно к краевым частям интрузива.

г) Четвертый тип представлен преимущественно нефелиновыми сиенитами среднезернистой структуры с высокой концентрацией нефелина. Количество последнего варьирует в пределах 30—40% породы, причем нефелин распространен в породе более или менее равномерно.

Нефелин под микроскопом выражен б. ч. ксеноморфными кристаллами, выполняющими промежутки между другими компонентами. Величина зерен нефелина и др. составных частей колеблется от 1 до 4 мм.

В ряде случаев по нефелину развиваются вторичные минералы, представленные, преимущественно, канкринитом и цеолитами.

Псевдолейцитовые сиениты представляют собой породы светло-серого, кремове-серого и розовато-желтого цвета и состоят из среднезернистой основной массы, в которой, в виде включений, развивается псевдолейцит, напоминающий шарики или эллипсоиды диаметром в 2—5 см.

Основная масса по своему минералогическому составу и структуре представлена обычными нефелиновыми сиенитами с гипидиоморфнозернистой структурой. Величина зерен варьирует в среднем от 2 до 5 мм. Содержание в породе нефелина колеблется в значительных пределах и обусловлено степенью обогащенности данной зоны этим минералом.

Псевдолейциты в породе составляют 40—60%. Они представляют собой псевдоморфозы лейцита, выполненные, главным образом, калинаatroвым полевым шпатом и нефелином. Последний обычно

ксеноморфен по отношению к первому, выраженному б. ч. призматическими кристаллами.

Измененные породы представляют щелочные и нефелиновые сиениты, подвергшиеся воздействию постмагматических гидротермальных растворов. Циркуляция растворов, вероятно, имела место в значительном масштабе, о чем свидетельствует широкое развитие измененных пород в массиве.

Макроскопически они выражены породами желтовато-бурого цвета. Структура и текстура не обнаруживают заметного изменения по отношению к первоначальной. Под микроскопом порода характеризуется, главным образом, а) каолинизацией каликатрового полевого шпата, вследствие чего последний в шлифе становится почти непрозрачным и б) интенсивной серицитизацией плагиоклаза, нередко сопровождающейся выделением мусковита. Другого характера изменения или новообразования не констатированы. Этими изменениями, очевидно, и обусловлен внешний облик породы.

Жильные образования представлены, в основном, щелочными сиенитами, пользующимися в массиве значительным развитием, а также диабазовыми и порфириновыми дайками. Последние имеют весьма незначительное распространение и констатированы лишь в трех пунктах среди щелочных сиенитов.

8. *К вопросу о генезисе пород Тежсурского массива.* Несмотря на весьма незначительное распространение нефелиновых сиенитов (около 1% всех интрузивов) изучению этих пород уделяется исключительно большое внимание, хотя вопросы их происхождения освещены очень слабо, гипотетически.

Редкость щелочных пород объясняется процессом дифференциации магмы, протекающей в особых условиях, резко отличающийся от нормального хода дифференциации вообще. Поэтому проблема генезиса щелочных пород заключается часто в выяснении и увязке геологических условий образования этих пород с особенностями их вещественного состава. Не ставя перед собой задачу дать обзор существующих гипотез по генезису щелочных пород, отметим, что существующие воззрения на происхождение щелочных пород А. Н. Заварицкий (5), в основном, делит на две группы. Сторонники первой из них считают, что приобретение магмой щелочного характера, вероятно, обусловлено привнесом в магму щелочных веществ, или из других частей ее, или может быть из внешнего источника. Вторая группа авторов допускает, что изменение состава магмы и приобретение ею щелочного характера вызвано, возможно, процессом десиликации, происходящим тем или иным способом. В обоих случаях происхождение щелочной магмы объясняют явлениями дифференциации и магматической ассимиляции.

Говоря о генезисе щелочных пород рассматриваемого интрузива мы, естественно, сталкиваемся с теми общими трудностями, которые обычно встречаются при решении этой проблемы; более того, в на-

стоящей стадии исследования Тежсарского массива мы еще не имеем в своем распоряжении полного фактического материала. Не желая подогнать генезис наших пород под какую нибудь гипотезу, мы попытаемся очень кратко изложить факты, позволяющие высказать нашу точку зрения на генезис указанных пород. Каковы эти факты?

а) Наблюдается обособление щелочных сиенитов преимущественно в центральной части массива и нефелиновых сиенитов, слагающих его периферию; наличие взаимопереходов от нефелиновых сиенитов к щелочным.

б) Обособление среди щелочных и нефелиновых сиенитов небольших пегматоидных участков, выраженных в виде неправильных линзовидных тел и гнезд, представляющих продукты дифференциации этих порций магмы.

в) Обособление псевдолейцитовых зон (пород) и пегматоидов, богатых нефелином в ослабленной зоне контакта, с вмещающими породами.

г) Прямая зависимость степени обогащения нефелином лейцитовых пород от развития пегматоидных нефелиновых пород богатых нефелином.

д) Обогащение гибридных (контактных) пород нефелином в участках, обогащенных пегматоидами, богатыми нефелином.

е) Наличие меланита, заполняющего трещинки в участках развития обогащенных нефелином пегматоидов.

Таким образом, факт обособления щелочных сиенитов от нефелиновых, отсутствие между ними интрузивных контактов и наблюдаемые постепенные взаимопереходы одних пород в другие, говорят о внедрении единой щелочной магмы, в которой при кристаллизации обособились по периферии нефелиновые сиениты, а в центральной части — щелочные сиениты. Различных (двух) фаз внедрения не намечается.

Наличие среди щелочных и нефелиновых сиенитов гнездообразных и шлировидных пегматоидных выделений в щелочных сиенитах без нефелина, а в нефелиновых сиенитах с содержанием нефелина, говорят о присутствии среди соответствующих двух частей массива остаточной магмы, несколько обогащенной летучими компонентами.

Локализация псевдолейцитовых пород и пегматоидов (отчасти пегматитов) нефелиновых сиенитов по периферии и вдоль отдельных ослабленных участков контакта, говорят о более позднем их внедрении из глубинного остаточного очага, обогащенного пневматолитами и гидротермами. При этом, прямая зависимость между обогащенностью нефелином даек псевдолейцита и богатством участка пегматоидными нефелиновыми сиенитами, говорит о причинной связи этих двух явлений. Породы же псевдолейцитов, по нашему мнению, вероятно, являются метасоматическим продуктом пневматолитов и гидротерм, связанных с нефелиновыми пегматоидами. Об этом же,

т. е. о роли пневматолитов и гидротерм, сопровождающих пегматоиды, говорят еще, с одной стороны, обогащение контактных участков и гибридных пород нефелином только там, где контактовые зоны обогащены пегматоидами и, с другой стороны, развитие меланита (как продукта пневматолита) также в тех же богатых пегматоидами участках (зонах).

Обобщая все вышеизложенное, в рассматриваемой нами интрузии намечается следующая последовательность явлений:

1. Внедрение щелочной магмы с обособлением по периферии нефелиновых, а в центральной части—щелочных сиенитов.

2. Остаточная кристаллизация среди щелочных и нефелиновых сиенитов, выраженных пегматоидами этих порций магмы, наблюдающихся в виде линзовидных и шпировидных тел, значительно развитых в массиве.

3. Внедрение лейцитовых пород (даек) в отдельных эндоконтактных зонах интрузии.

4. Внедрение пегматоидов обогащенных нефелином, сопровождающееся обогащением лейцитовых и гибридных (контактных) пород нефелином, затем развитие меланита—все это в участках развития пегматоидов, обогащенных нефелином, свидетельствуют о наличии метасоматического процесса, вызванного пневматолитами и гидротермами, сопровождающими внедрение пегматоидов.

Вполне естественно, что приведенные нами соображения не могут претендовать на полноту.

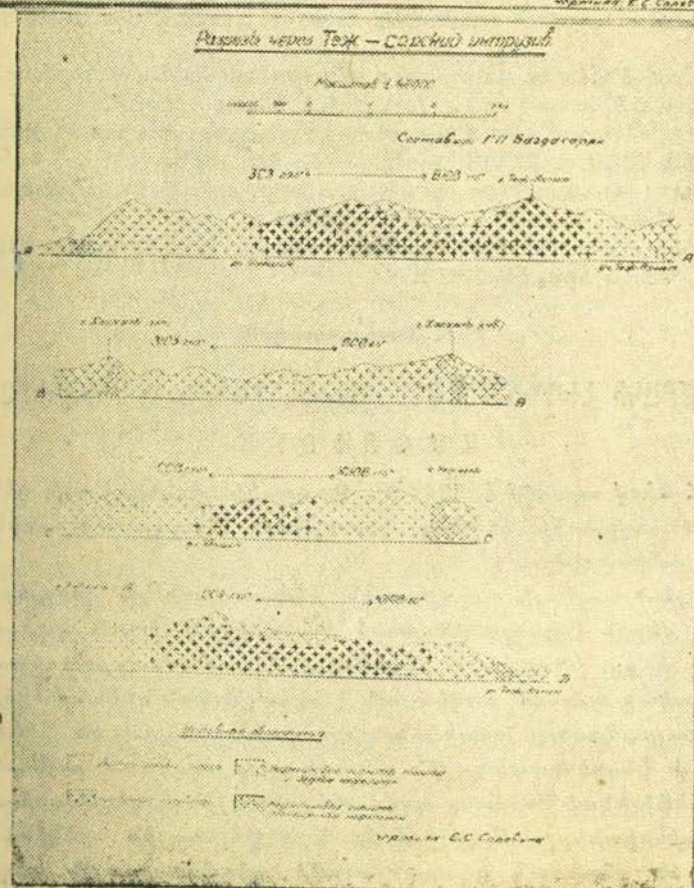
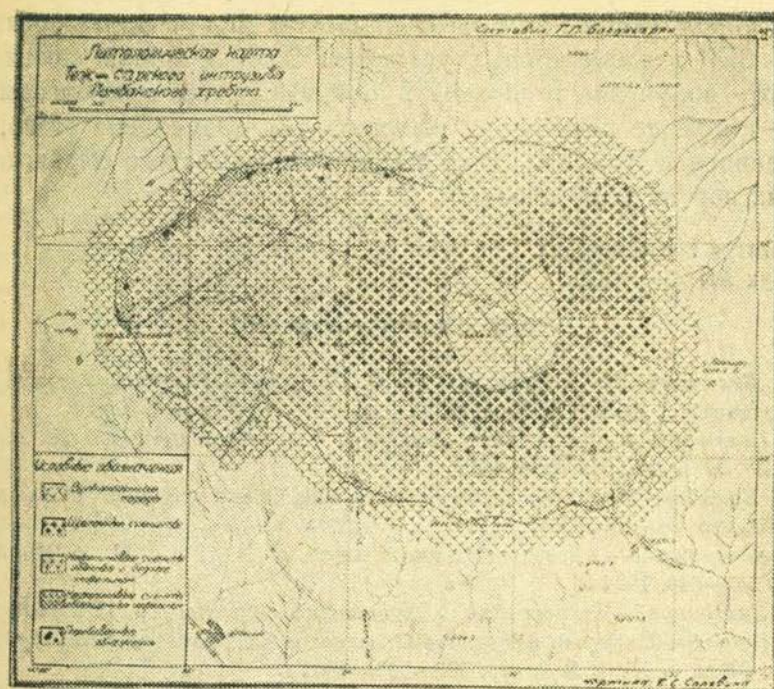
Для решения вопроса о генезисе Памбакских нефелиновых сиенитов необходимо охватить детальным изучением весь щелочной комплекс интрузий хребта, изучить их взаимоотношения с соседними интрузиями, выяснить связь вещественного состава щелочных пород с геологическими условиями их образования и т. д. Эти задачи требуют проведения в районе Памбакского хребта систематических исследований в течение ближайших 2—3 лет.

Заключение. Основной задачей наших исследований являлось: путем изучения литологии и петрографического состава пород Тежсарской интрузии, выявить и оконтурить в м. 1:10000 участки с высокой концентрацией нефелина. Обогащенные нефелином породы рассматриваются как возможное сырье для получения глинозема.

В результате указанных работ нам удалось в северо-западной эндоконтактной зоне интрузии выделить четыре обогащенных нефелином участка, содержание глинозема в которых варьирует от 22 до 23%.

Из этих цифр видно как велики запасы богатых нефелином пород в Тежсарском щелочном массиве.

Отсутствие в Арм. ССР других видов высокоглиноземистого сырья, столь необходимого для создающейся алюминиевой промышленности Республики, выдвинуло на первый план вопрос разработки



технологического процесса получения глинозема из обогащенных нефелином пород. Вопрос этот разрабатывается Химическим Институтом АН Арм ССР в лабораторных условиях. Однако, самая важная стадия работ—получение глинозема в полузаводском и заводском масштабах—имеющее решающее значение для применения этого, пока единственного в Армении, вида высокоглиноземистого сырья, остается до сих пор не изученной.

Институт Геологических
Наук АН Арм. ССР.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Д. С., Белянкин, В. П. Петров и Р. П. Петров—Первый нефелиновый сиенит в Закавказье. ДАН СССР серия XIX, № 1—2, стр. 73—76, 1938 г.
2. Д. С. Белянкин—К определению понятия и к практике анортоклазов. Изв. АН СССР № 2, стр. 225—232, 1937.
3. Ю. А. Билибин—Проблема псевдолейцита. Зап. Всерос. Минер. об-ва № 1, ч. XVIII, стр. 34—43, 1939 г.
4. А. Н. Заварицкий—О псевдолейцитовых породах, ДАН СССР т. III, № 6—9, стр. 645—648, 1934 г.
5. А. Н. Заварицкий—Петрография Бердяшского плутсна. Тр. ЦНИГРИ, 1937 г.
6. В. Н. Котляр—Интрузии нефелиновых сиенитов на Кавказе, Записки Минералог. Об-ва ч. XVII, № 2, стр. 290—306, 1938 г.
7. В. Н. Котляр—Открытие лейцитовых пород на Кавказе. Сов. геология, № 4—5, 1939 г.
8. В. Н. Котляр—Геология, интрузивы и металлогения Памбакского хребта и смежных районов Армении, 1939 г. (рукопись). Фонды Арм. ГУ.
9. В. Н. Котляр—Новые данные в изучении глубинного вулканизма Малого Кавказа. ДАН СССР, т. XXVIII, № 9 стр. 825—828, 1940 г.
10. В. Н. Котляр—О возрастном расчленении интрузивов Малого Кавказа. Записки Всерос. Минер. об-ва, ч. XIX, № 2—3, 1940 г.
11. К. Н. Паффенгольц—Геология Армении и прилег. частей Малого Кавказа (рукопись), Фонды Арм. ГУ 1942 г.

Գ. Պ. Բաղդասարյան

ՓԱՄԲԱԿԻ ԼԵՌՆԱՇՆՐԱՅԻ ՆԵՖԵԼԻՆԱՅԻՆ ՍԻԵՆԻՏՆԵՐԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հակիրճ ձևով տրվում է 1944 թ. Փամբակի լեռնաշղթայի կենտրոնական մասում հեղինակի կողմից կատարված հետազոտությունների արդյունքների ամփոփումը:

Նշված լեռնաշղթայի ալկալիական ինտրուզիաների կոմպլեքսը ներկայացված է վերին էոցենյան հասակի Թեժսարյան խոշոր զանգվածով և նրան հարող փոքր ինտրուզիվ մարմիններով: Թեժսարյան ինտրուզիան իր կենտրոնական մասում բաղկացած է ալկալիական սիենիտներից, որոնք դեպի նրա ծայրամասերը աստիճանաբար փոխարինվում են նեֆելինային սիենիտներով: Էնդոկոնտակտային զոնայի որոշ մասերում լաֆոորեն զարգացած են նեֆելինով հարուստ պսիդոքլիցիտային և պեգմատոիդային նեֆելինային սիենիտները: Ալկալիական և նեֆելինային սիենիտների մեջ հանդիպում են բնանման և ոսպնյակաձև պեգմատոիդային տեղամասեր:

որոնք իրենցից ներկայացնում են մագմայի համապատասխան բաժինների դիֆերենցիացիայի պրոդուկտը:

Հետապոստիլյունների արդյունքները հեղինակին հանգեցնում են հետևյալ եզրակացություններին.

ա) տեղի է ունեցել միասնական ալկալիական մագմայի ներխուժում, որի բյուրեղացման ընթացքում առանձնացել են նեֆելինային և ալկալիական սիննիտներ, ընդ որում առաջինները զբաղվել են ինտրուզիվի ծայրամասերը, իսկ երկրորդները՝ կենտրոնական մասը. բ) ինտրուզիայի այդ երկու համապատասխան մասերում առկա են եղել ցնդող կոմպոնենտներով հարստացած մնացորդային մագմաներ. գ) պսիլոդոլյիտային և պեգմատոիդային նեֆելինային ապառները ներարկվել են հիդրոթերմերով և պնեվմատոլիտներով հարստացած խորքային մնացորդային մագմայից համեմատաբար ավելի ուշ ֆազում և միմյանց հետ զտնվում են պատճառական կապի մեջ. դ) պսիլոդոլյիտային ապառները հավանաբար հանդիսանում են նեֆելինային պեգմատոիդների հետ կապված հիդրոթերմերի և պնեվմատոլիտների տեղակալման պրոդուկտը:

G. P. Bagdassarian

Nepheline-Syenites of the Phambak-Range

S u m m a r y

In the article are briefly given generalisations of the scientific results of investigations performed in 1944 by the writer in the central part of the Phambake-range. The said complex of alkaline intrusions is represented by the large Tejsar-massif of the Upper Eocene age and by its minor surrounding bodies. This investigated intrusion of Tejsar-massif is built up, in its central part, by alkaline syenites, passing gradually in its periphery to nepheline syenites. In some areas of the endo-contact zone are widely developed pseudoleucites, enriched with nepheline, and pegmatoid nepheline syenites. Among alkaline and nepheline syenites there are individualised nestform pegmatoid areas, representing products of the differentiation of corresponding portions of magma.

The investigation results have led the writer to following conclusions:

a) an intrusion of a single alkaline magma had taken place, during the crystallisation of which nepheline syenite^o were separated at the periphery, and alkaline syenites in the central part.

b) residual magmas enriched with volatile components were present in both corresponding parts of the intrusion;

c) pseudoleucitic and pegmatoid nepheline rocks are intruded during a later phase from a deep-seated residual hearth, enriched with pneumatolites and hydrotherms, and they are in mutual causal connection:

d) the pseudoleucite rocks are probably a metasomatal product of pneumatolites and of hydrotherms, related with the nepheline pegmatoids.

Ա. Հ. Դադրիսյան, Վ. Պ. Հասարյան, Հ. Ա. Ասատրյան

ԱՐԵՎՄՏՅԱՆ ՎԱՅՔԻ (ԴԱՐԱԼԱԳՅԱԶԻ) ԳԵՈՍՈՐՓՈԼՈԳԻԱՅԻ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՋԸ

Լեռնային երկրների գեոմորֆոլոգիական բնույթն արդյունք է երկրի կեղևի ներքին կառուցվածքի և երկրաբանական արտաքին գործոնների փոխադարձ ներգործության:

Առհասարակ լեռնային երկրների ամեն մի մասի ժամանակակից ունեցիկի ձևավորման գործում գլխավոր դերը խաղում են տվյալ վայրի երկրաբանական կառուցվածքը (տեկտոնիկան), հրաբխային պրոցեսները, տվյալ վայրը կազմող լեռնային ապառների լիթոլոգիական կազմությունը և էկզոգեն ֆակտորները: Դիչ կարեոր դեր չեն խաղում նաև կլիմայական պայմանները, բուսականությունը և կենդանական էակների գործունեությունը: Ժամանակակից ունեցիկի պատմական զարգացման պրոցեսը սովորաբար ընթանում է երկու էտապներով: Երկրաբանական ավելի վաղ ժամանակում առաջանում են ունեցիկի այսպես կոչվող պալեոտիպ ձևերը, իսկ ավելի ուշ, նորագույն ժամանակներում, ունեցիկի ժամանակակից, կամ կայուն տիպ ձևերը:

Պալեոտիպ (կամ ինչպես անվանում է Ս. Ս. Կուզնեցովը՝ ալլոմորֆ), ունեցիկը պայմանավորված է երկրի կեղևի տվյալ վայրի տեկտոնական կառուցվածքով, տեկտոգենեզի պլիկատիվ և դիզյունկտիվ ձևերով, այդ պատճառով նրա առաջացման ժամանակամիջոցը համընկնում է այդ նույն վայրի տեկտոնական կառուցվածքի ձևավորման ժամանակամիջոցի հետ:

Կայնոտիպ (կամ ըստ Ս. Ս. Կուզնեցովի՝ ալլոմորֆ) ունեցիկի ձևավորման գործում գլխավոր դերը խաղում են ապառների լիթոլոգիական առանձնահատկությունները (նրանց տարրեր դիմացկանությունը հողմնահարման նկատմամբ) և էկզոգեն պրոցեսները: Այս դեպքում էական նշանակություն ունի նաև ժամանակի ֆակտորը, քանի որ ունեցիկի զարգացման պրոցեսը իրենից ներկայացնում է փոփոխությունների մի գումար, որն ստացվում է վերը նշված ֆակտորների գործունեության հետևանքով:

Վայրի գեոմորֆոլոգիական առանձնահատկությունների ուսումնասիրությունն ունի խոշոր տեսական և գործնական նշանակություն: Ռեկոնֆիքսությունը մեծ ազդեցություն է ունենում օդային հոսանքների շարժման ուղղության վրա, մթնոլորտային տեղումների բաշխման և բնույթի (հետևապես կլիմայական շրջանների բաշխման) վրա, կենդանական ու բուսական աշխարհի աշխարհագրական բաշխման վրա, մակերեսային ու ընդերկրյա ջրերի ունեցիկի և շրջանառության վրա, հիդրոգրաֆիական ցանցի

բաշխման, հոգային ծածկոցի և նման բազմաթիվ այլ երևույթների ու պրոցեսների վրա, որոնք նկատվում են բնության մեջ:

Ռեկեֆի ձևերի ուսումնասիրությունը խիստ կարևոր է մի շարք գործնական ձեռնարկությունների կատարելիս, ինչպես օրինակ, երկաթ-գըծեր և ջրանցքներ, հանքահորեր, բովանցքներ, շուրֆեր անցկացնելիս, ամբարտակներ ու ջրմուղներ կառուցելիս և այլն:

Անհրաժեշտ է նշել, որ գործնական աշխատանքների ընթացքում ռեկեֆի նշանակությունը հաշվի առնելիս, հաճախ նկատի են ունենում միայն օրոլրաֆիական առանձնահատկությունները, որը սակայն բավարար չի, քանի որ վերջինիցս բացի խիստ կարևոր նշանակություն ունի նույնպես ռեկեֆի զարգացման պատմության պարզաբանումը, որովհետև նման տեղադրություն ունեցող ռեկեֆի ձևերը գննատիկորեն և ըստ իրենց ներքին կառուցվածքի կարող են խիստ տարբեր լինել, իսկ այդ հարցերի պարզաբանումը ոչ պակաս կարևոր նշանակություն ունի գործնական նպատակների համար:

Ռեկեֆի այդ ներքին կառուցվածքի պարզաբանումը, ռեկեֆի գննատիկորեն տարբեր տիպերի իրարից անջատելը, կարելի է լուսաբանել միայն տվյալ վայրի գեոմորֆոլոգիական կառուցվածքի անմիջական ուսումնասիրմամբ:

Սովետական Միության մեջ գեոմորֆոլոգիական հետազոտություններն ավելի ու ավելի մեծ թափ են ստանում՝ կապված հսկայական տեմպով կատարվող կառուցողական աշխատանքների հետ: Սակայն այդ ուղղությամբ մեղ մոտ, Հայաստանում, դեռ շատ քիչ գործ է կատարված. բացի ընդհանուր բնույթ կրող մի քանի աշխատանքներից (Ա. Օ. Ղուկասով, Ի. Ս. Շչուկին, Վ. Վ. Բոգաչով, Ա. Շ. Ռինհարդ, Ս. Ս. Կուզնեցով, Կ. Ն. Պաֆենհոլց), մեղ մոտ առանձին շրջաններին վերաբերող գեոմորֆոլոգիական աշխատանքներ դեռ չկան:

Ներկա աշխատանքն ամենևին հավակնություն չունի տալու սպառիչ տվյալներ նկարագրվող վայրի գեոմորֆոլոգիական առանձնահատկությունների մասին, այլ այն նպատակ ունի ցույց տալ, թե ինչպես գեոմորֆոլոգիական առանձին կոմպլեքսները գննատիկորեն սերտ կերպով պայմանավորված են նրանց երկրաբանական կառուցվածքի և պատմության հետ:

ԱՐԵՎՄՏՅԱՆ ՎԱՅՔԻ (ԴԱՐԱԼԱԳՅԱՋԻ) ԳԵՈՄՈՐՖՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԿՈՄՊԼԵԿՍՆԵՐԸ

Նկարագրվող վայրը հարավից սահմանափակվում է Վայքի լեռնաշղթայի հյուսիսային լանջով (մոտավորապես Ղուրդղուլաղ-Ենգիջա-Արփա գծով), արևելքից — Սղղաղ լեռով և Դալիկ հրաբխային սարով, հյուսիսից սահմանափակվում է Սուլեմ գետի վերին հոսանքով, իսկ արևմուտքից այն ջրբաժան լեռնաշղթայով, որը գտնվում է Ղարախաչ և Բիրալու գյուղերից արևելք և բաժանում է Արփա գետի ավազանը Շաղսիլու գետի ավազանից:

Վարչական տեսակետից նկարագրվող վայրն ընդգրկում է Հայկական ՍՍՌ Միկոյանի շրջանը և նրան կից Ղարաբաղարի շրջանի մի մասը:

Արևմտյան Վայքը մորֆոլոգիական տեսակետից բնորոշվում է խիստ

մասնատված ունեցող, որը տեղիկ է Հայկական լեռնաշխարհի համար: Այս շրջանը իրավամբ կարող է համարվել այն կլասիկ օրինակներից մեկը, որում այնքան պարզ ու որոշակի կերպով արտահայտված է այն ընդհանուր օրինաչափությունը, թե ինչպես երկրի գեոմորֆոլոգիական բնույթն արդյունք է երկրի կեղևի ներքին կառուցվածքի և էկզոգեն ուժերի փոխհերպործություն:

Այստեղ կարելի է տարբերել 11 գեոմորֆոլոգիական կոմպլեքսներ (տես քարտեզը), որոնք իրարից տարբերվում են ունեցի յուրահատուկ բնույթով, որը պայմանավորված է վերը նշված երկրաբանական տարբեր երևույթներով:

1. Արփա գետի հովիտ.—Սա մի լայնակի, նեղ հովիտ է, որը ձգվում է գետի աջ և ձախ ափերի երկարությամբ, Սոյլան (ավերակ) գյուղի մոտից մինչև էրտիչ գյուղը, որից արևմուտք գետը հոսում է նեղ կիրճով:

Հովտի ամենամեծ լայնությունը Մալիշկա և Այար գյուղերի դիմացը 2 կիլոմետրից չի անցնում:

Ռելիեֆը բավական հարթ է և կազմված է ալլուվիալ նստվածքներից: Գետափ գյուղից հարավ, Արփայի հովտին է միանում Նդեգիս (Ալայազ կամ Ղոյթուլ) գետի ալլուվիալ հովիտը. նշված հովիտներում մեծ չափերով տարածված են այգիներ (գլխավորապես խաղողի):

Նկարագրվող հովիտներում գտնվող աղբյուրները գրեթե բոլորն էլ ալլուվիալ ծագում ունեն և բխում են նշված գետերի անմիջական ափերից:

Արփա գետը—Վայքի ջրային գլխավոր զարկերակը—սկիզբ է առնում Վարդենիս (Գյոզալ Դարա) շրջայի արևելյան ծայրի և Զանգեզուրյան շրջայի կազմած անկյունից: Զասած Զերմուկ գյուղին, գետն արագ զահավիթում է, փոխում է իր ուղղությունը դեպի արևմուտք, սկզբում հոսում խոր և նեղ կիրճով, իսկ սկսած Սոյլան ավերակ գյուղից մինչև Արփա գյուղը հոսում է վերը նշված ալլուվիալ հովտով:

Արփա գյուղից հարավ, ճեղքելով Վայքի շրջայի մի ճյուղավորությունը, Նախիջևանի Խնքնավար Ռեսպուբլիկայի սահմաններում գետը դուրս է գալիս Շարուրի դաշտը, Նորաշեն գյուղի մոտ բաժանվելով մի քանի ճյուղերի և արհեստական առուների:

Արփա գետի աջակողմյան ամենամեծ վտակն է Նդեգիս (Ալայազ) գետը (երբեմն անվանում են նաև Ղոյթուլ գետ՝ Գետափ գյուղի հին անունով), որն սկիզբ է առնում Վարդենիս սարի հարավային լանջից և սկզբում հոսում է Նդեգիսի նեղ կիրճով, Արփա գետին համարյա զուգահեռ, ապա Շատին գյուղի մոտ փոխում է իր ուղղությունը դեպի հարավ և հոսելով վերը նկարագրած Նդեգիսի հովտով, Գետափ գյուղից մոտ 3 կիլոմետր հարավ թափվում է Արփա գետը:

2. Այնաձորի բեֆ հարթավայր.—Գրավում է Այնաձոր, Արփա և էլիին գյուղերի միջև գտնվող տարածությունը: Այս հարթավայրի արևելյան և արևմտյան մասերն ըստ իրենց ունեցի ձևերի, իրարից բավական խիստ տարբերվում են, որը պայմանավորված է նրանց երկրաբանական կառուցվածքի տարբերությամբ: Արևելյան մասը (Այնաձորի և Արփայի միջև գտնվող տարածությունը) համատարած կերպով ծածկված է պլեիստո-

ցենյան գլաքարերով և այդ պատճառով ունի միապաղաղ, հարթ ուղեք՝ հյուսիսից հարավ ընդհանուր անկումով: Արփա գյուղի մոտ հարթավայրը խիստ կերպով կտրվում է Արփա գետի կիրճով:

Հարթավայրի արևմտյան մասը (Այնաձորից արևմուտք և հարավ-արևմուտք) էկզոգեն պրոցեսների գործունեության հետևանքով, վեր է ածվել մի շարք փոքրիկ, ոչ խոր և համեմատաբար լայն ձորակների, որոնք ձգվում են գրեթե իրար զուգահեռ, հյուսիսից-հարավ ուղղությամբ և որոնցում վերը նշված գլաքարերի տակից մերկանում են պալեոգենի ապառնները: Նշված ձորակներն իրարից բաժանվում են հարթ, տեքստուրա չունեցող թմբերով, որոնք կազմված են վերը նշված պլեիստոցենյան ջրա-սառցադաշտային (ֆլուվիոգլյացիալ) ծագումի գլաքարերից: Արևմուտքից և հարավ-արևմուտքից Այնաձորի թեք հարթավայրը սահմանափակվում է պալեոգոյան ու մեզոգոյան հասակի ապառներից կազմված մի անանուն լեռնաբազուկով՝ խիստ թեք հյուսիսային և հյուսիս-արևմտյան (դեպի Այնաձորի հարթավայրին նայող) լանջով, որն արդյունք է այդ լանջը կազմող շերտերի զիջյունկտիվ խախտման: Նշված լեռնաբազուկի հյուսիս-արևելյան լանջի ստորոտով հոսում է էլիին փոքրիկ գետակը, որն Արփա գյուղի մոտ թափվում է Արփա գետը:

Այս մորֆոլոգիական կոմպլեքսում տարածված համեմատաբար խոշոր աղբյուրները (Այնաձոր և էլիին գյուղերի մոտ) բխում են պալեոգենի նստվածքային ապառների և ավելի վերև տեղադրված պլիոցենյան հասակի հրաբխային շերտախմբի կոնտակտից: Ձորակներում բխում են բազմաթիվ փոքրիկ աղբյուրներ, որոնք կազմված են պալեոգենի նստվածքային ապառների տարրեր շերտերի հետ:

3. Դալիկ-Սարի հրաբխային սարահարթը.—Հետազոտվող շրջանի արևելային մասում, Մալիշկա գյուղից հյուսիս—հյուսիս-արևելք, գտնվում է Դալիկ-Սարի հրաբխային սարահարթը, որը հարավում հենվում է Աղ-Դաղի կրաքարային մասսիվի վրա և ընդգրկում նրան հյուսիսից, արևելքից և հարավից: Սարահարթը կազմված է չորրորդական հասակի լավայից: Նրա մակերևույթն ունի թույլ արտահայտված բլրավոր-ալիքավոր ուղեք՝ հյուսիսից-հարավ ընդհանուր անկումով, որը համապատասխանում է լավայի ծածկույթի տակ թաքնված հին ուղեքի անկմանը: Սարահարթի գագաթում գտնվում է հրաբխի խառնարանը, որն ըստ Վ. Ն. Կոտլյարի (1) ունի նորագույն հրաբուխների համար առհասարակ շատ բնորոշ հատված կոնի խիստ կանոնավոր տեսք: Դիտվոր խառնարանից հարավ-արևմուտք գտնվում են երկու փոքրիկ պարագիտային խառնարաններ, որոնցից ըստ Լ. Կ. Կանյուշևսկու (3) արտահոսել են Դալյախլինի լավաները: Ըստ Վ. Ն. Կոտլյարի տվյալների, զլխավոր խառնարանի տրամագիծը հավասար է մոտ 530 մ., իսկ խորությունը—մոտ 150 մ., ըստ որում խառնարանն ունի ավելի շատ ձագարածկ քան թի ջրհորի տեսք, քանի որ նրա պատերը, հատկապես արևմտյան և հյուսիսային կողմից, թեթև դառնիվայր են (թեքություն անկյունը 40°-ից չի անցնում): Միայն արևելյան կողմից խառնարանի պատերն ավելի խիստ զսոթիված են, բայց ոչ ուղղաձիգ: Խառնարանում գտնվող հրաբխային փխրուն նստվածքները, հրաբխային ռումբերը և այլն, ինչպես նաև խառնարանի թարմ պահպանված լի-

նեղը վկայում են այն մասին, որ այդ հրաբուխը գործել է համեմատաբար ոչ շատ վաղ ժամանակներում: Դոյուլթյուն ունի նույնիսկ այսպիսի մի առասպել, որ իբր Մոզ հին քաղաքը, որը գտնվելիս է եղել Արփա գետի ափին, Մալիշկա գյուղից հալածվ, կործանվել է Դալիկ-Սար հրաբխի ժայթքման հետևանքով:

Մալիշկա գյուղում, նկարագրվող լավային ծածկոցի տակից բխում է թույլ կրային համ ունեցող ջրով սառնորակ աղբյուրների մի մեծ խումբ: Նման աղբյուրների համեմատաբար մի մեծ խումբ էլ գտնվում է Մալիշկա գյուղից մոտ 4 կմ. հարավ-արևելք, Արփա գետի ափին (հին Մոզ քաղաքի մոտ), որը նույնպես բխում է նշված լավային ծածկոցի և նրա տակ գտնվող էոցենի նստվածքային ապառների կոնտակտից: Աղբյուրների այս խմբի մոտ գտնվում է նաև հանքային ջրերի մի փոքրիկ աղբյուր:

Այդ աղբյուրների առաջացման գործում գլխավոր դերը խաղում են բեկորաձև անջատում ունեցող լավաները, որոնք կլանում են մթնոլորտային խոնավությունը և վերջինիս կուտակումից առաջացած ջրերը հոսելով լավային ծածկոցի տակի ջրամբոժ շերտերի մակերեսով, բխում են իբրև աղբյուրներ այնտեղից, որտեղ այդ լավաները հատվում են:

4. Սուր գագաթներով ջրբաժան լեռների գոտի. — Գտնվում է նկարագրվող շրջանի հյուսիս-արևելյան մասում, Այնաձոր-Էլփին-Հորտուն-Հորս գյուղերի տեղամասում: Այս մորֆոլոգիական կոմպլեքսի արևմտյան մեծ մասը կազմված է պլիոցենի (ըստ Ա. Հ. Դաբրինյանի) հրաբխային շերտախմբից, որն ունի խիստ խայտաբղետ պետրոգրաֆիական կազմություն (տուֆոբեկիտներ, տուֆոկոնգլոմերատներ, անգեզիտներ, դացիտներ, աղլոմերատային տուֆեր, պեմզային ավազներ և այլն) և որով պայմանավորված է այդ մասի ուլիթի խիստ մասնատված և բարդ լինելը: Այստեղ տիրապետող են բազմաթիվ անկանոն, խառը կերպով դասավորված փոքրիկ շղթաները և բլուրները. վերջիններս ունեն մեծ մասամբ սուր և շատ հաճախ թրջաձև գագաթներ: Այստեղ է գտնվում Գնդասար (Թոփ-Դաղ) գագաթը (2899 մ.), որն ամենաբարձր գագաթն է Արևմտյան Վայքում:

Նկարագրվող կոմպլեքսի արևելյան մասն ունի համեմատաբար համասեռ պետրոգրաֆիական կազմություն (տիրապետում են էոցենի անգեզիտները), այդ պատճառով ուլիթն այստեղ համեմատաբար քիչ է մասնատված:

5. Չանախչիի գոգավորությունը. — Գտնվում է Չանախչի և Զաֆարլու գյուղերի տեղամասում և կազմված է էոցենի մերգելա-լավային ապառներից: Մորֆոլոգիական տեսակետից սա իրենից ներկայացնում է մի ափսեանման գոգավորություն, որը լրիվ համապատասխանում է տվյալ վայրի տեկտոնական կառուցվածքին, որովհետև տեկտոնական տեսակետից սա իրենից ներկայացնում է մի սինկլինալ գոգավորություն: Հյուսիսային մասում, մերգելա-լավային ապառների տակից մակերես են դուրս գալիս միջին էոցենի բաց-դեղնավուն հոծ կրաքարերը, որոնք կտրվում են նկարագրվող գոգավորության հյուսիսային լանջը. վերջինիս անկումը դեպի հարավ կազմում է 40—45°, որը ճիշտ կերպով համապատասխանում է այդ լանջը կազմող կրաքարերի տեկտոնական անկմանը, իսկ հյուսիսային կողմից այդ լանջը խիստ, գրեթե ուղղաձիգ կերպով հատվում է շնորհիվ դիդյունկտիվ խախտման:

6. Սպիտակ սարի (Ազ-Դազ) կրաքարային մասերի—Գտնվում է Արևմտյան Վալդի հարավ-արևելյան մասում, Մալիշկա գյուղից արևելք։

Սարը հիմնականում կազմված է էոցենի հասակի կրաքարերից, բայց այստեղ կան նաև ավազաքարեր և կավեր։ Լեռան ամենահյուսիսային ծայրից (որտեղ գտնվում է գաղաթը—1893 մ.), ուելֆը միակողմանի կերպով իջնում է դեպի հարավ 30—35° անկյան տակ, որը համապատասխանում է շերտերի ընդհանուր անկմանը։ Հյուսիսային կողմից սարը զառիթափ անկում ունի և սահման է կազմում Դալիկ-Սարի հրաբխային սարահարթի հետ։

Սարը կազմող ապառների հոլմահարման նկատմամբ ունեցած տարբեր դիմացկունության շնորհիվ, էկզոգեն պրոցեսների գործունեության հետևանքով, սարի հարավային լանջը կտրտվելով հարավ-արևմտյան ուղղությամբ տարածվող մի քանի ձորակներով, վեր է ածվել դեպի հարավ փոքր անկում ունեցող, իսկ հյուսիսային կողմից խիստ, զբեթ ուղղաձիգ անկում ունեցող մի քանի թեք լանջերի, որոնք ընդհանուր տեսքով հիշեցնում են քուեստներ։

7. Իլրա-լեռնային սինկլինալային հովիտ.—Գրավում է Արևմտյան Վալդի կենտրոնական մասը, ընդգրկելով Մալիշկա-Միկոյան-Գետալի-Օրթաքենդ գյուղերի տեղամասը։ Իրենից ներկայացնում է լայնակի ուղղությամբ ձգվող մի սինկլինալային հովիտ, կազմված էոցենի հրաբխային ապառներից։ Ապառների լիթոլոգիական կազմության խիստ խառնադեպությամբ է պայմանավորված այն հանգամանքը, որ առաջին հայացքից թվում է, թե այս շրջանն իրենից ներկայացնում է բուսականությունից զուրկ, փոքր լեռնաշղթաների ու բլուրների մի քառս։ Սակայն ավելի ուշագիտելի է իրենից կարելի է նկատել, թե ինչպես միկրոռելիֆի տարբեր ձևերը սերտ կերպով պայմանավորված են տվյալ վայրը կազմող ապառների տարբեր լիթոլոգիական կազմությամբ։

Հովտի արևելյան մասում տիրապետում են տուֆիտները, տուֆածին ավազաքարերը, որոնք տեղադրված են շերտերով և ունեն հյուսիս-արևելքից դեպի հարավ-արևմուտք ընդհանուր անկում։ Վերջինիս համապատասխան ուելֆն էլ այս մասում արտահայտված է բազմաթիվ, դեպի հարավ-արևմուտք անկում ունեցող լանջերով։ Ուելֆի այս պատկերը մի քիչ բարդանում է նրանով, որ այդ նույն ուղղությամբ տարածվող բավական խոր և նեղ ձորակները հատում և մասնատում են վերը նշված թեք լանջերը։

Հովտի արևմտյան մասում տիրապետում են տուֆոկոնգլոմերատները, տուֆորբեկչիաները և մասամբ անդեզիտները, որոնք խիստ տարբեր աստիճանի են ենթարկված էկզոգեն գործոնների ազդեցությանը։ այդ պատճառով ուելֆն էլ այս մասում ունի մանր բլրային տեսք, ընդ որում բլուրները դասավորված են խիստ անկանոն կերպով։

Համեմատաբար հարթ ուելֆ ունի Օրթաքենդ գյուղի տեղամասը, որտեղ էոցենի վերը նշված ապառները ծածկված են պրոլյուվիալ և դելյուվիալ նստվածքներով։

Հովտի ամենարևելյան մասում, Մալիշկա գյուղից մոտ 1,5 կմ. հյուսիս գտնվող Դրավի Ձորում բխում է մի փոքրիկ հանքային աղբյուր, որն Արզնի հանքային ջրի համն ունի։

8. Թեֆասարի (Թեֆե-Դոլղուրանի) բարձր լեռնային զանգված.— Թեֆեի տեսակետից սա իրենից ներկայացնում է մի մեծ, ուռուցիկ մասսիվ, որը գտնվում է վերը նկարագրված հովտից հյուսիս։ Ամենաբարձր գագաթը Թեֆասարն է 2893,8 մ. բարձրությամբ։ Այս զանգվածը կազմված է էոցենի հրաբխային ապառներից, որոնք մասսիվի գագաթային մասում հատվում են ինտրուզիվ ապառներով, որոնց հետ կապված է Ղազմայի բազմամետաղ հանքավայրը։ Հյուսիսային կողմից զանգվածը խիստ դառիթափ իջնում է դեպի Եղեգիսի ձորը, իսկ դեպի հարավ նրա լանջը համեմատաբար փոքր թեքությամբ է իջնում՝ համապատասխան այդ լանջը կազմող ապառների անկմանը։ Արևելյան կողմից զանգվածն աստիճանաբար ցածրանալով մոտենում է Դալիկ-Սարի սարահարթին։

Թեֆասար գագաթից ճառագայթաձև ձգվում են բազմաթիվ, համեմատաբար խոր և նեղ ձորակներ, որոնք ավելի բարդացնում են զանգվածի մորֆոլոգիան։

Զանգվածի գագաթային մասում աճում է փարթամ, ալպիական տիպի բուսականություն, որի հետևանքով այդ մասը Միկոյանի շրջանի մի քանի գյուղերի համար քոչավայր է համարվում։

9. Վայք լեռնաշղթայի հյուսիսային լանջը.— Ձգվում է Արփա գետի հովտից հարավ, գրեթե լայնակի ուղղությամբ։ հիմնականում կազմված է էոցենի հրաբխածին ապառներից, իսկ որոշ տեղերում (գլխավորապես ջրբաժան գծին մոտ մասերում), նաև կավճային և պալեոգոյան ապառներից։ Մի քանի դարավանդանման աստիճաններով իջնում է դեպի Արփա գետը, ընդ որում լանջի ընդհանուր թեքությունը համապատասխանում է լանջը կազմող շերտերի տեկտոնական անկմանը։ Այս լանջը հաճախ մասնատված է հարավից-հյուսիս ձգվող խոր և նեղ, երբեմն ուղղաձիգ պատեր ունեցող ձորերով։ Նրանցից մեկում, Ենգիջա գյուղից հյուսիս-արևելք գտնվող այսպես կոչվող Դլավի Ձորում, բխում է հանքային աղբյուրների համեմատաբար փք մեծ խումբ, որը կապված է վերին կավճային կրաքարերի հետ։

10. Սուլեմ (Սելիմ) գետի ավազան.— Սա իրենից ներկայացնում է մի թասանման հովիտ, որը գտնվում է նկարագրվող շրջանի հյուսիսային մասում։ Հովտի լանջերը բազմաթիվ մանր ձորակներով մասնատված են առանձին մանր լեռնաբազուկների, որոնք ձգվում են նրա լանջերից դեպի նրա կենտրոնական մասով հոսող Սուլեմ գետը։ Վերջինս սկսվում է Սուլեմի լեռնանցքից և հոսելով հարավային և ապա հարավ-արևելյան ուղղությամբ, Շատին գյուղից հարավ թափվում է Եղեգիս գետը։

Հովտի հարավ-արևմտյան լանջերի որոշ տեղերում գտնվում են փոքրիկ թփուտներից կազմված անտառակներ։ Սուլեմի լեռնանցքից հյուսիս գտնվող մասը (Այրիջա գետի հովիտը), որ ծածկված է փարթամ, ալպիական բուսականությամբ, ամառվա ամիսներին Արաքսի հովտից դեպի իրեն է գրավում հսկայական քանակությամբ ոչխարի հոտեր։

11. Պալեոգոյան-կավմային լեռների զոնա.— Հարավից և հարավ-արևմուտքից Արևմտյան Վայքը սահմանափակվում է իրար գրեթե զուգահեռ ձգվող լեռնաշղթաների մի խմբով՝ կազմված գլխավորապես պալեոգոյան կավճային հստակ ապառներից։ Այդ լեռնաշղթաները մեծ մասամբ տարածվում են արևելքից դեպի արևմուտք և գտնվում են Նախիջևանի ինքնավար Ռեսպուբլիկայի սահմաններում։

Վերը նշված լեռնաշղթաները հաճախ ենթարկված են դիզյունկտիվ խախտումների, որով պայմանավորված է նրանց հյուսիսային լանջերի խիստ զառիթավ լինելը:

Հայկական ՍՍՌ Գիտ. Ակադ.

Գեոլոգ. Գիտությունների Ինստիտուտ

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. В. Н. Котляр—Геолог. очерк восточ. части Даралагезского уезда ССР Армении. Мат. по общ. и прикл. геол., вып. 136, 1930.
2. А. Кржечковский—Геолог. очерк западной части Даралагезского уезда ССР Армении. Мат. по общ. и прикл. геол. вып. 136, 1930.
3. Л. К. Конюшевский—Потухший вулкан Далик-тапа. Изв. Кавк. отд. геогр. общ. т. XXIII, № 1. 1915.
4. С. С. Кузнецов—Вопросы геоморфологии Закавказья. Геология СССР, т. X, Закавказье, ч. 1, геолог. описание, 1941.
5. К. Н. Паффенгольц—Бассейн р. Восточный Арпа-чай. Геолог. очерк. Тр. Всесоюз. геол.-разв. объедин., вып. 219, 1934.
6. А. А. Рейнгард—Геоморфолог. расчленение Закавказья. Геология СССР, т. X, Закавказье, ч. 1, геол. описание, 1941.
7. Н. Д. Салацкий—Очерк орографии и геологии Кавказа. Зап. Кавк. отд. Русск. Геогр. Общ., кн. VII, вып. 1, 1866.
8. И. С. Шукин и А. Шукина—Очерки Армянского нагорья. Землеведение, т. XXIX, вып. 1—2, 1927.

А. А. Габриелян, В. П. Асратян, А. А. Асатрян

К геоморфологии Западного Вайка (Даралагеза)

Р е з ю м е

Западный Вайк в морфологическом отношении характеризуется чрезвычайно сильно расчлененным рельефом, представляющим типичную для Армении картину горной страны. Здесь можно выделить 11 геоморфологических комплексов (см. карту), отличающихся друг от друга своеобразным характером рельефа, обусловленным различным характером взаимодействия между внутренним строением земной коры и внешними агентами.

1. *Долина реки Арпа*—продольная, узкая, аллювиальная долина, протягивающаяся по берегам реки, от разв. села Сойлан на востоке до с. Эртич на западе.

2. *Айнадзорская наклонная равнина*—занимает участок, расположенный между с.с. Айнадзор-Арпа-Элпин. Восточная часть равнины имеет плоскую и ровную поверхность с общим моноклиальным падением рельефа с севера на юг. Здесь равнина сплошь сложена плейстоценовыми галечниками флювио-гляциального происхождения. Западная часть равнины действиями эрозионных агентов расчленена рядом мелких, неглубоких оврагов, тянущихся с севера на юг.

3. *Лавовое плато Далик-Сара*—примыкает к исследованному району с востока, где оно упирается в известняковый массив Спитак-Сар у с. Малишка и охватывает указанный массив кольцом, прерванным лишь с юго-запада. Плато сложено четвертичными лавами типа В (по К. Н. Паффенгольцу). Поверхность его имеет слабо холмисто-волнистый рельеф, с общим падением с севера на юг, что соответствует падению древнего рельефа. На вершине плато расположен кратер вулкана, имеющий весьма правильную форму усеченного конуса, типичную для вулканов новейшего времени.

4. *Полоса островершинных водораздельных гор*—расположена в западной и северо-западной частях исследованного района. Эта полоса сложена, главным образом, вулканогенной толщей плиоцена (по А. А. Габриеляну)*, имеющей пестрый петрографический состав, чем обусловлен сильно расчлененный и сложный характер рельефа. Преобладают островершинные пирамидообразные холмы.

5. *Чанахчинская котловина*—сложена глинисто-мергелистыми породами эоцена. В морфологическом отношении представляет собой чашеобразную котловину, соответствующую синклинальной складке данного участка.

6. *Известняковый массив г. Спитак-Сар*.—В восточной части исследованного района расположен массив горы Спитак-Сар, сложенный толщей известняков, песчаников и глин эоценового возраста. От вершины горы Спитак-Сар поверхность рельефа моноклинально падает к югу, а с севера гора круто обрывается и соприкасается с вулканическим плато Далик-Сара.

7. *Холмисто-гористая синклинальная долина*—занимает центральную часть Западного Вайка. Это—продольная синклинальная долина, сложенная, главным образом, вулканогенными породами среднего эоцена. Пестрым литологическим составом пород обусловлен чрезвычайно сильно и неравномерно пересеченный рельеф, производящий, на первый взгляд, впечатление хаотически расположенных мелких горных цепей, лишенных растительности.

8. *Высокогорный массив Текасар (Теке-Долдуган)*—это большой вздутый массив, расположенный к северу от вышеописанной долины, сложенной вулканогенными породами среднего эоцена. С севера и запада массив круто обрывается к реке Ехегис (Алаяз), а в южном направлении поверхность его падает моноклинально к югу—соответственно падению слоев, слагающих массив.

9. *Северный склон Вайкского хребта*—тянется почти в широтном направлении к югу от долины реки Арпа и несколькими террасообразными ступенями спускается к реке.

10. *Бассейн реки Сулем (Селим)*—представляет собой циркулообразную долину, расположенную в северной части исследованного

* Олигоценного возраста по К. Н. Паффенгольцу.

района. Склоны долины многочисленными мелкими ущельями прорезаны на отдельные гребни, протягивающиеся с юго-запада и северо-востока к реке Сулем.

11. Зона палеозойско-меловых хребтов—ограничивает исследованный район с юга и юго-запада. Это—целая группа мелких гребней, протягивающихся часто параллельно друг другу и входящих в пределы Нахичеванской АССР.

A. H. Gabrielian, V. P. Asratian and H. A. Asatrian

Contribution to the Geomorphology of the Western Vayk (Daralaghez) Armenia

S u m m a r y

The Western Vayk is characterised in its morphology by a highly complicate relief, representing a mountainous country, a very typical picture for Armenia.

Eleven geomorphological complexes may be recorded here (see map), differing by their peculiar relief features and conditioned by the different characters of the dependence between the inner structure of the earth crust and the outer agents.

1. Arpa river valley.
2. Aynadzor sloping plain.
3. Lava plateau Dalik-Sar.
4. Band of water-shed pike-mountains.
5. Chanakhchy mould.
6. Limestone massif Spitak-Sar (Akh-Dagh).
7. Hilly-mountainous synclinal valley.
8. Highland massif Tekessar (Teke-Douldouran).
9. Northern slope of the Vayk-range.
10. Bassin of the Sulem (Selim) river.
11. Zone of paleozoic-cretaceous ridges.

МИНЕРАЛОГИЯ и ПЕТРОГРАФИЯ

Л. А. Варданянц

Член-корреспондент Академии Наук Армянской ССР

**О стереоконоскопическом методе и о его
 отношении к федоровскому методу**

Теоретической основой стереоконоскопического метода является общеизвестное правило Френеля, согласно которому сечение кристалла (перпендикулярное к оптической оси микроскопа) будет в положении угасания, если биссектриса угла между двумя плоскостями, проходящими через нормаль к этому сечению и через оптические оси, совпадает с главным сечением поляризатора или анализатора.

Нами разработаны с большей или меньшей детальностью шесть вариантов метода: нормальный, диагональный, радиальный, вращательный и др., из числа которых только два — нормальный и диагональный — имеют практическую ценность. Остальные варианты, теоретически также вполне безупречные, не дают на практике достаточно хороших результатов, частью в силу особенностей самого варианта, частью же вследствие несоответствия конструкции микроскопа требованиям данного варианта метода.

Для нормального и диагонального вариантов стереоконоскопического метода общее уравнение имеет следующий вид:

$$2F = 2 \arctg \left\{ \frac{\cos x}{\cotg i \cos y - \sin y \sin x} \right\} -$$

$$- \arctg \left\{ \frac{\sin SE \cos \varphi - \cos SE \sin \varphi}{\cotg(\psi + v) \sin SE - \cos SE (\cos SE \cos \varphi + \sin SE \sin \varphi)} \right\} -$$

$$- \arctg \left\{ \frac{\sin SE \cos \varphi - \cos SE \sin \varphi}{\cotg(\psi - v) \sin SE - \cos SE (\cos SE \cos \varphi + \sin SE \sin \varphi)} \right\} \quad (1)$$

где:

$$\sin SE = \sqrt{1 - (\sin y \cos i + \cos y \sin i \sin x)^2} =$$

$$= \sqrt{(\sin y \sin i - \cos y \cos i \sin x)^2 + \cos^2 x \cos^2 y};$$

$$\cos SE = \sin y \cos i + \cos y \sin i \sin x;$$

$$\sin SEK = \frac{\cos x \cos y}{\sqrt{(\sin y \sin i - \cos y \cos i \sin x)^2 + \cos^2 x \cos^2 y}};$$

$$\cos \text{SEK} = \frac{\sin y \sin i - \cos y \cos i \sin x}{\sqrt{(\sin y \sin i - \cos y \cos i \sin x)^2 + \cos^2 x \cos^2 y}};$$

F—угол между двумя плоскостями, одна из которых проходит через вектор S (перпендикулярный к исследуемому сечению) и ось север=юг, а другая—является биссектрисой угла между плоскостями, проходящими через вектор S и через одну и другую оптическую ось;

S—вектор, перпендикулярный к исследуемому сечению;

E—линия пересечения плоскости шлифа с плоскостью оптических осей;

SE—дуга на сфере между векторами S и E;

SEK—угол на сфере между дугами SE и EK;

i=EK—дуга на сфере между векторами K и E;

K—ось север=юг;

φ—угол между плоскостью шлифа и плоскостью оптических осей;

ψ—дуга на сфере между вектором E и той биссектрисой, относительно которой измеряется угол оптических осей;

V—или 2V—угол оптических осей;

x—угол наклона шлифа влево (+) и вправо (—) с помощью оси север=юг;

y—угол наклона шлифа к себе (+) и от себя (—) с помощью оси восток=запад.

Таким образом общее уравнение нормального и диагонального вариантов стереоконоскопического метода представляет непрерывную функцию шести переменных, которые определяют:

2V—характеристику кристалла,

φ и ψ—ориентировку исследуемого сечения,

i—положение шлифа на внутреннем круге федоровского столика,

x и y—положение шлифа в оптической системе микроскопа и федоровского столика.

В силу этого уравнение (1) является универсальным уравнением федоровского метода для всех тех случаев, когда исследование производится посредством наблюдения положений угасания кристалла, и это уравнение применимо к любому сечению всякого (как одноосного, так и двуосного) кристалла.

При нормальном варианте метода, оси север=юг и восток=запад неизменно совпадают с главными сечениями поляризатора и анализатора, поэтому в уравнении (1) должно быть $F=0^\circ$ или $F=90^\circ$, т. е. $\text{tg} 2F=0$. При диагональном варианте оси север=юг и восток=запад неизменно расположены диагонально (под 45°) к главным сечениям поляризатора и анализатора, и в этом случае в уравнении (1) должно быть $F=45^\circ$ или $F=135^\circ$, т. е. $\text{tg} 2F=\infty$.

Приемы работы при исследовании кристалла для нормального и диагонального вариантов одинаковы. Устанавливаем федоровский

столик в положение, соответствующее принятому варианту, и сохраняем это положение неизменным. После этого устанавливаем внутренний круг федоровского столика в некоторое положение и, сохраняя это положение неизменным, наклоняем шлиф на разные углы сначала вправо и влево, а затем для каждого такого наклона дополнительно наклоняем шлиф к себе и от себя (или в обратной последовательности движений, сначала к себе и от себя, а затем в каждом случае дополнительно вправо и влево). Этим путем мы совмещаем с осью микроскопа последовательно все векторы индикаторы и фиксируем те из них, которые соответствуют угасающему положению шлифа. Спроектировав все такие „угасающие“ векторы на обычную стереографическую диаграмму и соединив проекции плавными кривыми, получим первую элементарную стереофигуру кристалла. После этого поворачиваем внутренний круг федоровского столика на тот или иной угол и строим с помощью тех же приемов вторую элементарную стереофигуру и т. д. Совокупность нескольких элементарных стереофигур дает полную стереофигуру, где узловые точки пересечения ветвей элементарных стереофигур дают проекции оптических осей.

Анализ уравнения (1) показывает, что вся зона сечений, параллельных какому либо вектору кристалла (совмещенному с осью север=юг), дает одну и ту же элементарную стереофигуру, но повернутую вокруг оси север=юг на угол, характеризующий положение зоны по отношению к этой оси. Эта особенность позволяет построить теоретические элементарные стереофигуры любых сложных сечений путем приведения их к нескольким простым, исследование которых не представляет затруднений.

Стереофигуры нормального варианта имеют очень большое сходство с фигурами обычного коноскопического метода, для диагонального же варианта сходство это менее полное. Во всяком случае, в обоих этих вариантах главным элементом является крестообразное (под 90°) пересечение ветвей стереофигуры, возникающее для некоторого момента путем соединения изогнутых ветвей стереофигуры при сближении их выпуклых частей.

Существенной особенностью полных стереофигур обоих вариантов являются общие внешние узловые точки, расположенные на основном круге диаграммы. В этих точках, число которых и местоположение зависит от характера кристалла и от ориентировки исследуемого сечения, пересекаются ветви всех элементарных стереофигур.

Теоретические элементарные стереофигуры любого сечения одноосного кристалла могут быть построены для обоих вариантов метода графически (без всяких вычислений), притом очень точно, в течение всего лишь одной—двух минут. Построение производится на основе теории внешних общих узловых точек. Для двuosных кристаллов построение теоретических элементарных стереофигур

Известия 1—4

также не представляет затруднений и может быть выполнено в течении немногих минут, притом тоже с очень большой точностью. Для этого нужно построить элементарные стереофигуры двух сопряженных одноосных кристаллов, оптические оси которых совпадают с биссектрисами двусосного кристалла. Стереофигура двусосного кристалла всегда занимает промежуточное положение между стереофигурами одноосных сопряженных кристаллов, причем ее ветви всегда должны проходить через характерные точки пересечения главных сечений индикатрисы двусосного кристалла со стереофигурами одноосных и через внешние общие узловые точки, если таковые имеются в исследуемом случае.

В обычном федоровском методе стандартным и в то же время основным приемом работы является отыскание осей и главных сечений индикатрисы, производимое путем совмещения осей индикатрисы с осью восток=запад. Для момента такого совмещения общее уравнение нормального и диагонального вариантов стереоконоскопического метода значительно упрощается, так как в этом случае мы имеем $i=0^\circ$ и $\varphi=90^\circ$, если с осью восток=запад совмещена ось Nm , и $i=90^\circ$ и $\varphi=0^\circ$ —если с осью восток=запад совмещена одна из биссектрис.

В первом случае уравнение (1) приводится для нормального варианта к следующему виду

$$\sin x \{2\cos x - \cotg y [\cotg(\psi+v) + \cotg(\psi-v)]\} = 0 \quad (2)$$

и дает два решения. Первое решение— $\sin x=0$ или $x=0^\circ$ —представляет дугу большого круга, проходящую через проекции оси север=юг. Второе решение дает

$$\cos x = 0,5 \cotg y [\cotg(\psi+v) + \cotg(\psi-v)],$$

где выражение в квадратных скобках является величиной постоянной для каждого данного шлифа. На диаграмме второе решение представляет замкнутую кривую, проходящую через одну проекцию оси север-юг, и вместе с тем симметричную относительно дуги большого круга первого решения и не пересекающую экватора диаграммы, причем кривая эта расположена по ту сторону от экватора, где оптическая ось ближе к краю диаграммы (рис. 1).

Во втором случае, когда с осью восток=запад совмещена одна из биссектрис, уравнение (1) приводится к виду

$$\sin x [2\cos x (\cotg^2 v + \sin^2 \varphi) - \cotg y \sin 2\varphi] = 0 \quad (3)$$

и тоже дает два решения: первое из них дает, как и в первом случае, $\sin x=0$ или $x=0^\circ$, т. е. ту же дугу большого круга. Второе

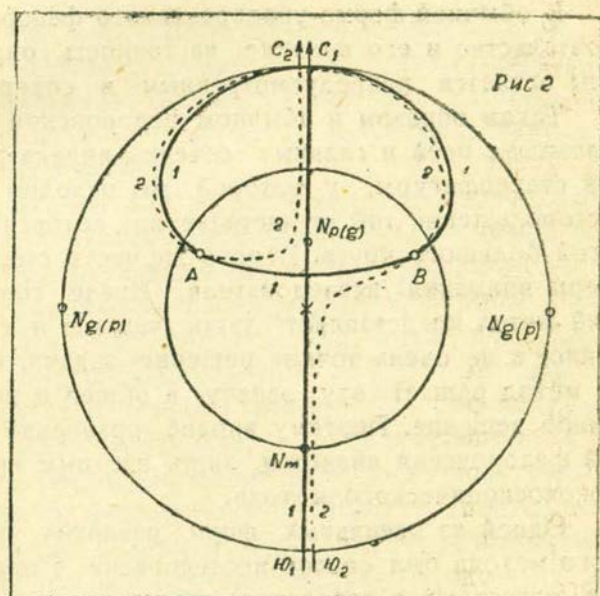
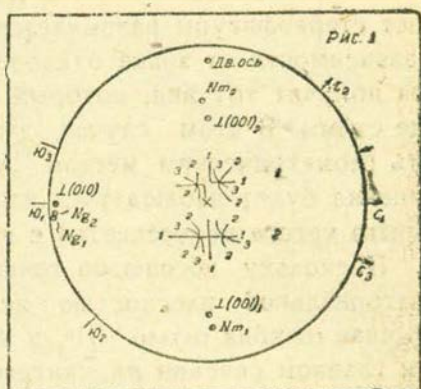
$$\text{решение дает } \cotg y = \frac{(2\cotg^2 v + \sin^2 \varphi)}{\sin 2\varphi} \cos x,$$

где дробное выражение в правой части является величиной постоянной для каждого данного шлифа. На диаграмме второе решение представляет замкнутую кривую, проходящую через одну проекцию оси север=юг и через проекции обеих оптических осей, притом симметричную относительно дуги большого круга первого решения и не пересекающую экватора диаграммы (рис. 2).

Первое решение — $\sin x = 0$ и $x = 0^\circ$ — полученное в обоих случаях, соответствует тому сохраняющемуся угасанию при наклоне шлифа к себе и от себя, посредством которого мы отыскиваем в обычном федоровском методе главное сечение индикатрисы. Суще-

ствование же второго решения — замкнутой кривой — в обычном федоровском методе совершенно не учитывается.

Таким образом в тех случаях, когда одна из осей индикатрисы совмещена с осью восток=запад, стереофигура должна состоять из меридиональной дуги большого круга и замкнутой кривой, пересекающихся под 90° в двух точках, одна из которых находится внутри диаграммы, а вторая совпадает с проекцией оси север=юг. Теория стереоконоскопического метода показывает, что крестообразное пересечение ветвей



Сплошные линии представляют стереофигуры двучастных кристаллов для тех случаев, когда с осью восток=запад точно совмещена ось Nm (рис. 1) или одна из биссектрис (рис. 2). Пунктирные линии представляют стереофигуры для тех случаев, когда совмещение этих осей индикатрисы с экваториальной плоскостью не совсем точное (с ошибкой около $\pm 2^\circ$). А и В — оптические оси, стрелки с буквами С — Ю — положение оси север=юг для соответствующих стереофигур. Внутренний круг показывает предел видимости (поле зрения) федоровского столика.

стереофигуры, находящееся внутри диаграммы, реагирует очень чувствительно на точность совмещения оси индикатрисы с экваториальной плоскостью. Как только ось индикатрисы отклонится от такого совмещения хотя бы даже на доли градуса, так сейчас же крест стереофигуры разрывается по одной или по другой диагонали (в зависимости от знака отклонения оси индикатрисы), и стереофигура получит тот вид, который показан на рис. 1 и 2 пунктиром в виде схемы. В этом случае дуга большого круга уже перестает быть геометрическим местом „угасающих“ векторов, и полное затемнение будет наблюдаться вдоль дуги только там, где она после разрыва креста пересекается с ветвями стереофигуры.

Поскольку абсолютно точное совмещение оси индикатрисы с экваториальной плоскостью является практически невозможным (обычная ошибка около $\pm 1^\circ$, а иногда и до $\pm 2^\circ$), постольку в искомом главном сечении индикатрисы угасание не будет сохраняющимся и обязательно будет иметь место заметное просветление около того места, где должен был бы находиться крест идеальной стереофигуры.

В обычной форме универсального федоровского метода это обстоятельство и его влияние на точность определения оси индикатрисы остается непредусмотренным и совершенно не учитывается.

Таким образом в обычном федоровском методе мы определяем положение осей и главных сечений индикатрисы с помощью неполной стереофигуры, у которой мы находим лишь приблизительное местоположение той ее части (ветви), которая в теории должна быть дугой большого круга. Вторая же часть стереофигуры остается вне сферы внимания исследователя. Иначе говоря, обычный федоровский метод представляет лишь частное и к тому же только упрощенное и не очень точное решение задачи. Стереоконоскопический же метод решает эту задачу в общей и полной ее форме и дает точное решение. Поэтому вполне правильно заключение, что обычный федоровский является лишь частным применением теории стереоконоскопического метода.

Одной из начальных форм развития универсального федоровского метода был способ исследования с помощью оптических кривых, известный в литературе также под названием способа кривых угасания. Этот способ совершенно тождествен вращательному варианту стереоконоскопического метода, а теория данного метода показывает, что этот вариант является наименее удачным и наименее пригодным в практическом отношении. Это обстоятельство обусловлено тем, что при вращательном варианте в центре всех стереофигур, т. е. в центре диаграммы, обязательно присутствует узловая точка пересечения ветвей всех элементарных стереофигур. Наличие такой узловой точки чрезвычайно затрудняет точное построение стереофигур, особенно если одна или обе оптические оси кристалла проектируются вблизи центра диаграммы. В иной формули-

ровке нормаль к шлифу при вращательном варианте всегда ведет себя как оптическая ось. Следовательно при этом варианте исследование нужно проводить как бы в кристалле с тремя оптическими осями, взаимное расположение которых меняется в зависимости от ориентировки сечения.

Теория и практика стереоконоскопического метода показывают, что чем больше расстояние между узловыми точками внутри диаграммы, т. е. чем больше угол оптических осей кристалла, тем легче и точнее может быть определено местонахождение этих узловых точек. По этому при вращательном варианте для получения положительных результатов в минералах с малым углом оптических осей необходимо отказываться от исследования разрезов более или менее поперечных к острой биссектрисе, выбирая разрезы косые, в которых угол между острой биссектрисой и нормалью к шлифу значительно больше, чем угол оптических осей. Таким образом вращательный вариант при изучении минералов с малым углом оптических осей может быть использован лишь в таких шлифах, которые являются наименее благоприятными для оптического исследования.

Вполне понятно, что при всех указанных отрицательных условиях способ кривых угасания, тождественный вращательному варианту стереоконоскопического метода, не мог дать достаточно положительных результатов, и поэтому он не получил сколько нибудь широкого применения на практике.

Способ кривых угасания был разработан тогда, когда федоровский столик имел примитивную конструкцию лишь с двумя осями вращения (внутренняя вертикальная и ось восток=запад), из которых полярной осью, т. е. линией полюсов координатной системы служила внутренняя вертикальная ось. Впоследствии была добавлена ось север=юг, которая в координатной системе новой конструкции федоровского столика заняла место полярной оси. Все дальнейшее развитие федоровского метода происходит уже на основе этой именно координатной системы, обеспечивающей полную свободу движения и ориентировки шлифа по отношению к оптической системе микроскопа. В нормальном и диагональном вариантах стереоконоскопического метода принята эта же система координат, поэтому общее уравнение метода для этих вариантов является вместе с тем и универсальным уравнением федоровского метода для всех тех случаев, когда исследование производится посредством наблюдения положений угасания кристалла.

В настоящее время способ кривых угасания, разработанный Е. С. Федоровым, упоминается во всех руководствах в числе общепризнанных методов исследования. Поскольку этот способ является лишь одним из вариантов стереоконоскопического метода, притом наименее удачным и применимым на практике, постольку нужно признать необходимым и вполне целесообразным признание также и

стереоконоскопического метода, который, как это выяснено выше, является вместе с тем и общей формой универсального федоровского метода.

Լ. Ա. Վարդանյանց

ՀՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի բարակից-անդամ

ՍՏԵՐԵՈԿՈՆՈՍԿՈՊԻԿ ՄԵԹՈԴԻ ԵՎ ՆՐԱ ՀԱՐԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ ՖՅՈԴՈՐՈՎՅԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ՆԿԱՏՄԱՄԲ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Համառոտ կերպով արված է ստերեոկոնոսկոպիկ մեթոդի թերրիան և նրա համեմատությունը ֆյոդորովի մեթոդի և մարման կորերի ֆյոդորովյան մեթոդի հետ:

Մաթեմատիկական անալիզի օգնությամբ ցույց է տրված, որ ֆյոդորովյան մեթոդն իր սովորական ձևով տալիս է թերի և մոտավոր լուծումն այն խնդրի, որը ստերեոկոնոսկոպիկ մեթոդով լուծվում է լրիվ և ճշգրիտ ձևով:

Մարման կորերի մեթոդը նույնպես հանդիսանում է ստերեոկոնոսկոպիկ մեթոդի միայն մասնավոր մի ձևը՝ լինելով նույնանիշ նրա պատման վարիանտին:

Այսպիսով, առաջարկվող ստերեոկոնոսկոպիկ մեթոդը հանդիսանում է ֆյոդորովյան ունիվերսալ մեթոդի ընդհանուր ձևը:

L. A. Vardanianz

Correspondent-Member of the Academy of Sciences of the Armenian SSR

On the Stereoconoscopic Method and on its Relation to the Fedoroff's Method

S u m m a r y

In the present article is given in brief the theory of the stereoconoscopic method, and its comparison with the Fedoroff's method, as well as with the method of extinction curves of E. St. Fedoroff. By the aid of mathematic analysis the writer shaws, that the Fedoroff's method, in its usual form, permits only an incomplete and approximative solution of the problem, which may be solved by means of the stereoconoscopic method in a complete and exact form.

The method of extinction curves is also a private form only of the stereoconoscopic method, being identical to its revolving variant. Thus, the stereoconoscopic method represents the general form of the universal Fedoroff's method.

МИНЕРАЛОГИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

Л. А. Варданянц

Член-корреспондент Академии Наук Армянской ССР

**О санидинах в липаритах Тырнауза на
Северном Кавказе**

(Опыт стереоконоскопического исследования)

В настоящей статье изложены результаты изучения оптических свойств существенно калиевых полевых шпатов в липаритах Тырнауза. Угол оптических осей и оптическая ориентировка определялись стереоконоскопическим методом. Установлено, что этот минерал является в большинстве случаев действительно моноклинным санидином и что реже он представлен триклинным анортотоклазом, причем угол оптических осей в среднем равен в них $15,5^\circ$ в крупных фенокристаллах и 21° в мелких. Минерал этот описывался до сих пор как почти одноосный, и его точная оптическая ориентировка оставалась не установленной.

Щелочные полевые шпаты, присутствующие в виде фенокристов в липаритах Тырнауза, были в 1938 и 1940 г.г. описаны кратко С. П. Соловьевым и автором данной статьи. По С. П. Соловьеву (2), они характеризуются малым углом оптических осей, „величина которого лишь иногда поднимается выше 30° , достигая 37° “. Кроме того, „нередко эти полевые шпаты ведут себя почти как одноосные кристаллы, причем имеют всегда отрицательный оптический знак. Далеко не во всех случаях кристаллы описываемых полевых шпатов имеют отчетливый моноклинный характер, нередко наблюдаются небольшие отклонения“. Светопреломление их, по С. П. Соловьеву, равно: $N_p = 1.519 \pm 0.001$, $N_m = 1.523 \pm 0.001$ и $N_g = 1.524 \pm 0.001$ (измерено на рефрактометре). По химическому составу крупные фенокристы содержат ортоклазовую молекулы $75,74\%$, альбитовой— $22,51\%$ и анортитовой— $1,75\%$, при соотношении $K_2O:Na_2O$ весовом как 12,19:2,55 и молекулярном—130:41. По всем этим данным С. П. Соловьев определяет эти полевые шпаты как санидин.

По исследованиям автора настоящей статьи, произведенным до 1941 г. (1), мелкие фенокристы этих полевых шпатов характеризуются в среднем углом оптических осей около 23° . В отношении химического состава минерала, пересчеты, сделанные автором на основе валового химического состава породы и подсчета ее минералогического состава показывают, что в среднем для всей породы этот минерал характеризуется весовым соотношением $K_2O:Na_2O$ близким к 4:1 (соответствующие материалы не были опубликованы).

Таким образом до 1946 г. было установлено лишь то, что данный минерал является существенно калиевым полевым шпатом и что по его оптическим свойствам он близок к сангидину. Принадлежность же минерала к моноклинной сингонии оставалась не установленной.

В 1946 г. нами было выполнено специальное оптическое исследование этих полевых шпатов с помощью стереоконоскопического метода. В качестве материала были использованы частью нормальные шлифы липаритов Тырнауза, частью же специально изготовленные ориентированные шлифы из крупных фенокристов, собранных автором на месторождении в 1938—1939 г.г.

В шлифах пород были исследованы мелкие фенокристы, размеры которых не превышают 1—2 мм. При этом в шести шлифах было сделано 14 измерений, давших для $2V$ следующие значения (сокращения: мон.—моноклинный, тр.—триклинный, дв.—двойник по:).

№ шлифа— $2V$ ориентировка	№ шлифа — $2V$ ориентировка
10—350 . . 10° . . мон.	10—411 . . 22° . . мон.
10—350 . . 12° . . тр. ?	10—411 . . 14° . . тр.
10—350 . . 20° . . мон.	10—412 . . 24° . . тр.
10—386 . . 20° . . мон.	10—412 . . $\left. \begin{matrix} 30^\circ \text{ мон.} \\ 36^\circ \text{ мон.} \end{matrix} \right\}$ дв.
10—386 . . 18° . . мон.	
10—386 . . 14° . . тр. ?	10—413 . . 32° . . мон.
10—410 . . 14° . . мон.	10—413 . . 31° . . мон.

В среднем это дает $2V \cong -21^\circ$, причем в 71% случаев минерал имеет почти точную моноклинную ориентировку оптической индикатрисы. Последнее устанавливается по совпадению (в пределах ± 5 — $\pm 7^\circ$) оси Ng с полюсом одной из спайностей.

В 1938 г. менее точным способом в других шлифах тех же липаритов было сделано 38 измерений угла $2V$, давших значения от $2V = -10^\circ$ до $2V = -40^\circ$, а в среднем около $2V = -23^\circ$, причем больше половины случаев показали оптическую ориентировку минерала очень близкую к моноклинной. Результаты старых и новых наблюдений, таким образом, вполне совпадают.

Тогда же, в 1938 г., было измерено в шлифах двупреломление этого минерала, причем толщина шлифа определялась по кварцу, а разность хода лучей кварцевым клином. Всего было сделано 19 измерений, давших следующие значения Ng—Nr.

0.0040	0.0056	0.0060	0.0060	0.0070
0.0053	0.0056	0.0060	0.0060	0.0070
0.0054	0.0057	0.0060	0.0063	0.0070
0.0055	0.0058	0.0060	0.0065	

В среднем это дает Ng—Nr=0,00593 $\cong$ 0,006.

При всех этих исследованиях было встречено несколько двойников по [001] с плоскостью срастания по (010), один двойник по $\perp(001)$ и один двойник, повидимому, по [100] или по $\perp(100)$.

Крупные фенокристы, исследованные в 1946 г., были взяты в количестве 31 шт. Внешняя форма кристаллов вполне обычная для кали=натрового полевого шпата. Если кристалл без двойников, то форма его призматическая, удлиненная по оси [100], с поперечным сечением около 1×1 и до 1.5×1.5 см, при длине до 2—4 см. Кристаллы с так называемыми карлсбаскими двойниками, встречающиеся очень часто, всегда имеют таблитчатую форму по (010), несколько удлиненную по оси [001], и размеры таких кристаллов от 2×3 до 3×5 см в плоскости (010) и до 1—1.5 см в поперечном направлении. Такие двойники можно толковать также и как двойники по $\perp[001] \parallel (010)$. Манебахские двойники по $\perp(001)$, которые с полным правом можно толковать и как двойники по [100], встречаются значительно реже и по форме сходны с простыми кристаллами. Во всех случаях простым глазом видна мурчисонитовая спайность, обуславливающая появление на гранях (010) и (001) особой штриховатости, которая в манебахских двойниках образует на грани (010) тупой угол, обращенный вершиной в сторону положительного конца оси [100].

Ориентированные шлифы были сделаны из осколков крупных фенокристов, отбитых по мурчисонитовой спайности, т. е. приблизительно по (100). Толщина шлифов была принята повышенная, около 0.07—0.08 мм для того, чтобы точнее определить положение плоскостей спайности. В связи с повышенной толщиной шлифов ясно наблюдалась дисперсия оптических осей с $\gamma > \nu$, которая в шлифах обычной толщины почти совсем не заметна. Всего был приготовлен 31 шлиф, в том числе 14 из кристаллов без двойников, 16 из кристаллов с карлсбаскими двойниками и 1 из кристалла с манебахским двойником. В последнем случае шлиф был сделан по плоскости, близкой к $\perp[100]$.

Измерения в этих шлифах дали следующие результаты (сокращения обозначают: мон.—моноклинный, тр.—триклинный, дв.—двойник по..).

№ шлифа — 2V ориентировка	№ шлифа — 2V ориентировка
10—206—1 $\left\{ \begin{array}{l} 14^\circ \text{ тр.} \\ 17^\circ \text{ мон.} \end{array} \right\}$ дв. [001]	10—328 $\left\{ \begin{array}{l} 22^\circ \text{ мон.} \\ 22^\circ \text{ мон.} \end{array} \right\}$ дв. [001]
10—206—2 $\left\{ \begin{array}{l} 20^\circ \text{ тр.} \\ 22^\circ \text{ мон.} \end{array} \right\}$ дв. [001]	10—392 $\left\{ \begin{array}{l} 12^\circ \text{ тр.} \\ 10^\circ \text{ тр.} \end{array} \right\}$ дв. [001]
10—206—3 $\left\{ \begin{array}{l} 16^\circ \text{ мон.} \\ 14^\circ \text{ мон.} \end{array} \right\}$ дв. [001]	10—406—1 11° тр.
10—206—4 $\left\{ \begin{array}{l} 16^\circ \text{ мон.} \\ 16^\circ \text{ мон.} \end{array} \right\}$ дв. [001]	10—406—2 $\left\{ \begin{array}{l} 22^\circ \text{ мон.} \\ 19^\circ \text{ мон.} \end{array} \right\}$ дв. [001]
10—206—5 $\left\{ \begin{array}{l} 20^\circ \text{ мон.} \\ 21^\circ \text{ мон.} \end{array} \right\}$ дв. [001]	10—407—1 10° мон.?
	10—407—2 $\left\{ \begin{array}{l} 20^\circ \text{ тр.} \\ 20^\circ \text{ тр.} \end{array} \right\}$ дв. [001]

№ шлифа —2V ориентировка	№ шлифа 2V ориентировка
10—409—1 $\left\{ \begin{matrix} 9^\circ & \text{мон.} \\ 12^\circ & \text{тр.} \end{matrix} \right\}$ дв. [001]	10—409—12 $\left\{ \begin{matrix} 11^\circ & \text{мон.} \\ 14^\circ & \text{мон.} \end{matrix} \right\}$ дв. [001]
10—409—2 $\left\{ \begin{matrix} 13^\circ & \text{мон.} \\ 15^\circ & \text{мон.} \end{matrix} \right\}$ дв. [001]	10—409—13 14° мон.
10—409—3 $\left\{ \begin{matrix} 12^\circ & \text{мон.} \\ 11^\circ & \text{мон.} \end{matrix} \right\}$ дв. [001]	10—409—14 10° мон.
10—409—4 $\left\{ \begin{matrix} 6^\circ & \text{мон.} \\ 10^\circ & \text{мон.} \end{matrix} \right\}$ дв. [001]	10—409—15 18° мон.
10—409—5 $\left\{ \begin{matrix} 13^\circ & \text{мон.} \\ 12^\circ & \text{мон.} \end{matrix} \right\}$ дв. [001]	10—409—16 17° мон.
10—409—6 $\left\{ \begin{matrix} 4^\circ & \text{мон.} \\ 6^\circ & \text{тр.} \end{matrix} \right\}$ дв. [001]	11—409—17 17° тр.
10—409—11 11° тр.	10—409—18 20° мон.
	10—409—19 15° мон.
	10—409—20 10° мон.?
	10—409—21 16° мон.
	10—409—22 12° тр.
	10—409—23 15° тр.
	№ М $\left\{ \begin{matrix} 11^\circ & \text{мон.} \\ 11^\circ & \text{мон.} \end{matrix} \right\}$ дв. $\perp(001)$

Среднее значение угла 2V получается равным $2V = -14.5^\circ$, причем около 71% случаев дают оптическую ориентировку моноклинную или очень близкую к ней (отклонение от совпадения Ng и $\perp(010)$ не превышает $5-7^\circ$, что не выходит за пределы возможных ошибок измерения положения плоскости оптических осей). В тех случаях, когда минерал имеет триклинную ориентировку, угол между Ng и $\perp(010)$ равен $10-17^\circ$, что вполне соответствует аноктоклазу. В двух случаях была получена аномальная ориентировка, а именно в шлифах №№ 10—392 и 10—409—6. В первом из них в неделимом с $2V = -10^\circ$ плоскость оптических осей занимает почти поперечное положение, и здесь угол между Ng и $\perp(010)$ равен 62° , а в другом неделимом с $2V = -12^\circ$ угол этот равен 27° . Во втором шлифе неделимое с $2V = -4^\circ$ показывает моноклинность, а в неделимом с $2V = -6^\circ$ угол между Ng и $\perp(001)$ всего лишь 26° . Впрочем, в силу малой величины угла оптических осей в этом случае нельзя быть вполне уверенным в аномальном положении плоскости оптических осей. Во втором шлифе обращает внимание также очень малая величина угла оптических осей, не превышающая $4-6^\circ$, и это указывает на то, что исследуемый минерал порой бывает действительно почти одноосным.

В качестве примера, на рис. 1, 2 и 3 даны стереоконоскопические диаграммы карлсбадского двойника при $2V = -16^\circ$ (шлиф № 10—206—4), манебахского двойника при $2V = -11^\circ$ (шлиф № М) и карлсбадского двойника (шлиф № 10—409—6) с почти одноосными кристаллами, и, кроме того, на рис. 4 дан пример стереоконоскопической диаграммы аноктоклаза с $2V = -15^\circ$ (шлиф № 10—409—23).

Была сделана также попытка выяснить, нет ли каких либо различий в оптических свойствах простых и двойниковых кристаллов.

Стереоконоскопические диаграммы исследованных кристаллов. На всех рисунках стрелки со значками С-Ю показывают положение оси север-юг Федоровского столика для соответствующих фигур на диаграммах. Обратно направленная стрелка без значков показывает положение индекса внутреннего круга Федоровского столика.

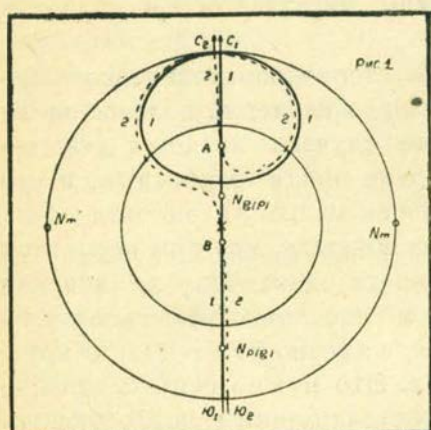


Рис. 1. Шлиф № 10-206-4. Карлсбадский двойник санидина с $2V = -16^\circ$. Оптическая ориентировка моноклиная.

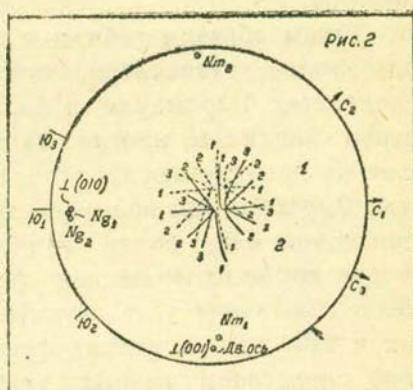


Рис. 2. Шлиф № М. Манебахский двойник санидина с $2V = -11^\circ$. Оптическая ориентировка моноклиная.

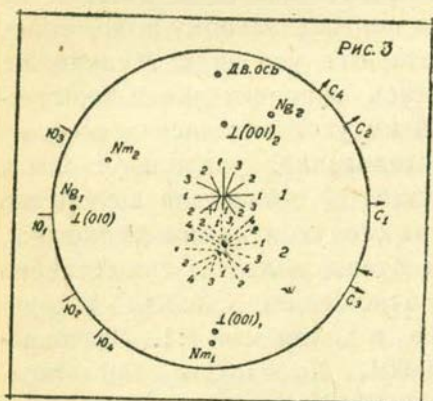


Рис. 3. Шлиф № 10-409-6. Карлсбадский двойник санидина, почти одноосного. Оптическая ориентировка одного неделимго моноклиная, а второго неделимго, возможно, триклиная.

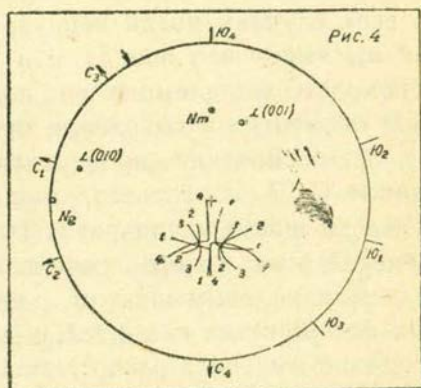


Рис. 4. Шлиф № 10-409-23. Анортотлаз с $2V = -15^\circ$. Оптическая ориентировка триклиная.

Оказалось, что в крупных фенокристаллах с двойниками и без них пределы колебаний и среднее значение угла $2V$ одни и те же. Не меняется также и общий процент случаев с ясно моноклинной оптической ориентировкой. Следовательно возникновение двойников не находится в прямой связи с оптическим характером кристаллов и наоборот.

Таким образом сейчас с помощью стереокопического метода вполне установлено, что существенно калиевый полевой шпат в липаритах Тырныауза в большинстве случаев является действительно санидином, иногда на самом деле почти одноосным, и что реже он представлен анортоклазом с очень малым углом оптических осей. Вместе с тем новые исследования показали, что при вероятном одинаковом или, более точно, при почти одинаковом химическом составе крупные и мелкие фенокристаллы несколько различаются по средней величине угла оптических осей, а именно $2V = -14.5^\circ$ в крупных и $2V = -21^\circ$ в мелких фенокристаллах. Это нужно считать повидимому следствием разных условий кристаллизации и последующего термического режима фенокристаллов. Крупные фенокристаллы, образовавшиеся еще на глубине, до подъема магмы в верхние слои земной коры, должны были подвергнуться большему или меньшему нагреванию, в связи с общим разогревом магмы при ее подъеме. Следствием этого должно было явиться изменение как величины угла $2V$, так и положения плоскости оптических осей, которые не во всех случаях могли вернуться к их первоначальному положению, как мы имеем это иногда и в лабораторных условиях. Мелкие же фенокристаллы повидимому не подвергались дополнительной термической обработке и сохранили присущий им угол оптических осей.

На основании проведенных исследований, учитывая также и данные С. П. Соловьева, можно составить сейчас для щелочного полевого шпата в липаритах Тырныауза следующую характеристику. Минерал этот, по его химическому составу, является существенно калиевым полевым шпатом, с весовым отношением $K_2O:Na_2O$ в крупных фенокристаллах как 4,8:1, а в породе в целом как 4:1. Светопреломление минерала равно: $N_p = 1,519 \pm 0,001$, $N_m = 1,523 \pm 0,001$ и $N_g = 1,524 \pm 0,001$. Двупреломление равно 0,006. Угол оптических осей в крупных фенокристаллах равен в среднем $-14,5^\circ$, с колебаниями от близкого к нулю (-4°) до $2V = -22^\circ$, а в мелких в среднем равен -21° , с колебаниями от $2V = -10^\circ$ до $2V = -36^\circ$. Дисперсия оптических осей $\gamma > \nu$, слабая. Оптическая ориентировка в большинстве случаев (70%) почти точно моноклинная, в остальных случаях триклинная, как у анортоклаза. Внешняя форма кристаллов вполне обычная для щелочных полевых шпатов. Двойниковые образования очень часты по карлсбадскому закону и сравнительно редки по манебахскому. В согласии с такой характеристикой мы должны признать, что щелочной полевой шпат в липаритах Тырныауза является в большинстве типичным санидином, дающим переходы к анортоклазу с малым

углом оптических осей. Вместе с тем нужно признать, что типичные моноклинные санидины и триклинные анортоклазы с малым углом оптических осей связаны взаимопереходами и поэтому не могут быть резко отграничены друг от друга. Такого же рода соотношения уже ранее были установлены и для моноклинных и триклинных разностей щелочных полевых шпатов также и при среднем и большем угле их оптических осей, в частности, для ортоклаза и близкого к нему анортоклаза с углом оптических осей равным 70° .

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Л. А. Варданыц — Об эволюции санидинов и анортоклазов Центр. Кавказа. Сов. Геол. № 11. 1938,
2. С. П. Соловьев — Щелочные полевые шпаты древних и молодых интрузий Кабардино-Балкарии и некоторые вопросы с ними связанные. Записки Всеросс. Минералог. Об-ва, ч. 69, № 2—3, 1940.

Լ. Ա. Վարդանյանց

ՀԱՍՈՒ ԳԻՏՈՒՔՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԲՈՐԱԿԻԳ-ՄԱՌԱՄ

ՀՅՈՒՍԻՍԱՅԻՆ ԿՈՎԿԱՍԻ ՏՐԵՆԻԱՌԻԶԻ ԼԻՊԱՐԻՏՆԵՐՈՒՄ ԳՏՆՎՈՂ ՍԱՆԻԴԻՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

(Ստերեոկոնոսկոպիկ հետազոտության փորձ)

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Կոնոսկոպիկ և ֆյոդորովյան սովորական մեթոդների օգնությամբ սանիդինի օպտիկական հետազոտության ընթացքում հաջողվում է որոշել միայն այն, որ այդ հանքը մեծ մասամբ ունի օպտիկական առանցքների 30° -ից փոքր անկյուն, որի կապակցությամբ էլ այդ հանքը սովորաբար սխալմամբ նկարագրում են որպես գրեթե միառանցքանի: Այդ մեթոդների օգնությամբ չի հաջողվում որոշել նաև հանքի օպտիկական կողմնորոշումը: Այդ պատճառով էլ մնացել էր չապացուցված այն հարցը, թե իրո՞ք նա մոնոկլինային սանիդին է, և ոչ թե տրիկլինային անորթոկլազ՝ օպտիկական առանցքների փոքր անկյունով:

Հեղինակը կատարել է Տրենիաուզի լիպարիտներում գտնվող այդ հանքի ստերեոկոնոսկոպիկ հետազոտությունը, որը տվել է շատ դրական արդյունքներ: Հաստատված է, որ մասնի ֆենոկրիստներում օպտիկական առանցքների անկյունը միջին թվով հավասար է 21° , 10-ից մինչև 36° տատանումներով, իսկ խոշոր ֆենոկրիստներում՝ միջին հաշվով $14,5^\circ$, 4-ից մինչև 22° տատանումներով: Ընդամենը բոլոր դեպքերի մոտավորապես 70% -ը (ինչպես խոշոր, նույնպես և մանր ֆենոկրիստներում) տալիս են գրեթե ճիշտ մոնոկլինային օպտիկական կողմնորոշում: Հեղինակը չափել է նույնպես հանքի երկրեկումը, որն ինչպես պարզվել է, հավասար է 0,006:

Հին և նոր հետազոտությունների հիման վրա կարող է տրվել Տրենիաուզի լիպարիտների արևելական դաշտային շղաթների հետևյալ բնութագիրը: Այդ հանքն իր քիմիական բաղադրությամբ հանդիսանում է էա-

պես կալիումական դաշտային շպաթ $K_2O:Na_2O=4,8:1$ կշռային հարաբերությամբ խոշոր ֆենոկրիստներում, իսկ ապառում ամբողջովին վերցրած՝ 4:1 հարաբերությամբ:

Հանքի լուսաբեկումը հավասար է $N_p=1,519\pm0,001$, $N_m=1,523\pm0,001$ և $N_g=1,524\pm0,001$: Երկրեկումը $Ng-N_p=0,006$, օպտիկական առանցքների անկյունը խոշոր ֆենոկրիստներում միջին թվով հավասար է $-14,5^\circ$ (տատանումները $2V=22^\circ$ -ից մինչև $2V\cong 0^\circ$), իսկ մանրերում միջին թվով հավասար է -21° (տատանումները $2V=-10^\circ$ -ից մինչև $2V=-36^\circ$): Օպտիկական առանցքների դիսպերսիան $r>v$, թույլ է:

Օպտիկական կողմնորոշումը մեծ մասամբ (70%) գրեթե ճիշտ մոնոկլինային է, փնացած դեպքերում՝ տրիկլինային, ինչպես անորթոկլազներինը:

Բյուրեղներն ունեն ակալիական դաշտային շպաթների համար միանգամայն սովորական արտաքին ձև:

Երկնմանակային առաջացումները շատ հաճախ են ըստ կարլաբադյան և հազվադրուս՝ ըստ մանեբախյան օրենքների:

Այսպիսով, այդ հանքն ըստ մեծի մասի հանդիսանում է իրոք մոնոկլինային սանիդին, երբեմն գրեթե միառանցքանի, և ավելի հազվադեպ՝ նա ներկայացված է որպես տրիկլինային անորթոկլազ՝ օպտիկական առանցքների նույնպիսի փոքր անկյունով:

Այս երկու տարբերակները կապված են փոխադարձ անցումներով և այդ պատճառով չեն կարող խիստ կերպով սահմանադժվել իրարից:

L. A. Vardanian

Correspondent Member of the Academy of Sciences of the Armenian SSR

On the Sanidine in the Liparites of the Tyrnyauz, Northern Caucasus

(An attempt of stereoconoscopic investigation)

Summary

By the optical investigation of sanidine by means of the usual conoscopic and Fedoroff's methods it is possible to establish the only fact, that this mineral in most cases has an optic axial angle lower than 30° , and thus this mineral is erroneously described, indicate as an almost monoaxial one. These methods do not the mineral's optical orientation either. Therefore it had remained unproved, whether it was a monoclinic sanidine indeed, or a triclinic anorthoclase with a low angle of optical axes.

The writer has performed a stereoconoscopic investigation of this mineral in the liparites of the Tyrnyauz, and obtained very positive results. It was established, that in small phenocrists the optic axial angle is medium- 21° , varying from- 10° to 36° , while in large phenocrists it is medium- $14,5^\circ$, varying from- 4° to 22° . Moreover, in 70% of cases (as well as in large, so in minute phenocrists) an exact monoclinic optical orientation is observed. The writer has measured, too, the refringence of the mineral, being equal 0,006.

Basing on the former and the latest investigations, there may be given the following characteristics of the alkaline feldspar in liparites of the Tyrnyaus: this mineral, according to its chemical composition, is an essentially potassium feldspar, with the weight ratio $K_2O:Na_2O$ in larger phenocrists to 4,8:1, while in the rock in general, to 4:1. The refringence of the mineral $N_p=1,519\pm0,001$, $N_m=1,523\pm0,001$, and $N_g=1,524\pm0,001$. The birefringence $N_g-N_p=0,006$. The angle of optical axes in large phenocrists is medium— $14,5^\circ$ (varying from $2V=-22^\circ$ to almost monoaxial); in minor ones it is equal medium— 21° (varying from $2V=-10^\circ$ to $2V=-36^\circ$). The optical orientation in most cases (70%) is almost exactly monoclinic, in the other cases—triclinic, as in anorthoclases. The outer form of the crystals is quite usual for the alkaline feldspars. The twins are often formed after the Karlsbad low and rarely after the Manebach one.

Thus, this mineral is prevailing a trus monoclinic sanidine indeed, sometimes almost monoaxial, being seldom represented by triclinic anorthoclase with a similar small angle of optical axes. Both these varieties are mutually connected by transitions, and therefore they cannot be strictly delimited.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Г. М. Ломизе

О фильтрации в зернистых грунтах

Наши опыты с фильтрацией в зернистых грунтах не предполагали широко охватить изучением движение грунтовых вод в зернистых, связных и несвязных грунтах. Они являются частью общей программы исследований, проводимых нами в Институте Геологических Наук Академии Наук Арм. ССР и в Закавказском Научно-Исследовательском Институте Водного Хозяйства в связи с изучением движения трещинных грунтовых вод. Анализ движения грунтовых вод по трещинам горных пород привел нас к изучению напорного равномерного движения воды в щелях с параллельными гладкими и шероховатыми стенками, как основного элемента движения трещинных грунтов вод.*

Опыты с шероховатыми щелями ставились с искусственной шероховатостью, осуществлявшейся наклейкой однородных зерен Вольского стандартного кварцевого песка на стекла, образующие стенки опытной щели. Экспериментируя с различной величиной раскрытия щели, мы при достаточно малом размере этого раскрытия постепенно переходим от движения в щели к движению в зернистом однородном грунте, в данном случае Вольском песке отсеянных фракций. Отсюда возникла задача опытно изучить фильтрацию через однородный зернистый грунт как тот предел, к которому стремится основное изучаемое нами явление фильтрации в шероховатых щелях, по мере уменьшения открытия щели.

Однако, поскольку результаты этих исследований представляют известный самостоятельный интерес, мы посчитали целесообразным дать специальную их обработку под углом зрения некоторых уточнений представлений о фильтрации в зернистых грунтах.

В излагаемой ниже работе были использованы также результаты аналогичных лабораторных опытов Избаша, Линдквиста, Шаффернака и Дахлера (1, 2, 3, 4).

* Результаты этих исследований даны в отдельной нашей работе „Движение воды в щелях“, издаваемой одновременно с этим сообщением.

1. Общая постановка вопроса и модели явления

В дальнейшем изложении рассматривается движение грунтовой гравитационной воды, т. е. такой воды, содержащейся в порах грунта, которая, заполняя все поры, образует сплошное поле изменяющегося гидродинамического давления и скоростей и движется от точек с большим давлением к точкам с меньшим давлением. Наличие воды, подчиняющейся силам молекулярного притяжения, нами будет лишь учитываться, но эта вода по отношению к анализируемому гравитационному потоку явится водой относительно неподвижной и в движении грунтовой гравитационной воды непосредственно не участвующей.

Движение грунтовой воды представляет собой частный случай решения общих задач гидродинамики, рассматривающих движение жидкости внутри твердых стенок. Поэтому, пользуясь классификацией, даваемой Великановым (5), следует рассматривать это движение, как один из случаев руслового потока, относящийся к внутренней задаче гидродинамики (в отличие от внешней, трактующей движение тела в жидкости).

Фильтрующая среда, содержащая грунтовые воды, своими свойствами определяет форму, размеры и характер тех твердых стенок (русла), в которых протекает движение жидкости.

Беспорядочность размещения пор и неправильная их форма создают значительные изменения скорости движения и ускорений, следовательно, и гидродинамических давлений жидкости при переходе от одной точки потока к близ расположенной. Не представляется возможным подчинить все эти изменения потока какой либо закономерности, выраженной математическими зависимостями. К тому же в этом и нет практической необходимости, поскольку нас интересуют те общие закономерности движения грунтовой воды, для которых движение воды внутри пор при обтекании зерен следует рассматривать, как вторичные процессы. Последние мы вправе не учитывать при переходе к рассмотрению общего движения грунтовой воды в зернистой среде.

Пренебрежение вторичными процессами изменений некоторых величин в пространстве или времени и вытекающее отсюда рассмотрение лишь соответственно осредненных в пространстве или времени величин широко применяются в исследованиях. Тот же принцип известен в приложении к изучению движения грунтовой воды (6, 7, 8), где он приводит Павловского Н. Н. (6) к весьма удобному для аналитических и опытных исследований понятию „особой жидкости“, называемой в изложении Б. Б. Дэвисона „фиктивной жидкостью“ (7).

Итак, взамен рассмотрения всего многообразия движения воды в порах, переходим, пользуясь статистическим методом, к рассмотрению осредненных величин расходов и давлений для некоторых площадок, достаточно больших, чтобы местные случайные особен-

ности движения воды через индивидуальные поры оказывали незначительное влияние на величину расхода через эти площадки и величину среднего давления, ими испытываемого.

Средне-статистические значения расходов, скоростей движения через данные площадки и давлений, ими испытываемых, будем рассматривать, как расходы, скорости и давления некоторой фиктивной жидкости. Следовательно, фиктивная жидкость в модели явления, заполняя все пространство, занятое зернистым грунтом (скелетом грунта и его порами), должна обладать свойствами, определяющими для нее расходы и давления по некоторым элементарным площадкам, равные средне-статистическим для грунтовой воды, движущейся в порах грунтового скелета.

Действие скелета грунта, устраняемого в принимаемой модели движения грунтовой воды, необходимо заменить силами сопротивления движению воды в зернистой, пористой среде. Эти силы следует рассматривать как объемные для фиктивной жидкости. Устраняя в модели явления скелет грунта и заполняя весь объем фиктивной жидкостью, вводим указанную объемную силу сопротивления как заменяющую собою действие скелета на движение воды в грунте.

Плотность фиктивной жидкости ρ должна равняться плотности реальной жидкости, так как только в этом случае будут равны расходы масс движения для фиктивной и реальной жидкостей. Последнее обстоятельство обязательно для равенства сил, действующих на фиктивную и реальную жидкость.

Силы тяжести воды, отнесенные к единице объема грунта, для фиктивной и реальной жидкости должны быть равны между собой. Реальная жидкость будет иметь ускорение силы тяжести и занимать в единице объема грунта объем равный порозности грунта— m . Фиктивная жидкость будет занимать весь объем и весить столько же, сколько весит вода в объеме, пор. Из сказанного не трудно установить, что фиктивная жидкость должна иметь ускорение силы тяжести.

$$g_1 = mg. \quad \dots (1)$$

При строгом анализе явления под m следует понимать не геометрическую порозность, т. е. не объем пор абсолютно сухого грунта, а порозность грунта, занятую гравитационной водой, движение которой нами изучается. Первая порозность будет меньше второй на объем, занятый пленочной водой, т. е. водой, удерживаемой в грунте молекулярными силами.

Движение воды происходит в промежутках между частицами грунта и между отдельными фильтрационными каналами существует известное разобщение зернами скелета и водой, относительно неподвижной. Испытываемое при этом водой гидродинамическое давление передается от одной фильтрационной струйки другой, так как они связаны между собой, как водой движущейся, так и отно-

сительно неподвижной. Оба вида воды способны передавать гидродинамическое давление и этим связывать весь поток в отношении распределения давления в одно целое. Следовательно, давление в фиктивной жидкости „будет соответствовать давлению в грунтовом потоке“ (6).

Как следует из самого определения понятия фиктивной жидкости, ее расходы через заданные площадки должны равняться расходу жидкости через поры, следовательно, скорости фиктивной жидкости будут равны реальным расходам, отнесенным к единице живого сечения фиктивной жидкости (после устранения скелета грунта), т. е. эти скорости представляют собой так называемые скорости фильтрации.

Резюмируя изложенное, мы приходим к следующей модели.

Вместо реальной грунтовой воды возможно и целесообразно в модели общего явления рассматривать движение некоторой фиктивной жидкости, заполняющей сплошь весь объем, занятый, как грунтовым скелетом, так и его порами. Расход этой фиктивной жидкости должен быть равен расходу грунтовой воды, скорость равна скорости фильтрации, гидродинамическое давление и плотность такие же, как и для грунтовой воды, ускорение силы тяжести $g_1(1)$.

Чтобы применить охарактеризованную модель явления для решения различных задач гидродинамики вязкой жидкости, т. е. для определения давлений и скоростей в функциях координат пространства и времени, необходимо установить зависимость сопротивления от скорости. Сила сопротивления в нашей модели представляет собой некоторую объемную силу W . В рассматриваемом случае руслового потока при весьма сложном и изменчивом очертании твердых стенок, ограничивающих водный поток, можно эту задачу решить только на основании экспериментальных данных. Для раскрытия внутреннего содержания закона сопротивления зернистой среды (грунта), т. е. установления зависимости сопротивления среды от различных факторов, определяющих движение, следует обратиться к геометрии фильтрации.

Многочисленные исследования в этом направлении Сливтера, Козени, Крюгера, Цункера, Аллен-Газена, Дарапского и др. дали весьма важные результаты, выявив влияние различных обстоятельств движения и установив их взаимодействие в общем явлении движения грунтовых вод.

В основу анализа движения воды в порах клались, главным образом, следующие модели:

1) грунт идеальный, представляющий собой ряд параллельных трубок малого диаметра и постоянного сечения, направление которых совпадает с направлением грунтового потока.

2) грунт фиктивный, представляющий собой пористую среду, образованную гладкими шарами равного диаметра, уложенными с различной степенью плотности.

В наших опытах с однородным зернистым грунтом моделировалось движение воды через фиктивный грунт с целью получения уточненных зависимостей силы сопротивления от определяющих ее факторов.

[2. Безразмерные числа в задаче определения силы сопротивления

В современной экспериментальной физике и в различных областях технических знаний широко используют безразмерные числа, сводящие задачу нахождения функциональной зависимости между размерными величинами к определению тождественной функции между безразмерными переменными. Общеизвестные преимущества такого способа иллюстрируем его применением к решению нашей задачи.

Чтобы найти соответствующие безразмерные числа и дать постановку задачи, используем метод анализа размерностей, как наиболее общий, применимый для областей движения воды ламинарной, переходной и турбулентной (10).

Исследования по геометрии фильтрации позволяют предвидеть те обстоятельства движения, которые своим воздействием определяют данный его вид. На движение грунтовой воды влияют следующие факторы:

1. Свойства грунта, как фильтрующей среды, определяемые в случае фиктивного (однородного по мехсоставу) песчаного грунта, его средним диаметром d , объемной пористостью m , морфометрическими коэффициентами (выраженными в безразмерной форме).

Известно из работ Сливтера, что для фиктивного грунта пористость „ m “ не зависит от диаметра зерен. Ее изменения, являясь весьма сложной функцией взаиморасположения шаров, будет характеризовать лишь плотность укладки. Упрощая задачу, полагаем пористость „ m “ постоянной для всего фильтрующего поля, равной геометрической пористости и не зависящей от воздействия движения грунтовой воды на скелет грунта.

На движение грунтовой воды будет оказывать влияние шероховатость поверхности зерен и степень их округлости, измеряемые некоторыми безразмерными числами α и β , например, а) отношением некоторого среднего приведенного выступа шероховатости e к диаметру зерна d , б) отношением наибольшего размера зерна к его наименьшему размеру.

Для простоты дальнейшего изложения влияние шероховатости и формы зерен будем обобщенно представлять одним символом Φ .

2. Свойства жидкости, определяемые ее плотностью ρ и коэффициентом вязкости μ или, зависым от этих величин коэффициентом кинематической вязкости

$$V = \frac{\mu}{\rho} . \quad . . . (2)$$

3. Силы, действующие на движущуюся воду, которые сводятся в рассматриваемом случае равномерного или слабо меняющегося движения к объемной силе сопротивления движению W и силе гидродинамического давления P .

4. Скорость фильтрации v , как величина, диктуемая всеми обстоятельствами движения.

Решить данную механическую задачу движения — это значит найти функциональную зависимость между перечисленными величинами, отвечающую процессу движения грунтовой воды в зернистом грунте, т. е. найти

$$F(W, v, d, m, \Phi, \mu, \rho) = 0 \quad . . . (3)$$

$$\text{или } W = \phi(v, d, m, \Phi, \mu, \rho). \quad . . . (4)$$

Уравнения (3) и (4) содержат 5 размерных постоянных и две безразмерных.

Пользуясь анализом размерностей, сведем задачу определения искомой функции между указанными 7 величинами к задаче отыскания функции, тождественной первой и зависящей от 4 безразмерных величин.

Очевидно, что такое преобразование задачи представляет значительные преимущества, так как, во-первых, благодаря этому, уменьшается количество переменных и упрощаются аналитические и экспериментальные исследования, во-вторых, что особенно важно, уточняется область возможного приложения результатов эксперимента.

Действительно, мы вправе пользоваться выводами и обобщениями, полученными из опыта в пределах известного диапазона изменения безразмерных величин, охваченного опытом. Безразмерные величины можно представить, как произведение размерных величин в некоторых степенях. Следовательно, результаты наших опытных исследований окажутся справедливыми для весьма широкого диапазона изменения величин размерных, лишь бы эти величины укладывались в исследованный диапазон значений безразмерных величин, т. е., будучи подставленными в выражение безразмерных величин, давали бы их значения в пределах исследованного в опыте диапазона безразмерных величин.

Решение задачи перехода к безразмерным переменным производим с помощью π теоремы Бекингэма (10, 11). Не излагая метода, дадим его приложение.

Запишем размерности величин, входящих в искомую функциональную зависимость, в системе первичных единиц

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Сила сопротивления W | $[W] = [M \cdot L^{-2} \cdot T^{-2}]$ |
| 2. Коэффициент вязкости μ | $[\mu] = [M \cdot L^{-1} \cdot T^{-1}]$ |
| 3. Плотность ρ | $[\rho] = [M \cdot L^{-3}]$ |

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 4. Скорость фильтрации v | $[v] = [L \cdot T^{-1}]$. |
| 5. Диаметр зерна d | $[d] = [L]$. |
| 6. Величины m и Φ | безразмерные |

Примем за первичные единицы измерения L, v, ρ . В таком случае, зная, что любая вторичная величина может быть выражена, как произведение первичных, в некоторых степенях и, пользуясь известным методом перехода от одних первичных единиц к другим, получим размерность тех же величин в новой системе измерений.

1. $[W] = [L^{-1} \cdot v^2 \cdot \rho^{-1}]$.
2. $[\mu] = [L \cdot v \cdot \rho]$.
3. $[v] = [v]$
4. $[\rho] = [\rho]$
5. $[d] = [L]$
6. Величины m, Φ — безразмерные.

Из изложенного, в результате применения π -теоремы следует, что взамен пяти размерных величин, приняв в качестве первичных величин L, v, ρ , получим две безразмерных величины:

$$1. \quad \frac{Wd}{v^2 \rho} = \frac{Id \gamma m}{v^2 \rho} = \frac{Id \gamma}{v^2} m$$

или, отбрасывая m , как безразмерную величину, получим:

$$f = \frac{Id \gamma}{v^2}; \quad \dots (5)$$

$$2. \quad \frac{\mu}{\rho d v} = \frac{1}{Re},$$

$$\text{где } Re = \frac{vd}{V}. \quad \dots (6)$$

Следовательно, задача определения функции (3) заменена эквивалентной задачей отыскания $F_1(f, Re, m, \Phi) = 0$, причем обе функции тождественно равны друг другу.

Полученные нами безразмерные переменные общеприняты в решениях задач гидродинамики. Из них f представляет собою, так называемый, коэффициент сопротивления, а Re — число, аналогичное числу Рейнольдса для других видов русловых потоков.

Представив функцию F_1 в явном виде относительно f , получим в самом общем нераскрытом виде математическое выражение искомой зависимости

$$f = \varphi(Re, m, \Phi). \quad \dots (7)$$

Функциональную зависимость (7) для различных областей движения определяем ниже, по данным экспериментальных исследований.

3. Проведенные экспериментальные исследования*

Изучение законов сопротивления проводилось при равномерном напорном движении воды через однородный грунт.

Схема опытов следующая. Вода из подземного резервуара накачивалась в бак, снабжающий фильтрационную лабораторию. Из бака поступала в прибор, состоящий из двух резервуаров—подающего и принимающего, между которыми помещался металлический цилиндр диаметром 328 мм и длиной 142 мм, на котором устанавливались два отвода для измерения давления (на расстоянии 25 мм от краев цилиндра) с тем, чтобы определять напоры за пределами входного и выходного возмущения движения грунтовой воды.

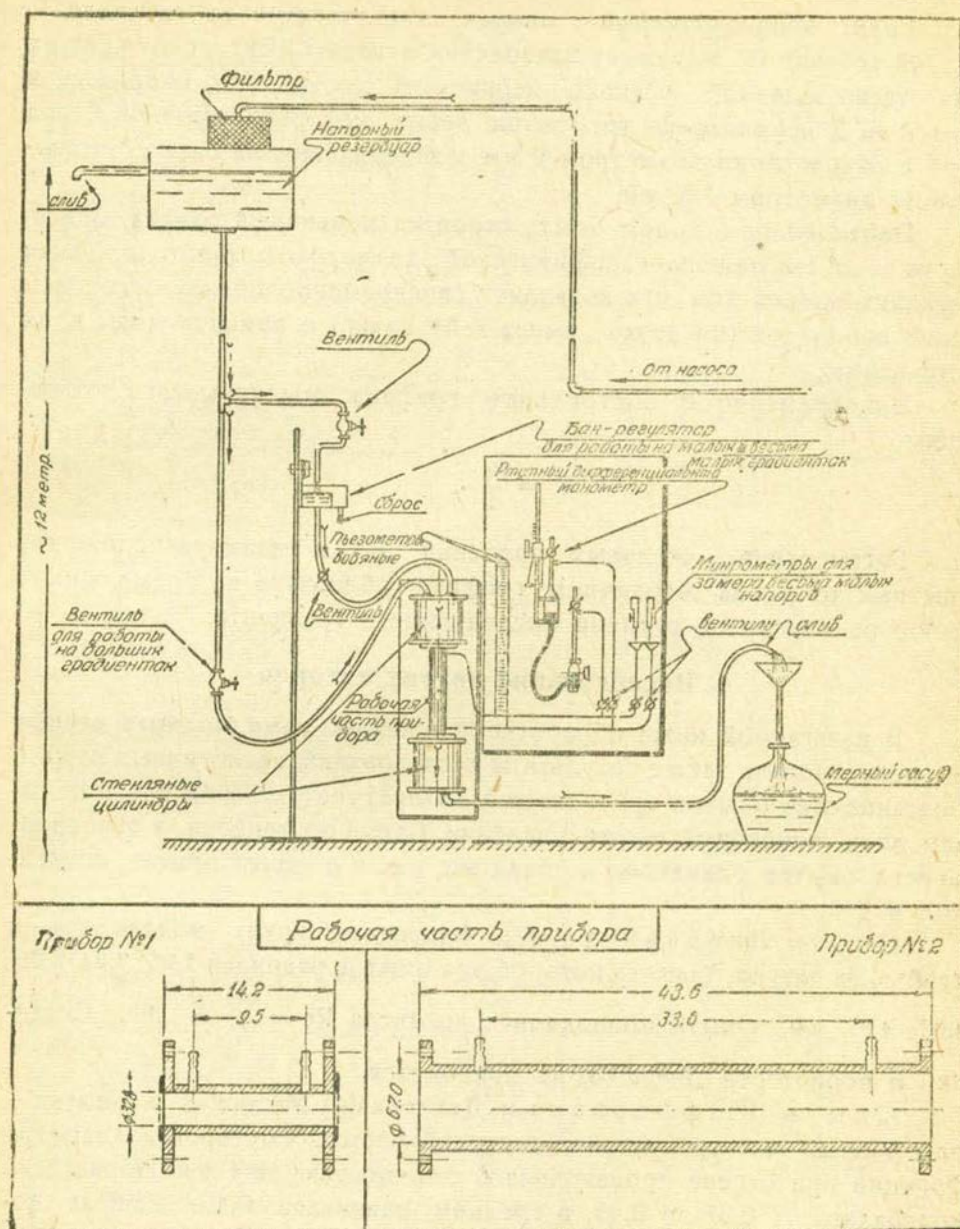
При переходе в опытах к фиктивному грунту с диаметром фракции 1,5—2 мм и более в приборе заменялся цилиндр для загрузки грунта на другой, больших размеров, с диаметром, равным 67 мм и длиной 436 мм, при расстоянии между осями отводов к пьезометрам в 336 мм. Замена производилась для снижения влияния стенок. При работе с большими градиентами регулирование градиента и зависящего от него расхода производилось с помощью вентиля, расположенного на подающей воду трубе. При работе на малых градиентах, для повышения точности регулирования градиентов, напор верхнего бьефа определялся положением специального промежуточного бачка,двигаемого и закрепляемого в различных положениях по высоте на специальной вертикальной рейке. Вся установка показана на черт. 1.

Опыт заключался в пропуске различных расходов, определяемых различными градиентами. Верхний предел опыта, дающий для каждого опыта наибольшее значение числа, лимитировался имеющимся в лаборатории напором, равным 12 м.

В опытах замерялись напоры по двум пьезометрам; разность их показаний давала потерянный напор Δh на известном пути l , равном расстоянию между осями пьезометров. Частное от деления Δh на l , определяло средний градиент напорного движения воды I . При весьма малых Δh пьезометрические трубки оборудовались стеклянными воронками. Отметки горизонта воды в воронках определялись с помощью мерных микрометренных винтов. Специальные измерения показали, что погрешность в определении Δh с помощью этих микрометров составляла не более 0,04—0,05 мм.

Параллельно с определением градиента I замерялся отвечающий этому градиенту расход Q , что при известной площади цилиндра позволяло определить скорость фильтрации. Одновременно производился замер истинной скорости фильтрации, т. е. средней ско-

* Экспериментальные исследования проведены инженерами В. М. Насберг, М. Н. Телецкой и В. А. Казаковым.



Черт. 1.

рости движения воды в порах грунта с помощью красителя.* Определялся диаметр однородного зернистого грунта d и объемная пористость его укладки в прибор m .

* Вследствие недостаточного оборудования результаты измерения истинной скорости получились малой точности, в связи с чем из дальнейшего изложения они исключены.

Грунт, использованный в опытах, характеризуется таблицей 1. В этой таблице d_c выражает поперечник отверстий сит, послуживших для отсева заданной фракции зернистого грунта. Так, например, в опыте № 2 использован тот песок, зерна которого прошли через сито с отверстиями диаметром 2 мм и задержались на сите с отверстиями диаметром 1,5 мм.

Параллельно с ходом опыта строился первичный график зависимости v от I в виде логарифмической анаморфозы (черт. 2). Такая методика удобна тем, что позволяет своевременно обнаружить появление неполадок (по резко „выпавшей“ точке) и принять меры к их устранению.

Одновременно с построением графика подсчитывался коэффициент

$$K = \frac{v_1}{I}.$$

Рассмотрение числовых значений „ K “ и взаиморасположения опытных точек на первичном графике облегчало во время опыта выбор рациональной степени последующего градиента.

4. Исследование других авторов

В излагаемой ниже обработке полученных нами опытных данных мы использовали также результаты исследований, аналогичных нашим. Описание этих опытов приводится в литературе (1, 2, 3, 4); здесь же дадим лишь некоторые общие сведения. Схема постановки, в основном, во всех опытах одинакова и такая же, как и в наших опытах, описанных в § 3.

Опыты Линдквиста (3). Фиктивный грунт моделировался дробью из латуни, диаметр которой для опытов равнялся 1,05; 2,04; 2,09; 4,02; 4,92 мм. Опыты проводились до числа $Re = \frac{vd}{V} = 180$. Сведения о пористости „ m “ в (3) не приводятся.

Опыты Шаффернака и Дахлера (4). Материал в опытах — однородный песок, достаточно округлой формы. Сортировка диаметра фракций при отсеве производилась с точностью до 1 мм. Пористость колебалась от 0,37 до 0,43, в среднем равнялась 0,40. Данных пористости для каждого опыта не приводится. Опыты ставились с диаметром фракций от 3—4 до 20 мм. Пределы опытных градиентов от 0,0025 до 6,60, пределы скоростей фильтрации опытов от 25,5 см/сек до 0,091 см/сек.

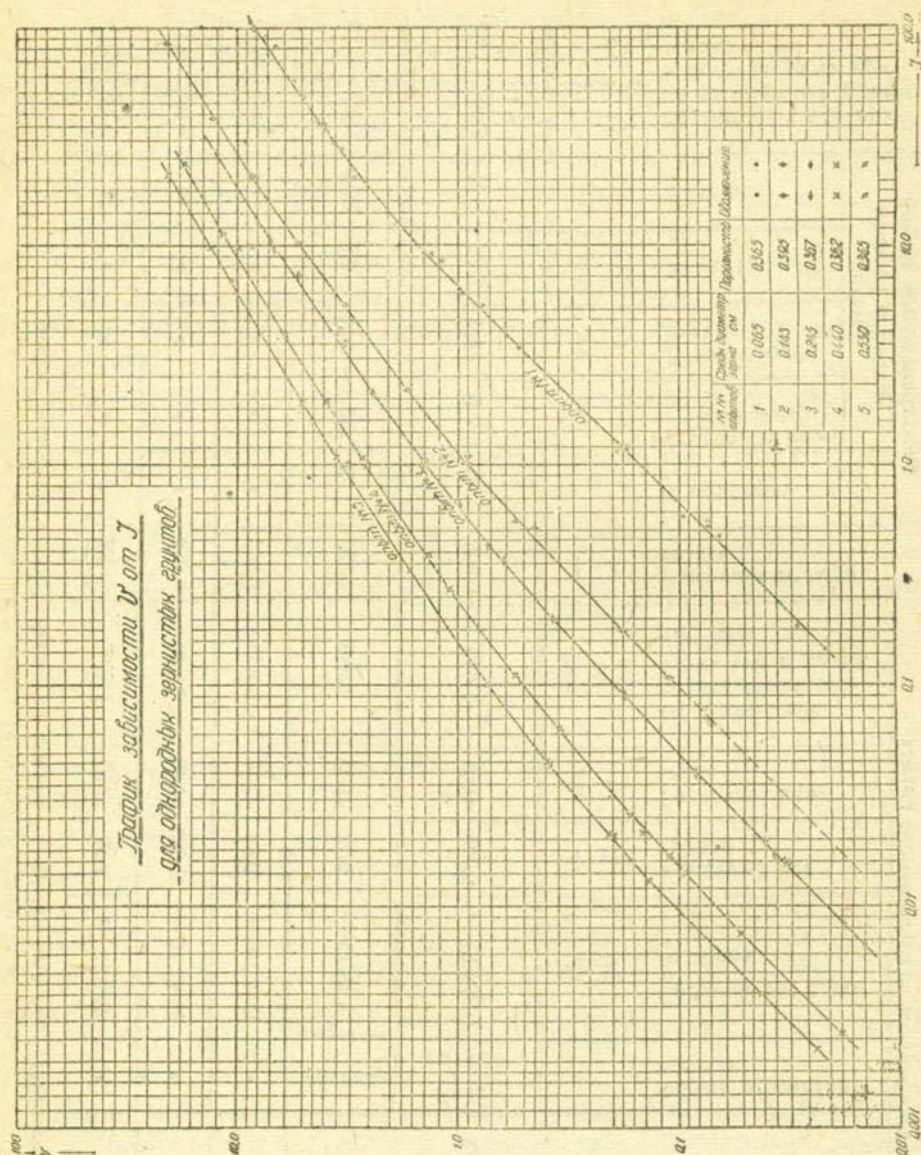
Пределы значений Re для опытов от 3,25 до 4000 без охвата всего диапазона одним и тем же опытом.

Опыты Избаша (1, 2). Средний диаметр однородного грунта для различных опытов колебался от 2 до 35 мм, порозность колеб-

Таблица 1.

№ опыта	Характеристика исследованного грунта								Фильтрационный прибор						
	Место взятия грунта, происхождение и цвет	Крупность частиц (отверстия сит)	Форма отверстий в ситах	Средний вес одного зерна.	Удельный вес грунта	Расчетн. диам. зерна	Объемный вес грунта (после укладки его в фильт. прибор)	Коэффициент пористости	№ прибора	Размеры рабочей части.				Коэффициент для подсчета опытных данных в безразмерных критериях	
										Расстояние между пьезометрами	Длина столба грунта	Диаметр	Сечение		
		d_c мм		$Ст_1$ гр	γ —	d мм	$\gamma_{об}$ $\frac{гр}{см^3}$	m —		l см	L см	D см	e см	C_1	C_2
1	Вольск, речной песок, светлосерый прозрачный	0,54—0,75	Квадратные	$0,374 \cdot 10^{-3}$	2,585	0,65	1,640	0,365	1	9,5	14,2	3,28	8,45	1,25	1,62
2	Кобулет, морской песок, черный	1,5—2	Круглые	$4,18 \cdot 10^{-3}$	2,72	1,43	1,645	0,395	2	33,3	43,6	6,7	35,2	3,0	4,75
3	„	2,5—3	„	$20,7 \cdot 10^{-3}$	2,63	2,45	1,695	0,367	„	„	„	„	„	4,93	6,25
4	„	4—5	„	$118,7 \cdot 10^{-3}$	2,685	4,40	1,740	0,352	„	„	„	„	„	8,65	9,70
5	„	5—7	„	$233 \cdot 10^{-3}$	2,67	5,50	1,695	0,365	„	„	„	„	„	11,0	13,8

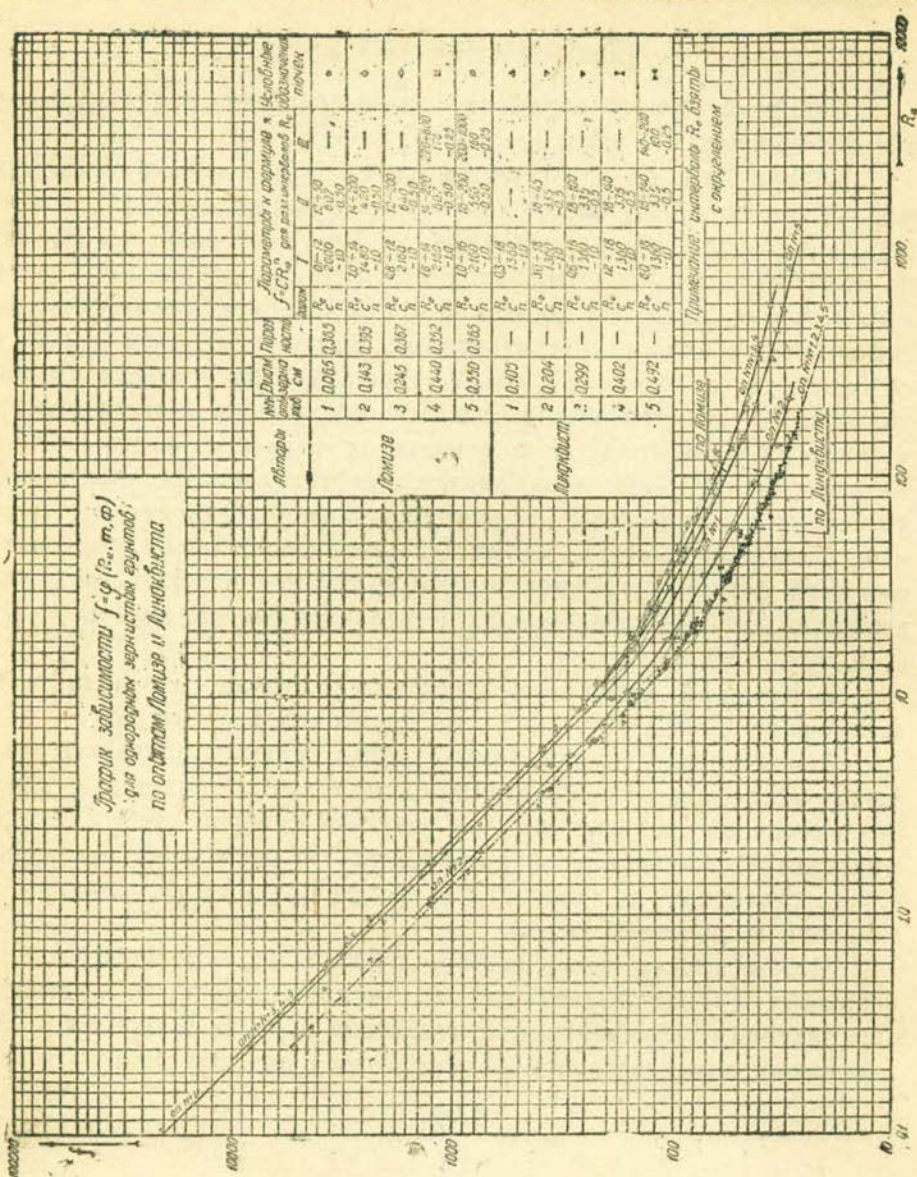
Примечание: При вычислении C_1 принят кинематический коэффициент вязкости воды $V=0,0131 \text{ см}^2/\text{сек}$, отвечающий температуре 10°C .



Черт. 2.

лется от 0,37 до 0,425. Пределы числа Рейнольдса от 1,2 до 2200 без охвата этого диапазона одним и тем же опытом*.

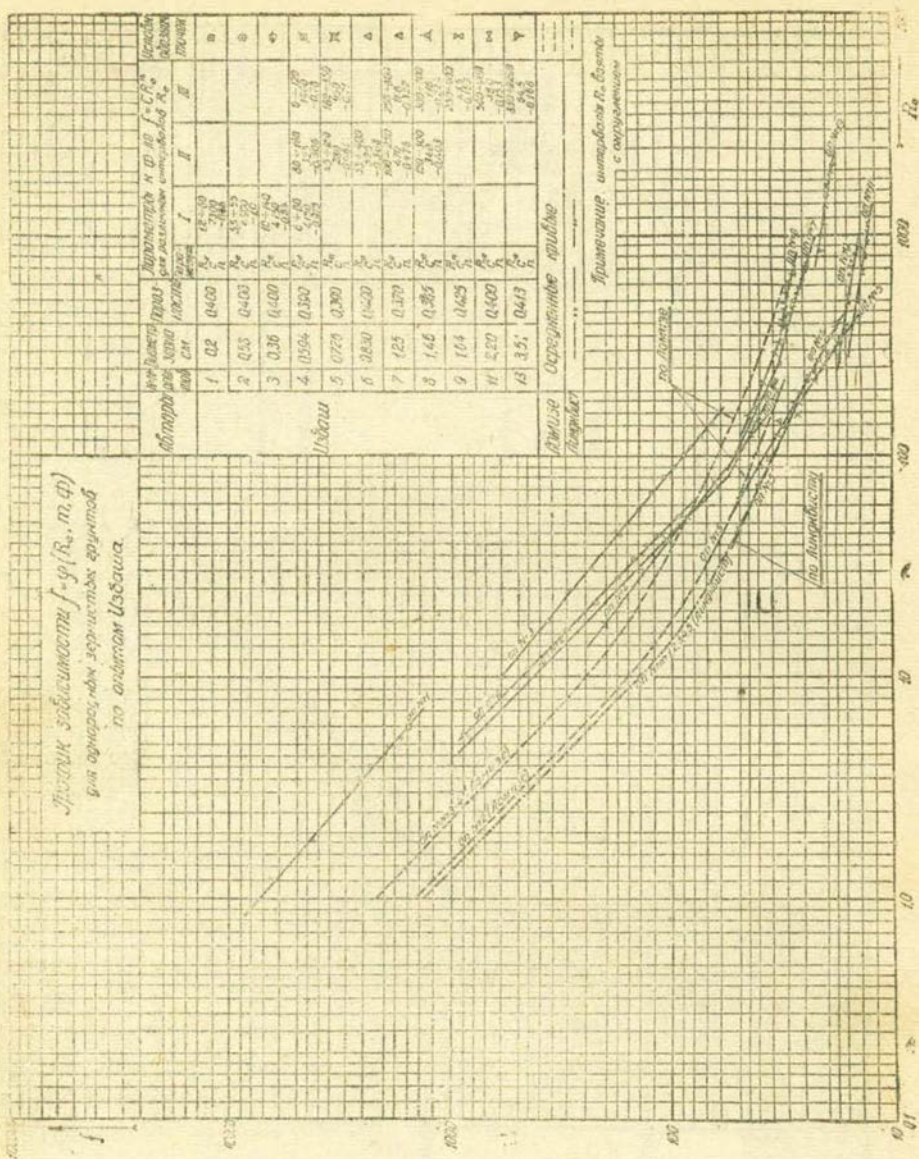
* К сожалению, мы не располагали первичными материалами опытов перечисленных авторов, что заставило при обработке пользоваться во многих случаях графиками, снимая с них интересующие нас данные. Это обстоятельство ограничивало анализ материала и отражалось на точности выполненных нами обработок, в которых возможны случайные отклонения отдельных точек при объективности общих закономерностей.



Черт. 3.

Возникает вопрос, что в такой обработке экспериментальных данных принять за гидравлический радиус и за истинную скорость фильтрации?

За гидравлический радиус мы приняли, расширяя несколько толкование этого понятия, отношение объема движущейся воды к смоченной поверхности ее контакта с неподвижным грунтовым потоком. Осредняя g и упрощая его определение, пренебрегаем наличием относительно неподвижной воды и принимаем объем движущейся воды равным объему пор грунта, а смоченную поверхность равной полной поверхности зерен фиктивного грунта.



Черт. 5.

Гидравлический радиус, равный отношению объема, занятого потоком, к поверхности ограничивающих стенок, определится из следующего выражения:

$$r = \frac{m}{S} = \frac{md}{6(1-m)} \quad \dots (13)$$

Как следует из (13), полученное выражение для гидравлического радиуса совпадает с предложенным Козени для фиктивного грунта и определенным, как гидравлический радиус цилиндрической поры идеального грунта.

За истинную скорость фильтрации приняли некоторую осредненную величину скорости движения воды в порах, определяемую из формулы

$$U = \frac{v}{m} \quad \dots (14)$$

Подставляя „г“ и „и“ из (13) и (14) в выражения (8) и (9), получим искомые выражения безразмерных переменных:

$$Re_m = \frac{vd}{6(1-m)V} = C_1 v; \quad \dots (15)$$

$$i_m = \frac{m^3 g d}{3(1-m)} \cdot \frac{1}{v^2} = C_2 \frac{I}{v^2}, \quad \dots (16)$$

где для краткости приняты обозначения:

$$C_1 = \frac{d}{6(1-m)V}; \quad \dots (17)$$

$$C_2 = \frac{m^3 g d}{3(1-m)}. \quad \dots (18)$$

Подсчитанные по последним двум формулам значения C_1 и C_2 для всех наших опытов содержатся в таблице 1.

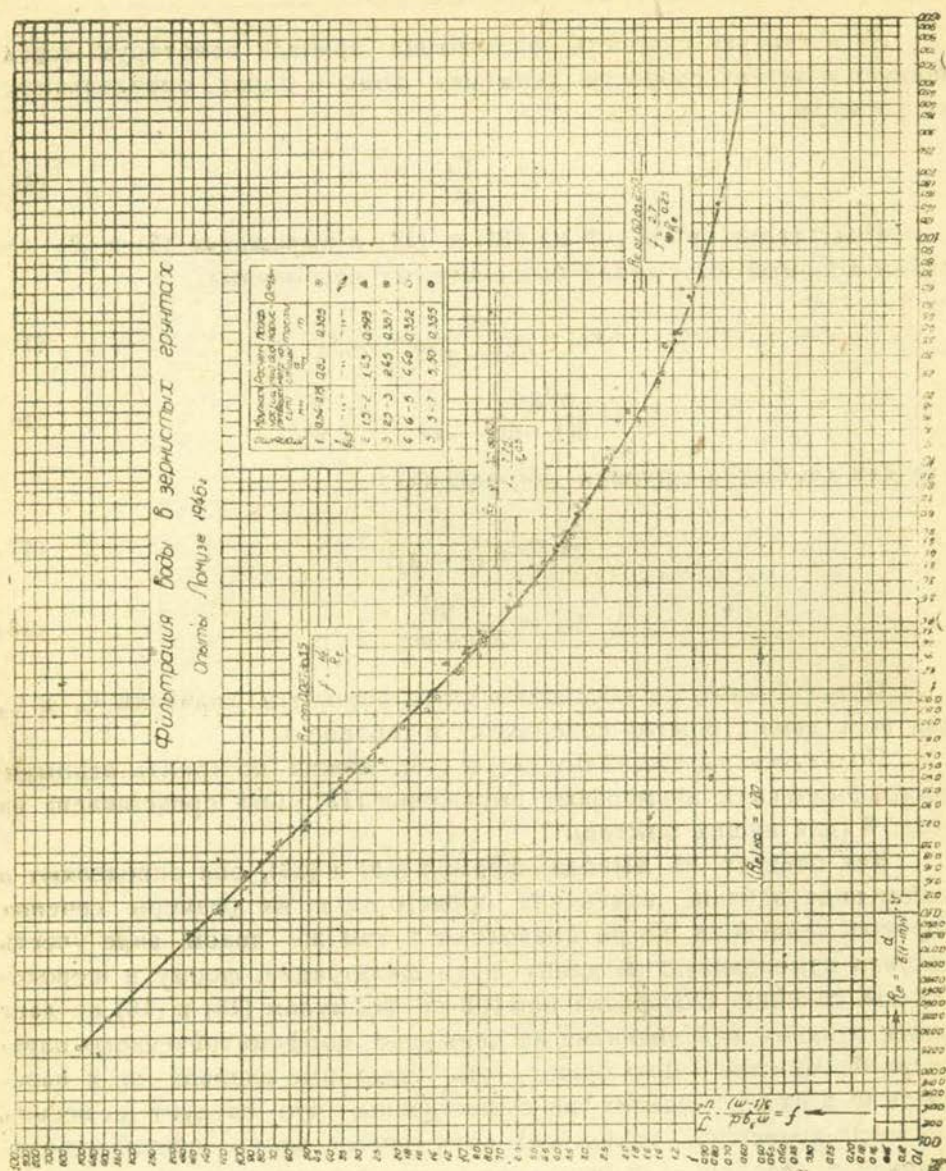
Пользуясь выражениями (15) и (16), можно построить искомую логарифмическую анаморфозу выражения (12). Она представлена на черт. 6 (для наших опытов).*

Как следует из вывода формул (15) и (16), они определяют в явном виде влияние изменения пористости m на размеры сечения поровых каналов, но не позволяют в том же явном виде учесть влияния изменения m на длину пути фильтрации, форму и шероховатость сечений. Обработка опытов по формулам (15) и (16) не дает также в явном виде влияния на движение морфометрического параметра Φ . Чертеж 6 показывает, что указанные влияния m и параметра Φ в наш опытах не существенны, что следует из весьма кучного размещения точек всех пяти опытов вдоль общей одъединяющей и осредняющей результаты этих опытов кривой.

3. Третий способ обработки. Шаффернак, Дахлер и Линдквист отмечали совпадение своих опытных данных с уравнением Прони

$$\frac{I}{v} = a + bv. \quad \dots (19)$$

* Опыты Линдквиста, Шаффернака, Дахлера не обработаны этим способом, за отсутствием в нашем распоряжении необходимых сведений об „ m “. Опытные данные Избаша исключены из этой и последующей обработок, так как дают выходящие результаты (см. черт 5), в связи с чем требуется их всестороннее рассмотрение, что не представилось возможным исполнить за отсутствием первичных опытных данных.



Черт. 6.

Уравнение (19) в безразмерных числах получит следующее выражение:

$$iRe = A + B Re. \quad \dots (20)$$

Форхгеймер указывает (16), что движение воды через песок хорошо подчиняется уравнению (19). Еще лучше по Форхгеймеру явление подчиняется уравнению:

$$l = au + bu^2 + cu^3. \quad \dots (21)$$

Это выражение может быть представлено в безразмерной форме.

$$i Re = A + B Re + C Re^2. \quad \dots (22)$$

Великанов называет выражение (20) „стандартным уравнением, так как оно имеет силу для потоков любой формы и типа, если принять обобщающее допущение, что параметры А и В суть не постоянные величины, а некоторые слабо изменяющиеся, в сравнительно малых пределах, функции от числа Рейнольдса“ (5).

Чтобы установить насколько подчиняются наши опытные данные функциональным зависимостям (20) или (22), мы представили графически результаты опытов Шаффернака и наших в следующем виде: по оси x отложили Re и по оси y — $i Re$. Полученные при таком построении кривые будут графическим выражением зависимостей (20) или (22). Подобный же график для опытов Линдквиста взят в готовом виде из (3). Результаты представлены на чертежах 7, 8, 9, 10. Область ламинарного течения из этой обработки исключена.

Дадим аналитическую интерпретацию графикам, полученным в результате примененных трех способов обработки опытных данных.

К чертежам 3, 4 и 5.

Логарифмическая анаморфоза искомой функциональной зависимости (7) в пределах малых значений $Re < 0,5-6$ представлена семейством прямых, наклоненных к осям координат под углом 45° , с пометками прямых, функционально зависящими от значений m и Φ . Следовательно, функция (7) в этой области изменений значений числа Re представляет собою равнобокую гиперболу и выражается зависимостью:

$$i = \frac{A}{Re}, \quad \dots (23)$$

где $A = \varphi(m, \Phi)$.

Отметим, что произведение $i Re$ представляет собою число, обратное безразмерному числу, известному в теоретических исследованиях по фильтрации в зернистых грунтах, как число Слихтера (Sl). (17). В связи с этим зависимость (23) может быть записана в следующем виде

$$Sl = \frac{1}{A} \varphi(m, \Phi) \quad \dots (24)$$

Как следует из формул (23) и (24), при значениях $Re < 0,5-6$ справедлив линейный закон сопротивления движению, т. е. сопротивление пропорционально первой степени скорости фильтрации. Движение грунтового потока подчиняется в этом случае закону Дарси.

Из выражений (23), (5) и (6) следует:

$$v = \frac{gd^2}{AV} \cdot I = Sl \frac{\gamma d^2}{\mu} \cdot I = kI. \quad \dots (25)$$

График $f_{Re} = A Re + B$
 для зернистых грунтов
 (без учета пористости)
 по опытам Ломизе

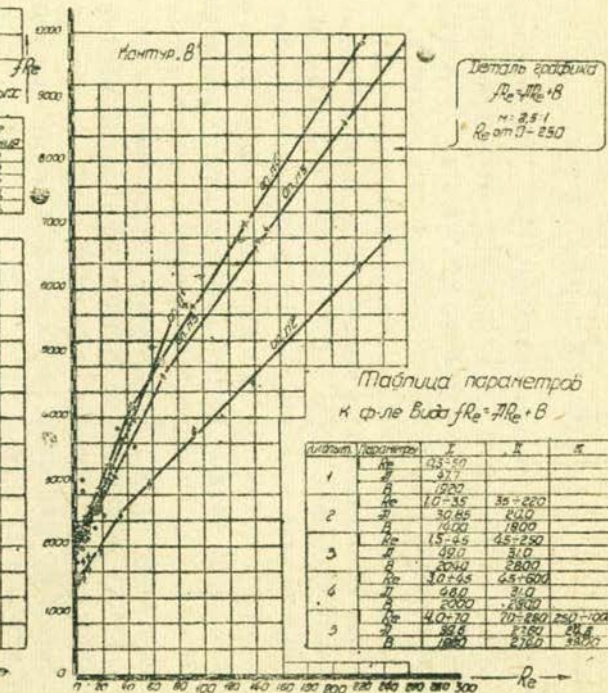
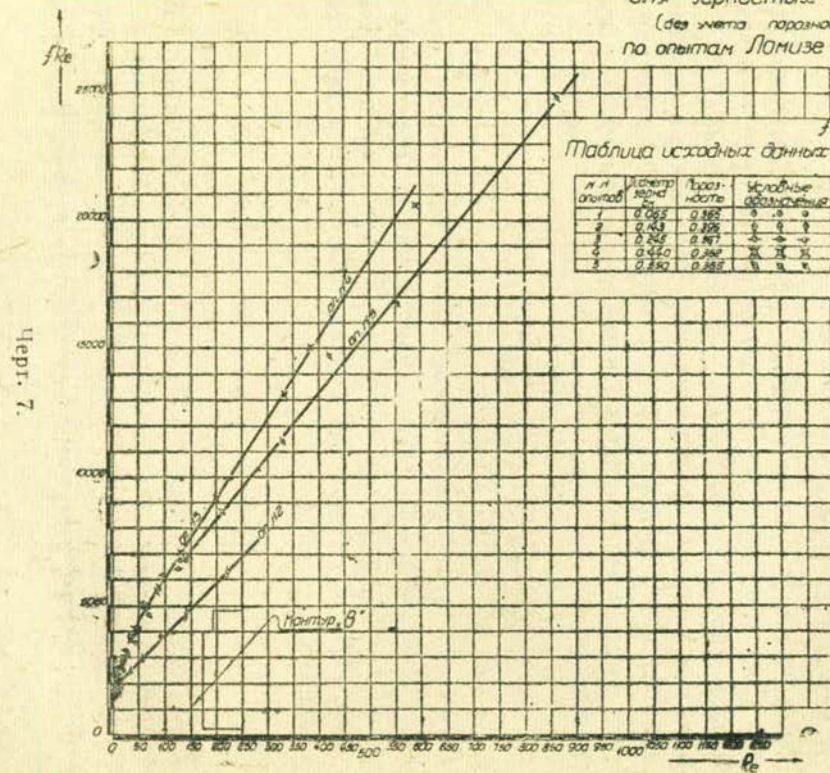
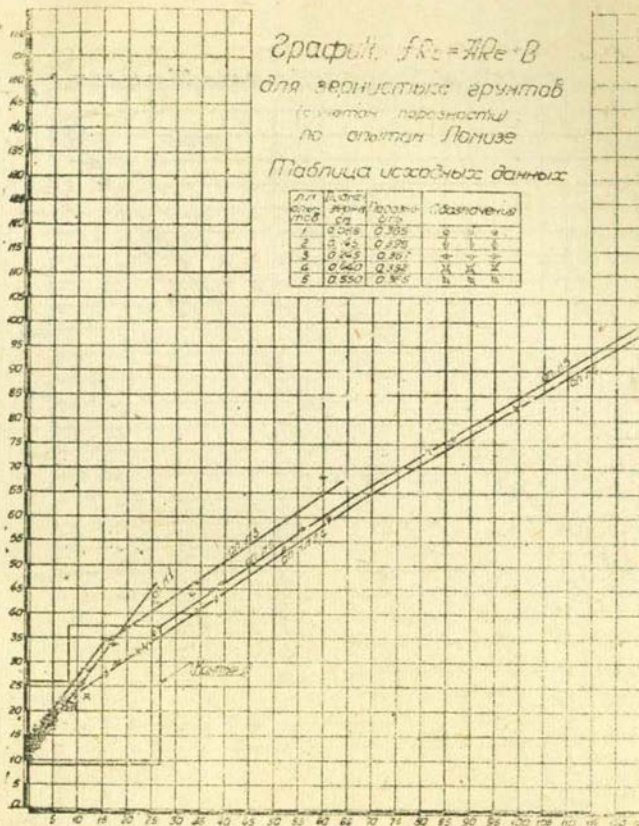


График $fR_c = R_{Rc} \cdot B$
 для верховых грунтов
 (с учетом порозности)
 по опытам Ломизе

Таблица исходных данных

Л.П.	Плотн. грунта	Порозн. грунта	Порозность
1	0.008	0.305	0.305
2	0.045	0.320	0.320
3	0.045	0.307	0.307
4	0.040	0.182	0.182
5	0.550	0.415	0.415

Черт. 8.



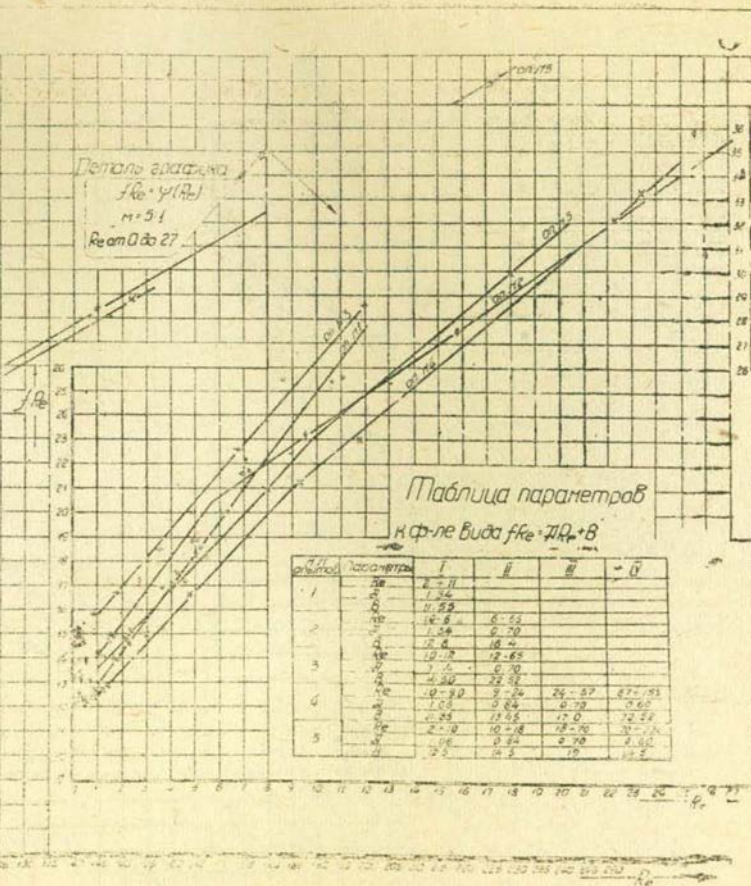
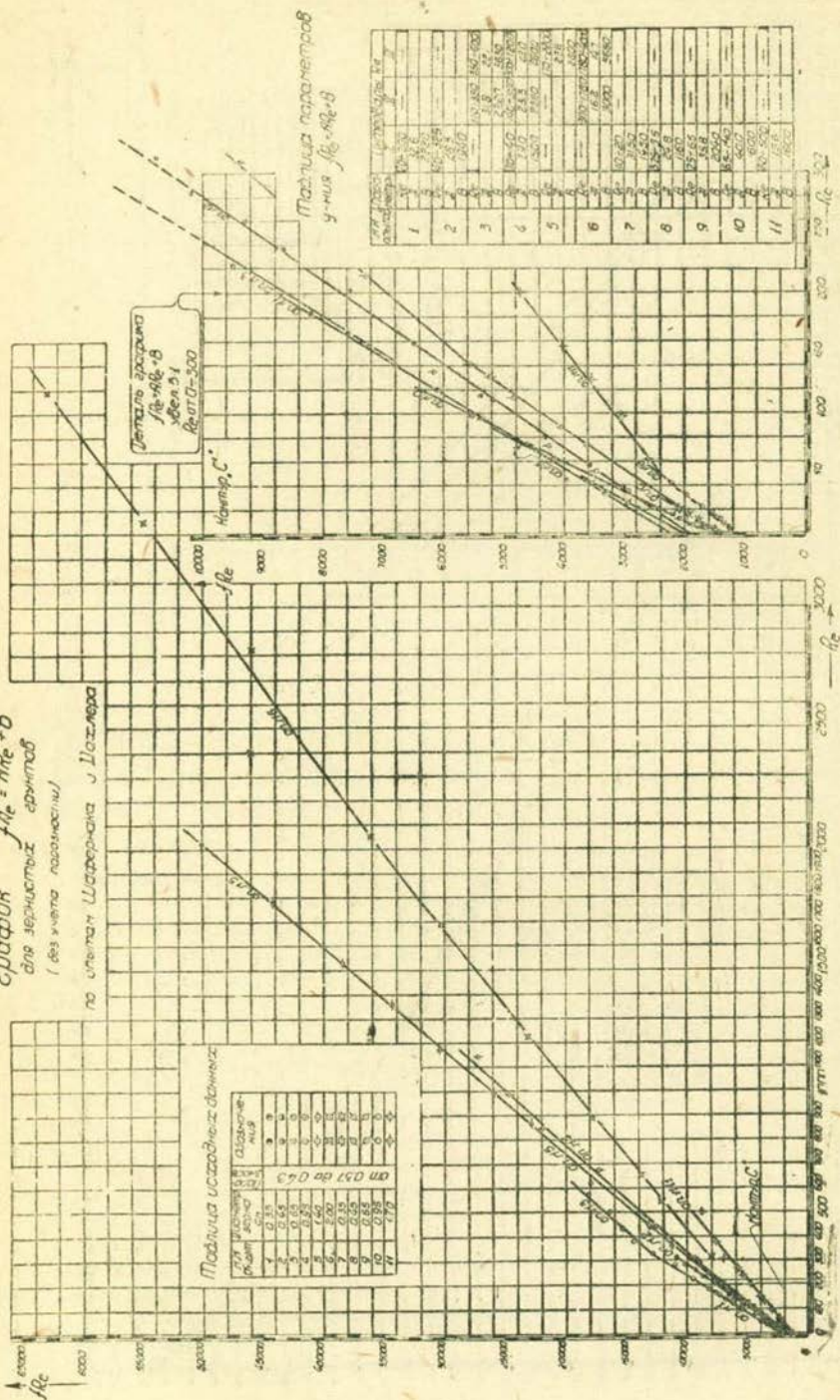
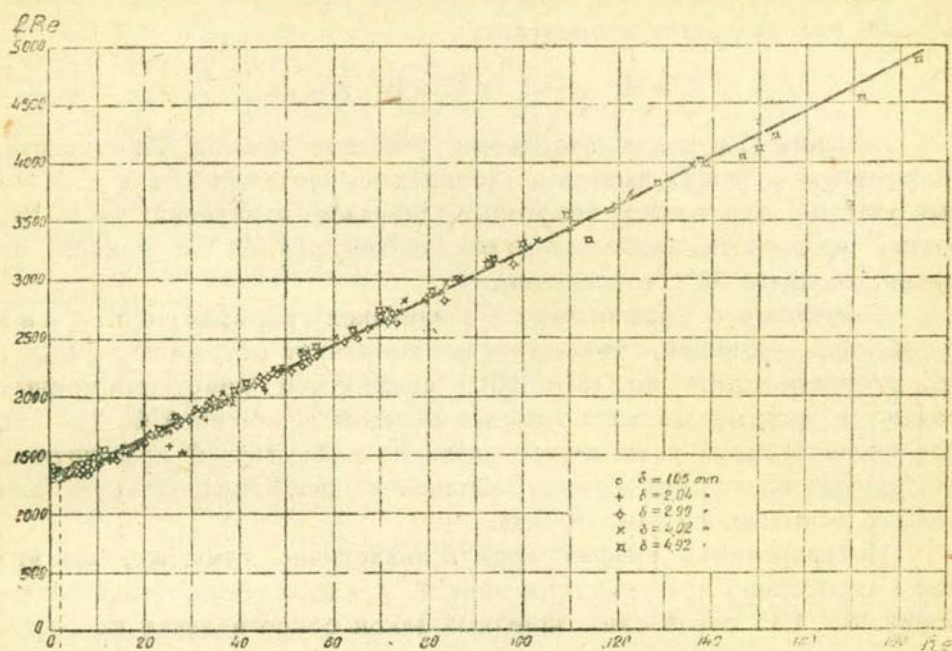


График $f_{Re} = Re + B$
для зернистых сред
(без учета пористости)

по опытам Шварцмана и Лазарова





Черт. 10.

По мере дальнейшего роста числа Re зависимость f от Re постепенно отклоняется от гиперболической. В условиях нашего эксперимента нам не удалось довести поток до состояния, отвечающего постоянному значению f . Однако, по аналогии с результатами наших экспериментальных исследований с шероховатыми щелями, можно утверждать, что f , начиная с некоторого значения числа Re , станет постоянным

$$f = B = \Phi(m, \varphi), \quad \dots (26)$$

где $B = \text{const.}$ для заданного значения m и Φ .

Из (26) можно заключить, что движение в этой области следует квадратичному закону сопротивления.

Из выражений (26), (5) и (6) получим

$$v = \sqrt{\frac{g}{B} d l} = k_1 \sqrt{I}. \quad \dots (27)$$

Между рассмотренными областями линейного и квадратичного закона сопротивления заключена весьма обширная промежуточная область режима переходного. Для нее

$$f = \frac{C}{Re^n} \quad \dots (28)$$

где C и n для каждой кривой семейства представляют собою некоторые функции от Re , а для всего пучка функцию от Re , m и Φ .

Выражение (23) и (26) можно рассматривать, как предельные для (28) при равенстве в пределах:

$$C = A, \quad n = 1 \quad \text{и} \quad C = B; \quad n = 0.$$

Значения C и n для отдельных участков опытов Линдквиста, Шаффернака и наших даются в таблицах на чертежах 3, 4 и 5. Каждый участок охватывает некоторый диапазон изменений числа Re , взятый из расчета наибольшего отклонения прямой от кривой, не превосходящего 10% от величины f .

К чертежу 6. График черт. 6 аналогичен графикам черт. 3, 4 и 5 с той лишь разницей, что по осям координат отложены gRe_m и $l g f_m$, определенные по (15) и (16), в связи с чем пометками кривых являются частные значения главным образом переменной Φ . Так как для исследованных нами песков различие в факторе Φ незначительно, кривые всех пяти опытов слились в одну, справедливую для любого испытанного нами грунта.

Интерпретируя график черт. 6 аналогично тому же, как это было исполнено для графиков черт. 3, 4 и 5, получим, что для значений $Re < 1,1^*$ справедлив линейный закон сопротивления и

$$f_m = \frac{A_m}{Re_m} \quad \dots (29)$$

где $A_m = \psi_m(\Phi)$.

A_m — для всех исследованных образцов с достаточной степенью точности можно принять постоянным и равным 14.

Из выражения (29), (15) и (16) получим

$$v = \frac{gd^2 m^3}{18 A_m V(1-m)^2} \cdot I = k I. \quad \dots (30)$$

Для области больших значений Re_m справедлив квадратичный закон сопротивления, следовательно

$$f_m = B_m = \psi_m(\Phi), \quad \dots (31)$$

где $B_m = \text{const.}$ для заданного значения Φ .

Для переходной области

$$f_m = \frac{C_m}{(Re_m)^n}, \quad \dots (32)$$

где C_m и n некоторые функции от Re_m и Φ .

Значения этих коэффициентов для наших опытов в пределах отдельных участков изменения Re_m даются на черт. 6 (принимая приблизительно C_m и n постоянными для каждого участка изменения Re_m).

* По осредненной кривой.

К чертежам 7, 8, 9 и 10. Графики, приведенные на чертежах 7, 8 и 9 показывают, что для области переходной от линейного к квадратичному закону сопротивления уравнение $iRe = \varphi(Re)$ изображается кривой, следовательно, функция φ не ниже второго порядка. Здесь, по всей видимости, окажутся справедливыми зависимости (21) и (22).

Если разбить кривые на отдельные участки, то в их пределах кривые с достаточной степенью точности можно заменить прямыми, представляющими собою уравнение (20) с параметрами, отвечающими каждому участку. Воспользовавшись этим обстоятельством, в нашей обработке криволинейную зависимость заменили прямолинейной, подсчитав для каждого участка кривой коэффициенты A и B уравнения (20). Их значения даны в таблицах на чертежах 7, 8 и 9.

Как показывает черт. 10, опытные данные Линдквиста, охватывающие область сравнительно малых значений Re , укладываются в зависимость (20).

6. Некоторые обобщения

Опытно полученные нами данные и устанавливаемые ими закономерности движения воды в зернистых грунтах определяют этот вид движения воды как частный случай руслового потока в твердых стенках и позволяют его рассматривать как предельный, к которому стремится движение воды в шероховатых щелях, по мере увеличения относительной шероховатости щели.

Сопоставление полученных нами зависимостей между факторами, определяющими напорное движение воды в зернистых грунтах, шероховатых и гладких щелях, а также результатов исследований других авторов, главным образом, для напорного движения в гладких и шероховатых трубах (Кармана, Прандтля, Шиллера, Никурадзе и др.) позволило сделать ряд выводов и обобщений, изложенных в нашей работе „Движение воды в щелях“ (14).

Переходя к зернистым грунтам, отметим прежде всего, что как и следовало ожидать, движение грунтовых вод, представляя собою частный случай движения руслового потока и подчиняясь общим закономерностям, проходит последовательно различные по своему режиму области, от движения, следуемого закону Дарси с линейным законом сопротивления, до движения с квадратическим законом сопротивления.

Чертежи 3, 4, 5 и 6, графически изображающие функциональную зависимость между факторами, определяющими движение, показывают, что для фильтрации в зернистом грунте характерен постепенный переход от области движения с линейным законом сопротивления к области движения с чисто квадратичным законом сопротивления.

Второй особенностью фильтрации в зернистых грунтах является

значительный охват движения переходной областью от линейного к квадратичному закону сопротивления.

Третьей характерной особенностью являются совершенно иные, резко отличные значения числа Рейнольдса, отвечающего началу отклонения от линейного закона сопротивления, для зернистого однородного грунта по сравнению с другими случаями русловых потоков (например, движение в трубах), изученными экспериментально различными исследователями. На это обстоятельство указывают в своих работах Павловский, Ведерников, Линдквист, Немени, Зихард, Форхгеймер и другие.

Значительно меньшее значение верхнего предела применимости линейного закона сопротивления для движения воды в зернистых грунтах по сравнению с движением воды в гладких трубах и призматических руслах некоторые исследователи объясняли более ранним возникновением турбулентности, продиктованным влиянием извилистости и неправильности тех „фильтрационных трубок“, по которым происходит движение грунтового потока.

При таком объяснении возникают сомнения насколько вероятно столь раннее зарождение турбулентности и столь значительное влияние неправильности формы трубок на положение порога возникновения турбулентности. По этому поводу Форхгеймер отмечает: „Нельзя допустить, что в неправильных порах песка движение станет турбулентным настолько легче, чем в правильной формы водоводах, хотя, правда, расхождение стенок чрезвычайно способствует, по мнению Рейнольдса, переходу к турбулентности“. Объяснение отклонения от закона Дарси при малых числах Рейнольдса зарождением турбулентности встречает также возражение в фактах не столь низкого начала завихрения в опытах Гампеля с расходящимися насадками (16).

Далее Форхгеймер указывает: „Даже тогда, когда движение совершается в крупном щебне, оно все таки остается ламинарным. Это обнаруживается, если в поток грунтовой воды прилить раствор соли и время от времени брать пробы ниже по течению. Так как средние струи опережают остальные, а боковые струи следуют медленно, то на месте взятия проб содержание соли в пробах нарастает быстрее, чем падает“ (16).

Учитывая изложенное, следует согласиться с мнением, высказанным Линдквистом, который объясняет отклонение от закона Дарси не турбулентностью, а влиянием сил инерции, возникающих вследствие изменений сечения „фильтрационных трубок“ и их извилистости.

Этот фактор, начиная с некоторого предела скорости движения грунтовой воды, оказывает ощутимое воздействие и создает отклонение от линейного закона сопротивления, справедливого для случая сил инерции пренебрежимо малых.

Подтверждением этому положению служит весьма интересный

факт, наблюдаемый в своих опытах Шаффернаком и Дахлером. Проводя серию опытов с целью установления влияния температуры воды на фильтрацию, Шаффернак и Дахлер относительно некоторых из них отмечают что „несмотря на преимущественно турбулентный характер потока в пустотах засыпки, температура и тем самым вязкость воды имеет относительно большее влияние, чем при турбулентном движении сплошных водных масс“. Причину этого явления следует искать в том, что в отклонении от закона Дарси играют значительную роль силы инерции и фактор турбулентности вступает в действие значительно позднее начала отклонения от закона Дарси.

В толковании отмеченного явления нельзя согласиться с Шаффернаком, который указывает, что „причина подобного поведения (т. е. большого влияния температуры) несомненно в том, что благодаря большой внутренней поверхности засыпки, зависящее от температуры, течение в пограничном ламинарном слое имеет сравнительно большее влияние на общее сопротивление потока“. Такое объяснение установленному весьма интересному факту, очевидно, противоречит основным законам подобия движений жидкости.

Наличие дополнительной причины, диктующей отклонение от закона Дарси, показывают также поставленные Линдквистом опыты с движением воды в трубах с попеременно расширяющимся и суживающимся поперечным сечением. Для таких труб опыты Линдквиста дали критическое число Рейнольдса, равное 544 (8).

Итак, в результате изучения фактов и различных мнений по данному вопросу, приходим к выводу, что в случае движения воды в зернистой среде отклонение от линейной зависимости сопротивления (от закона Дарси) начинается под воздействием сил инерции значительно ранее возникновения турбулентности, и лишь затем вступает в действие также фактор завихрения потока.

Сопоставление опытов в зернистом грунте с нашими исследованиями движения вод в шероховатых щелях показывает, что второй фактор, т. е. турбулентность также должен с некоторого предела оказывать существенное воздействие (14).

Суммируя свое воздействие, оба фактора постепенно приводят к движению с квадратичным законом сопротивления.

Изложенное представление о причинах, определяющих закон сопротивления движению, заставляет нас различать характерные и критические значения числа Рейнольдса. Под первыми мы подразумеваем значения числа Рейнольдса, отвечающие началу или концу области движения с одним и тем же законом сопротивления. Критическими числами всегда будут значения числа Рейнольдса, отвечающие изменению режима потока. Первые обозначаем через N , вторые — через $(Re)_{кр}$.

Как вытекает из сказанного ранее N не всегда будет критическим числом, в то время как всякое критическое число непременно

будет отвечать изменению закона сопротивления, т. е. явится также числом характерным.

Параллельное изучение движения в зернистых грунтах, в шероховатых и гладких щелях позволило нам получить постепенный и закономерный переход характерных и критических чисел от больших их значений, свойственных движению в открытых руслах, и до малых значений, отвечающих движению грунтовых вод через зернистую среду (в наших опытах через однородный песчаный грунт) (14).

Для значения N_1 , представляющего собою число Рейнольдса, отвечающее началу отклонения от закона Дарси, можно получить различные величины в зависимости от того, какое принять выражение для числа Re .

Ряд исследователей принимает

$$Re^I = \frac{vd}{V}$$

В этом случае

$$N_1^I = \frac{v_1 d}{V} \quad \dots \dots (33)$$

По опытам Линдквиста N_1^I получено равным ~ 4 ; по опытам Шаффернака и Дахлера 3—6, по нашим опытам 0,5—4.

Наши опыты устанавливают закономерную зависимость числа N_1^I от диаметра однородного грунта: чем меньше диаметр, тем меньше значение N_1^I . Это обстоятельство следует объяснить влиянием относительной шероховатости $\frac{e}{d}$, падающей с возрастанием диаметра зерна однородного грунта.

Безразмерное число Re , можно выразить через некоторую осредненную скорость u_c и среднеобъемный гидравлический радиус r . В таком случае $Re^{II} = \frac{u_c r}{V}$ и, как следует из § 5, N_1^{II} определится из следующей формулы:

$$N_1^{II} = \frac{1}{6(1-m)} \cdot \frac{v_1 d}{V} \quad \dots \dots (34)$$

Формула (34) отличается от (33) коэффициентом $\frac{1}{6(1-m)}$, учитывающим влияние пористости m .

N_1^{II} , определенное по (34) для наших опытов, оказалось равным 0,15—1,10, а по осредненной кривой 1,1 (черт. 6).

С целью сравнения приведем также определение N_1 по выражению числа Re , составленному для мест наибольшего сужения сечения пор и максимальных скоростей движения воды. Расчет ведем, пользуясь моделью фиктивного грунта и формулами Сликтера (6), (17) и (18).

Гидравлический радиус для наиболее узких сечений пор, принимая сечение их за круг, определится из формулы:

$$r = \frac{d}{2} \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left(\sin\theta - \frac{\pi}{4} \right)} \quad \dots \dots (35)$$

Отношение между скоростью фильтрации и скоростью движения воды в узких сечениях пор

$$n = \frac{v}{U_{\max}} = \frac{\sin \theta - \frac{\pi}{4}}{\sin \theta} \quad \dots \dots (36)$$

Здесь θ по Слихтеру угол граней ромбоэдра и связан с пористостью „ m “ следующим выражением:

$$m = 1 - \frac{\pi}{6(1 - \cos \theta) \sqrt{1 + 2 \cos \theta}}$$

Число Re для наиболее узкого сечения пор

$$Re^{III} = \frac{U_{\max} r}{V} \quad \dots \dots (37)$$

После подстановки в (37) значения r из (35) и значения $U_{\max}$ через v из (36) получим:

$$N_1^{III} = V \frac{\sin \theta}{8\pi(\sin \theta - \frac{\pi}{4})} \frac{v_1 d}{V} \quad \dots \dots (38)$$

Подсчитанные по формуле (38) N_1^{III} для наших опытов равны 0,25—2,0, т. е. примерно в 2 раза больше числа N_1^{II} .

Если отнести число Рейнольдса не к гидравлическому радиусу, а к диаметру наиболее суженного сечения пор, то величина N_1^{III} увеличится в 4 раза и будет равна 1—8, что дает хорошее совпадение с другими исследованиями (8).

Павловский, идя тем же путем и используя работы Слихтера, пришел к формуле для определения критической скорости

$$V_{н.кр.} = \frac{1}{6,5} (0,75m + 0,23) \frac{\mu(Re)_{б.кр.}}{\rho d}, \quad \dots \dots (39)$$

$$\text{откуда } (Re)_{б.кр.} = \frac{6,5}{0,75m + 0,23} \frac{V_{н.кр.} d}{V} \quad \dots \dots (40)$$

В формуле (40) Re выражено через диаметр узкого сечения пор. При переходе к гидравлическому радиусу получим:

$$(Re^{\pi})_{в.кр.} = \frac{6,5}{3m + 0,92} \frac{V_{н.кр.} d}{V} \quad \dots \dots (41)$$

В формуле (41) сомножитель $\frac{1}{3m + 0,92}$ представляет собою упрощенное выражение для $\frac{\sin \theta}{V \sqrt{8\pi(\sin \theta - \frac{\pi}{4})}}$ из формулы (38),

дающее при расчетах погрешность менее 2% (6). Следовательно, формула (41) отличается от формулы (38) лишь коэффициентом 6,5, который Павловским введен в связи с тем, что им определялось верхнее критическое число по нижней критической скорости. Этот коэффициент получен как отношение между верхним и нижним критическими числами из опытов с движением воды в трубах.

Если бы мы пожелали определить верхнее критическое число, то для этого все же неприемлемо применять формулу (41), так как отношение между нижним и верхним критическими числами, взятое из опытов с движением воды в трубах, нельзя непосредственно перенести на движение грунтовых вод, вследствие известного своеобразия данного случая руслового потока и более сложных процессов, порождающих отклонения от линейного и переход к квадратичному закону сопротивления.

Таким образом, при расчете N_1 для мест сужения пор следует пользоваться формулой (38), еще лучше формулой (41), как более простой и достаточно точной, но без коэффициента 6,5, т. е. в виде

$$N_1^{IV} = \frac{1}{3m + 0,92} \cdot \frac{v_1 d}{V} \quad \dots \quad (42)$$

Сравнительный анализ различных выражений для N_1 приводит нас к выводу, что N_1^{II} (34) является наиболее приемлемым. Его основное преимущество, по сравнению с числом N_1 (33), заключается в учете влияния порозности грунта m .

Число N_1^{III} и N_1^{IV} , если строго следовать логике их вывода, будут справедливы лишь для „ m “, отвечающего наиболее плотной укладке зерен (при $\Theta = 60^\circ$). Это положение вытекает из анализа выражения (35) для гидравлического радиуса, использованного при выводе формул (38) и (42), справедливого только при $\Theta = 60^\circ$.

Значение характерного числа Рейнольдса N_2 , при котором движение переходит к квадратичному закону сопротивления, как указывалось, опытно не достигнуто. Учтя предельные значения Re , достигнутые в опыте, и применяя для N_2 те же обозначения I, II, III, IV, отвечающие различным выражениям числа Рейнольдса, получим $N_2^I > 1000$; $N_2^{II} > 250$; $N_2^{III} \cong N_2^{IV} > 500$.

Отношение $\frac{N_2}{N_1} > 250$. Большая величина этого отношения показывает значительный охват движения переходной областью, заключенной в пределах изменения Re от N_1 до N_2 .

Полученные значения N_1 , определяющие верхний предел применимости закона Дарси, указывают на распространенность его практического приложения, несмотря на сравнительно малые значения числа N_1 .

Высокие значения N_2 показывают, что область движения с квадратичным законом сопротивления будет достигнута для зернистых грунтов лишь при весьма больших значениях градиента. Для песков, гравия и даже гальки природного мехсостава мы, практически, в гидротехническом строительстве нигде не встретим квадратичного закона сопротивления, подчиняющегося формуле Шези, за исключением местных явлений резкого возрастания градиентов на отдельных участках поля давления, например, при подходах к дренажам или в так называемых особых точках.

Как следует из всего содержания нашего сообщения, изучение геометрии фильтрации зернистых грунтов далеко себя не исчерпало, и дальнейшие исследования движения грунтовых вод в этом направлении крайне необходимы.

Их следует проводить, прежде всего, в увязке с современной геотехникой, изучающей физико-химическую природу грунта и процессов, в нем происходящих.

Институт Геологических Наук
Академии Наук Арм. ССР

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. С. В. Избаш—О фильтрации в крупнозернистом материале. Изв. Н-И. Ин-та Гидротехники, № 1, 1931 г.
2. С. В. Избаш—Основы лабораторного дела в гидротехнике, 1938 г.
3. P. Nemenyi—Über die Gültigkeit des Darcy'schen Gesetzes und dessen Grenzen. „Wasserkraft und Wasserwirtschaft“, 14 Heft, 16 Juli 1934.
4. F. Schaffernak und R. Dachler—Das Wiedestandsgesetz für die Wasserströmung durch Kies. „Die Wasserwirtschaft“, № 15, 1934.
5. М. А. Великанов—Динамика русловых потоков, 1946 г.
6. Н. Н. Павловский—Теория движения грунтовых вод под гидротехнич. сооруже- и ее основные приложения, 1922 г.
7. Б. Б. Девисон—Движение грунтовых вод. Академия Наук СССР, 1938 г.
8. В. В. Ведерников—Теория фильтрации и ее применение в области ирригации и дренажа, 1939.
9. П. Ф. Горбачек—Формулы скорости течения жидкости, 1936 г.
10. П. В. Бриджмен—Анализ размерностей, 1934 г. (Перевод с английского).
11. А. Н. Зегзедя—Теория подобия и методика расчета гидротехнических моделей, 1938 г.
12. Б. А. Бахметев—Механика турбулентного потока, 1939 г. (Перевод с английского).
13. Л. Шаллер—Движение жидкостей в трубах, 1932 г. (Перевод с английского).
14. Г. М. Ломизе—Движение воды в щелях, 1946 г.
15. Г. М. Ломизе и В. М. Насберг—Напорное движение воды в трещиноватых породах. Отчет за 1939 г. Закавказского Н-И Ин-та Водного Хоз-ва (ЗакНИИВХ). (Рукопись).
16. Ф. Форхгеймер—Гидравлика, 1935 г. (Перевод с немецкого).
17. Л. С. Лейбензон—Нефтепромысловая механика. Часть II, 1934 г.
18. Л. С. Лейбензон и др.—Гидравлика, 1934 г.
19. В. Зигель—Фильтрация 1939 г. (Перевод с немецкого).

Գ. Մ. Լսմիզե

ՖԻԼՏՐԱՑԻԱՆ ՀԱՏԻԿԱՎՈՐ ԳԵՏԻՆՆԵՐՈՒՄ

Ա. Մ. Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հաղորդման մեջ շարադրվում են համասեռ հատիկավոր գետիններում ջրի ճնշումային համաչափ շարժման փորձնական ուսումնասիրության ար-դյունքները: Շարժման այս տեսակը դիտվում է որպես այն սահմանը, դե-պի որը ձգտում է ջրի ճնշումային համաչափ շարժումը անողորմ ճեղքե-րում՝ հարաբերական անողորմության մեծացմանը գուցենթաց:

Հեղինակի կատարած փորձերի արդյունքների, ինչպես նաև Խզրաշի, Լինդկվիստի, Շաֆֆերնակի և Դախլերի նմանօրինակ հետազոտությունների ավյալների հիման վրա՝

1. Սահմանվում են հատիկավոր դետրիններում ֆիլտրացիայի հիմնական օրինաչափությունները՝ լամինար, անցումային և տուրբուլենտ ուժի մեծերի դեպքում:

2. Որոշվում են Re թվի բնորոշ նշանակությունները, որոնց սակ հասկացվում են անցումային մարդի սահմաններին համապատասխանող Re նշանակությունները:

3. Բացատրվում է, որ Դարսիի օրենքի կիրարկելիության վերին սահմանը որոշվում է անկանոն գծազրուծյուն ունեցող ծակոտիներով ջրի շարժման ժամանակ իներցիայի ուժերի ներդրումով, և ոչ թե տուրբուլենտայնության առաջացումով:

4. Տրվում են բնորոշ թվերի նշանակությունները և բացահայտվում է հատիկավոր միջավայրում ջրի ճնշումային շարժման նկատմամբ դիսպրոպիան ու Ռեյնոլդսի բնորոշ թվերի նշանակության վրա զանազան դորժոնների ազդեցության տեսակարար կշիռը:

G. M. Lomise

About the Filtration through Grainy Grounds

S u m m a r y

In the paper there are reported the results of the experimental study of the even head motion of water in uniform grainy grounds. This kind of motion is considered as that limit to which the even head flow of the water tends in roughened slits as the relative roughness increases.

On the ground of the results of the experiments carried out by the author and the corresponding investigations of Isbash, Lindquist and Schaffernak and Dachler:

1) the principal conformities for the filtration in grainy grounds for the laminar, transition and turbulent flow regime are set,

2) the characteristic data of Reynolds number are determined, implied as Re -number responsible for the bounds of the transition field,

3) the upper limit of the applicability of Darcy's law is explained to be determined by the action of the inertia during the flow through the pores with irregular contours and not the appearance of turbulence,

4) the data of the characteristic Re -numbers are given, and both, the weight of the influence of the different factors on the resistance to the head motion of water in grainy medium and the data of the characteristic Re -numbers are explained.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԺՈՂՈՎԸ

1947 թվականի հունվարի 15-ից մինչև 18-ը տեղի ունեցավ Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի Ընդհանուր Ժողովը՝ մասնակցությամբ Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի հիմնադրների ղեկավար ու գիտական աշխատակիցների, կենտրոնական կազմակերպությունների, մամուլի և սովետական ինտելիգենցիայի ներկայացուցիչների:

Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի վիցե-պրեզիդենտ,
Ակադեմիայի իսկական անդամ Վ. Հ. Համբարձումյանի
ներածական խոսքը.

Ընկերներ: Թույլ տվեք սկսել Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի Ընդհանուր Ժողովի աշխատանքները:

Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի ներկա նստաշրջանը գումարվել է այն պահին, երբ նա, մեր երիտասարդ Ակադեմիան, թեև խիստ է իր աշխատանքների չորրորդ տարին: Այսօր մեր Ակադեմիան ավարտելով իր կյանքի կազմակերպական շրջանը, հաջորդել է քննելու մի շարք գիտական հարցեր, որոնք մշակվել են նրա իսկական և թղթակից անդամների կողմից:

Ընկերներ: Քանի որ Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի Նախագահությամբ կազմի լիազորությունների ժամկետն արդեն լրացել է, ուստի ներկա Ընդհանուր Ժողովի նստաշրջանը պետք է ընտրի Ակադեմիայի Նախագահության նոր կազմ, որը, թեպետ Ակադեմիայի կազմակերպական շրջանն արդեն անցել է, բայց կանգնած կլինի ոչ ավելի թեթև խնդիրների առաջ, քան նախորդ կազմը: Նախագահության այն կազմը, որ կընտրվի այստեղ, պարտավորություն կստանձնի իրազործելու մեր մեծ առաջնորդ ընկեր Ստալինի կողմից առաջադրված խնդիրները, այդ թվում նաև այն, որ ընկեր Ստալինն ասել է, թե մեր գիտնականները պետք է գերազանցեն մեր երկրի սահմաններից դուրս գիտության ունեցած նվաճումներին:

Ընկերներ: Թույլ տվեք Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի Ընդհանուր Ժողովի նիստը հայաարարել քաջված, նշելով, որ մեր նստաշրջանին մասնակցում են Ակադեմիայի իսկական և թղթակից անդամները: Մի քանի ընկերներ, որոնք այս կամ այն պատճառով հնարավորություն չեն ունեցել մասնակցելու ներկա նստաշրջանին, այդ մասին հաղորդել են հեռագրերով և նամակներով: Այդ ընկերներին թվում են նաև Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի Պրեզիդենտ, իսկական անդամ, ակադեմիկոս Հ. Ա. Օրբելին, Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի իսկական անդամ, ակադեմիկոս Լ. Ա. Օրբելին, որոնք աշխատանքով ծանրաբեռնված լինելով, չեն կարողացել ժամանել Ֆրեյդանի՝ մասնակցելու Ակադեմիայի ներկա նստաշրջանին: Նույնպես մեծ ցավ են հայտնել Ակադեմիայի իսկական անդամ, ակադեմիկոս Ա. Բ. Ալիխանովը, Ակադեմիայի իսկական անդամ Կ. Ն. Պաֆենհոլցը և մի շարք թղթակից անդամներ, որոնք հնարավորություն չեն ունեցել մասնակցելու Ակադեմիայի Ընդհանուր Ժողովի ներկա նստաշրջանի աշխատանքներին:

* *

Հունվարի 15-ին Ընդհանուր Ժողովը լսեց Ակադեմիայի իսկական անդամ Ա. Ի. Ալիխանյանի ղեկուցումը հետևյալ թեմայով. «Արագածի վրա կոսմիկական հառադայթների գծով կառավարված հնգամյա հետազոտությունների արդյունքները»:

Հունվարի 16-ին Ընդհանուր Ժողովը լսեց Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի վիգե-պրեզիդենտ, իսկական անդամ Վ. Հ. Համբարձումյանի ղեկուցումը Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի 1946 թվականի գիտա-հետազոտական աշխատանքների հիմնական արդյունքների և 1947 թվականի հիմնական պրոբլեմների մասին, Զեկուցողը հանդամանորեն կանգ առավ այն թեմաների վրա, որոնց ուսումնասիրությամբ 1946 թվականի ընթացքում զբաղվել է Ակադեմիայի գիտական աշխատողների կոլեկտիվը, նշելով ստացված արդյունքներն ըստ գիտության տարրեր՝ բնագիտական, ինչպես նաև այն հիմնական պրոբլեմները, որոնց ուսումնասիրությամբ Ակադեմիայի գիտահետազոտական հիմնարկներն զբաղվելու են 1947 թվականի ընթացքում:

Ընկ. Վ. Համբարձումյանն իր ղեկուցումն ավարտում է հետևյալ խոսքերով. «Պետք է նկատել, որ ֆիզիկո-մաթեմատիկական գիտությունների գծով մենք բավականին խոշոր հաջողություններ ենք ձեռք բերել անցած երեք տարիների ընթացքում: Նույնը կարելի է ասել նաև բիոլոգիական գիտությունների նկատմամբ: Սակայն, մեր թեքությունները շատ ավելին են, քան հաջողությունները: Մեր հաջողությունները սերտորեն կապված են Սովետական Կառավարության անմիջական օգնության հետ, մասնավորապես Հայաստանի Կոմունիստական (բոլշևիկների) Պարտիայի Կենտրոնական Կոմիտեի քաջատուգար ընկեր Ֆրիդրիկ Հարությունյանի ցույց տված անմիջական օգնության հետ: Այժմ մեր ցանկությունը պիտի լինի 1947 թվականին ավելի մեծ պահանջներ ներկայացնել մեր գիտական աշխատողներին գիտություն բնագավառում: Եթե մենք մեր պահանջներն ուժեղացնենք՝ նրանց նկատմամբ, այն ժամանակ մենք կհասնենք նորանոր արդյունքների և ի վիճակի կլինենք լուծելու այն խնդիրները, որոնք դրվում են մեր առաջ մեր Պարտիայի և Կառավարության կողմից:

Ակադեմիայի վիգե-պրեզիդենտ, իսկական անդամ Վ. Հ. Համբարձումյանի ղեկուցման շուրջը բացված մտքերի փոխանակությանը մասնակցեցին՝ Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ Ա. Զ. Թամամյանի, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ Հ. Կ. Մադաթյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ Ա. Հ. Տերտբյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ Ա. Ի. Ալիխանյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ Լ. Մելիքեթ-Բեկ, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ Ս. Կ. Կարապետյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ Գ. Ա. Ղափանցյան և ընկ. Վ. Վեմյան:

Ընդհանուր Ժողովը խոսելով Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի վիգե-պրեզիդենտ, իսկական անդամ Վ. Հ. Համբարձումյանի ղեկուցումը Ակադեմիայի 1946 թվականի գիտա-հետազոտական աշխատանքների հիմնական արդյունքների և 1947 թվականի հիմնական պրոբլեմների մասին, որոնց՝ հավանություն տալ 1946 թվականի ընթացքում կատարված աշխատանքների արդյունքներին և հաստատել 1947 թվականի համար նշված հիմնական պրոբլեմները:

Հունվարի 16-ին, նախքան Ակադեմիայի Պրեզիդենտի ընտրության անցնելը, ընդհանուր Ժողովում կարգադրվեց Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի Պրեզիդենտ, ալկադեմիկոս Հ. Ա. Օրբելու հետևյալ նամակը.

Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի իսկական անդամների և թղթակից անդամների Ընդհանուր Ժողովին:

Ողջունելով Ակադեմիայի Ընդհանուր Ժողովը, որ զուամրվել է նրա՝ Ակադեմիայի գործունեության եռամյակը բոլորելու կապակցությամբ, ես սրտանց ցավում եմ, որ հակառակ իմ սպասելիքների և մտադրության՝ մասնակցելու այդ սեսիայի աշխատանքներին, հանգամանքներն այնպես դասավորվեցին, որ այս անգամ ես հնարավորություն չունեմ գալու Երևան, գիտակառն ղեկուցումով մասնակցելու սեսիայի աշխատանքներին և անձամբ, հայտարարություն անելու իմ, որպես Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի իսկական անդամի, աշխատանքների հետագա կազմակերպման առնչությամբ:

ՍՍՌ Միութեան Գիտությունների Ակադեմիայի Հայկական ֆիլիալի գոյության ժամանակաշրջանում զբաղվելով ֆիլիալի նախագահության նախագահի պոստը, ես, իմ ուժերը ներածին չափ, ձգտել եմ այնպես կազմակերպել ֆիլիալի աշխատանքները և հասնել նրա այնպիսի մեթոդական Հայաստանի այլ գիտական հիմնարկներին հետ, որպեսզի Ռեսպուբլիկայի գիտական ուժերին համալսման հետեանքով հող պատրաստված լինի հարց դնելու Հայաստանում Ռեսպուբլիկական Գիտությունների Ակադեմիա հիմնելու հնարավորության մասին:

Ես անսահման երջանիկ եմ, որ Հայաստանի գիտական կազմակերպությունների համերաշխ ջանքերը, Ռեսպուբլիկայի Կառավարության և պարտիական ղեկավարության ամենօրյա հողատարությունների ու բազմակողմանի աջակցությամբ կազմակերպվում, այդպիսի հող իրոք ստեղծվեցին, և որ 1943 թվականին Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիան սկսեց իր գործունեությունը:

Ակադեմիայի կազմակերպման առաջին շրջանում, նրա ղեկավար օրգանների ձևավորման պրոցեսում, ես հնարավորություն ունեի և իմ պարտքն էի համարում, պատրաստակամություն հայտնելով ըստ ամենայնի աջակցելու երկրասարդ Ակադեմիայի ամբողջական գործին, միևնույն ժամանակ կասկած հայտնելու, որ հազիվ թե ես ի վիճակի կլինեմ հաջողությամբ իրագործելու Ակադեմիայի պրեզիդենտի պարտականությունները, քանի որ ես չեմ կարողանում երևանում կենտրոնանալ կազմակերպական աշխատանքների վրա: Սակայն, արժանանալով Ակադեմիայի պրեզիդենտ ընտրվելու պատվին, ես ձգտում էի, ուժերս ներածին չափ, կազմակերպական պատասխանատու աշխատանք կատարել ընդհուպ մինչև այն մոմենտը, երբ իմ ղեկավարությամբ էվակուացվում և քրոկադալի ժամանակ խիստ տուժած Պետական էրմիտաժի վերականգնման անհետաձգելի աշխատանքներն ինձ ետ կանչեցին Լենինգրադ՝ ղեկավարելու Թանգարանի վերականգնման աշխատանքները:

Այս աշխատանքները, շնքերի վիճակի կազմակերպությամբ, շատ ավելի բարդ ու երկարատև եղան, քան ես կարծում էի. դրանք ավելի ես բարդացան ծագած համապետական կարգի լրացուցիչ անհետաձգելի խնդիրներով. այդ հանգամանքը երկու տարի շարունակ ինձ համար բացառում էր երևան գալու հնարավորությունը և իմ մասնակցությունը Ակադեմիայի կազմակերպական գործունեության մեջ սահմանափակում էր լուրջ նրա՝ Ակադեմիայի զարգացման հաջողությունները գիտելով, սակայն, չզրկելով ինձ հայ ժողովրդի կուլտուրայի պատմության բնագավառում իմ գիտական աշխատանքը, շարունակելու հնարավորությունից:

Ակադեմիայի աշխատանքի առաջին եռամյակը, իսկ դրա հետ մեկտեղ նաև առաջին նախագահության լրագործությունների ժամկետը լրացել է, և այդ, ըստ էության, համընկնում է կազմակերպման շրջանի ավարտմանը Ակադեմիայի կյանքում: Ես խորապես համոզված եմ, որ հետագայում Ակադեմիայի աշխատանքների հաջողությունը, բացի գիտական խնդիրները կատարելու համար նրա բոլոր գիտական ուժերի լարումից, կախված կլինի Ակադեմիայի նախագահության այնպիսի կազմակերպումից, երբ պրեզիդենտը և վիցե-պրեզիդենտը ամենօրյա մասնակցություն կունենան Ակադեմիայի և նրա համապատասխան ինստիտուտների կյանքին: Միտմամանակ, հաշվի առնելով իմ տարիքը և ելնելով ջերմ ու անհողող պահանջից՝ ավարտելու վաղուց ձեռնարկած մի շարք գիտական աշխատանքները, այդ թվում, և առաջին հերթին, իմ հիմնական գիտական մասնագիտություն՝ հայագիտության դժուր, և միևնույն ժամանակ իմ մեջ ուժ չզգալով հրաժարվելու գիտական և կազմակերպական աշխատանքից էրմիտաժում, որին ես տվել եմ իմ, որպես գիտական աշխատողի, ամբողջ կյանքի երկու երրորդը և որտեղ ես երջանկություն եմ ունեցել կազմակերպելու հատուկ Արևելադիտական Բաժին, որն իր խնդիրներն մեջ է առնում, առաջին տեղերից մեկում, հայագիտության և, ամբողջությամբ առած՝ կուլտուրալիտության ոլորտները.— ես քնամ հնարավորություն չունեմ այլ հիմնարկում, առավել ևս Լենինգրադից հեռու, որե՛ն կազմակերպական աշխատանք կատարելու թեկուղ փորձ անել:

Հաստատ հույս հայտնելով, որ հետագայում ես կարող եմ օգտակար լինել Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիային որպես նրա իսկական անդամը, որն իրագործում է իր հետազոտական աշխատանքը և մասնակցում է կրթչիտվ գիտական աշխատանքին, ես լրջորեն եմ Ընդհանուր Ժողովին ընդունել իմ այս դիմումը որպես բացատրություն և ներողամիտ լինել իմ նկատմամբ Ակադեմիայի Պրեզիդենտի պոստում զտնվելու շրջանում իմ ոչ բաժնի:

վաճառքի աշխատանքի համար, հետագայում որևէ կազմակերպական առաջադրանք չտալ ինձ, բացի իմ մասնագիտությունից բխող առանձին հանձնարարություններից:

Ընդհանուր ժողովին խնդրում եմ ընդունել իմ սրտից բխող ցանկություններն ինչպես տվյալ սեփականի աշխատանքներին հաջորդություն համար, այնպես էլ մեր Ակադեմիայի բարգավաճման՝ ի բարօրություն կուլտուրայի, ի երջանկություն մեր հայ ժողովրդի և ի փաստ մեր բովանդակ Մեծ Հայրենիքի:

3/1 1947 թ.

Լենինգրադ

Հայկական ՍՍԻ Գիտությունների Ակադեմիայի
իսկական անդամ, պետական կուլտուրայի հովանավոր Օրբելի

Ակադեմիկոս Հ. Ա. Օրբելու հրաժարականի կապակցությամբ ելույթ ունեցան՝ Հայկական ՍՍԻ ԳԱ իսկական անդամներ Վ. Հ. Գուրբանյան, Գ. Ա. Ղափանցյան, Ս. Գ. Կարապետյան, Ա. Ս. Իսահակյան:

Ընդհանուր ժողովը քննելով Հայկական ՍՍԻ ԳԱ Պրեզիդենտ, իսկական անդամ, Ակադեմիկոս Հ. Ա. Օրբելու դիմումը Հայկական ՍՍԻ ԳԱ Պրեզիդենտի պաշտոնից իրեն ազատելու մասին, որոշեց.

1. Հարգել Ակադեմիկոս Օրբելու դիմումը և ազատել նրան Հայկական ՍՍԻ Գիտությունների Ակադեմիայի պրեզիդենտի պաշտոնից:

2. Շնորհակալություն հայտնել Ակադեմիկոս Հ. Ա. Օրբելուն նրա բազմամյա և բեղմնավոր գործունեության համար՝ սկզբում ՍՍԻ Գիտությունների Ակադեմիայի Ֆիլիալի նախագահության նախագահի և ապա Հայկական ՍՍԻ Գիտությունների Ակադեմիայի պրեզիդենտի պաշտոնում:

3. Հաշվի առնելով Ակադեմիկոս Հ. Ա. Օրբելու խոշոր ծառայությունները գիտության առաջ և մասնավոր Հայկական ՍՍԻ Գիտությունների Ակադեմիայի կազմակերպման գործում, կախել նրա պարտքն Ակադեմիայի շնորհով:

4. Գոհունակությամբ արձանագրելով, որ Ակադեմիկոս Հովսեփ Օրբելին ցանկություն և պատրաստակամությամբ է հայտնել շարունակելու մասնակցել Հայկական ՍՍԻ Գիտությունների Ակադեմիայի աշխատանքներին, հանձնարարել Ակադեմիայի նախագահությանը և Պատմության ինստիտուտին՝ ստեղծել բոլոր պայմանները, որպեսզի Ակադեմիկոս Հ. Ա. Օրբելին կատարի իր հայագիտական ուսումնասիրությունները Պատմության ինստիտուտում:

Նույն օրը, հունվարի 16-ին, Հայկական ՍՍԻ ԳԱ պրեզիդենտի պաշտոնի համար առաջադրվեց ՍՍԻ Գիտությունների Ակադեմիայի թղթակից անդամ, Հայկական ՍՍԻ Գիտությունների Ակադեմիայի վիցե-պրեզիդենտ, իսկական անդամ Վ. Հ. Համբարձումյանի թեկնածությունը Վ. Հ. Համբարձումյանի թեկնածության կապակցությամբ ելույթ ունեցան՝ Հայկական ՍՍԻ ԳԱ իսկական անդամներ Ա. Ա. Հակոբյանը, Ս. Ի. Ալիխանյանը, Մ. Գ. Թումանյանը, Հ. Կ. Գ. Կենտրոնի Պրոպագանդայի գծով քարտուղար Զ. Տ. Գրիգորյանը, Հայկական ՍՍԻ ԳԱ իսկական անդամ Ի. Վ. Եղիազարյանը, Հայկական ՍՍԻ ԳԱ թղթակից անդամ Լ. Մ. Մելիքեթ-Բեկը, Հայկական ՍՍԻ ԳԱ իսկական անդամ Ս. Գ. Կարապետյանը:

ՍՍԻ ԳԱ թղթակից անդամ, Հայկական ՍՍԻ ԳԱ իսկական անդամ Վ. Հ. Համբարձումյանը Ընդհանուր ժողովի կողմից, գաղտնի քվեարկությամբ, միաձայն ընտրվեց Հայկական ՍՍԻ Գիտությունների Ակադեմիայի Պրեզիդենտ:

Ընդհանուր ժողովին հունվարի 16-ի նիստում գաղտնի քվեարկությամբ ընտրվեց Հայկական ՍՍԻ Գիտությունների Ակադեմիայի նախագահության հետևյալ կազմը՝

1. Գուլիանյան Վ. Հ. — Ակադեմիայի իսկական անդամ, Հայկական ՍՍԻ ԳԱ վիցե-պրեզիդենտ:
2. Եղիազարյան Ի. Վ. — Հայկական ՍՍԻ ԳԱ իսկական անդամ, ֆիզիկո-մաթեմատիկական, բնական և տեխնիկական գիտությունների Բաժանմունքի Ակադեմիկոս-քարտուղար:
3. Բուժիքյան Հ. Խ. — Հայկական ՍՍԻ ԳԱ իսկական անդամ, Բիոլոգիական գիտությունների Ակադեմիկոս-քարտուղար:

4. Թուվանյան Մ. Գ.—Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ, Գյուղատնտեսական գիտությունների Բաժանմունքի ակադեմիկոս-քարտուղար:

5. Ղափանցյան Գ. Ա.—Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ, Հասարակական գիտությունների Բաժանմունքի ակադեմիկոս-քարտուղար:

6. Կարապետյան Ա. Կ.—Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ:

7. Ալիխանյան Ա. Ի.—Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ:

8. Պետրոսյան Գ. Բ.—Հայկական ՍՍՌ ԳԱ Նախագահության գիտական քարտուղար: Ընդհանուր Ժողովի հունվարի 17-ի ցերեկվա նիստում լավեցին հետևյալ ղեկուցումները.

ա) Վիտամին Ը-ի փոխանակության կապը կենսականորեն առհրաժեշտ այլ նյութերի փոխանակության հետ (Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ Ն. Խ. Բունիարյան):

բ) Նոր արդյունքներ մոտավորությունների տեսության մեջ (Հայկական ՍՍՌ ԳԱ Բիոլոգիա անդամ Ա. Լ. Շահինյան):

Ընդհանուր Ժողովի հունվարի 17-ի երեկոյան նիստում լավեցին հետևյալ ղեկուցումները.

ա) Նոր տվյալներ նյարդային պրոցեսի էնդոմո-քիմիական բնույթի վերաբերյալ և հետևություններ նրանցից (Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ Խ. Ս. Կոստանյան):

բ) Չուխաշյանը և նրա տեղը հայ երաժշտության պատմության մեջ (արվեստագիտության դոկտոր Գ. Գ. Տիգրանյան):

Ընդհանուր Ժողովի կողմից բուռն ոգևորությամբ և օվացիայով է ընդունվում ժողովուրդների մեծ առաջնորդ, հայ ժողովրդի լավագույն բարեկամ ընկեր Ստալինին ողջունի հեռագիր ուղարկելու առաջարկությունը: Ողջունի հեռագրի աեցստը կարդում է Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ Գ. Ղափանցյանը:

Ընդհանուր Ժողովը ողջունի հեռագիր է ուղարկում նաև ՀԿ(Բ)Պ Կենտկոմի քարտուղար ընկ. Գ. Հարությունյանին: Ողջուն-հեռագրի աեցստը կարդում է Հայկական ՍՍՌ ԳԱ Բիոլոգիա անդամ Լ. Մելիքան-Բեկը:

Ընդհանուր Ժողովը հունվարի 18-ին լսեց Ակադեմիայի իսկական անդամ Վ. Հ. Գուլ-բանյանի ղեկուցումը «Բամբակենու խոր ձերատումը» թեմայով, որով և ավարտվեցին Ակադեմիայի Ընդհանուր Ժողովի նստաշրջանի աշխատանքները:

Ակադեմիայի պրեզիդենտ ընկ. Վ. Հ. Համբարձումյանի եզրափակման խոսքը մատուցանի աշխատանքների մասին:

Ընկերներ, Մեր Ակադեմիայի հունվարյան նստաշրջանի աշխատանքները վերջացան: Մենք ամփոփեցինք վերջին երեք տարիների ընթացքում կատարած մեր աշխատանքները և ահա սկսել ենք կատարել նոր հնգամյակի երկրորդ տարվա աշխատանքները: Ես ի սրտե հաջողություն եմ ցանկանում մեր Ակադեմիայի ըրորդ գիտական աշխատակիցներին իրենց աշխատանքներում:

Ակադեմիայի Ընդհանուր Ժողովի աշխատանքները սրանով համարում եմ ավարտված:



ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Գեոլոգիա

Հ. Գ. Մաղախյան—Հայկական ՍՍՌ Հյուսիսային մասի երկաթաքարի հանքավայրերը	3
Գ. Պ. Բաղդասարյան—Փամբակի լեռնաշղթայի նեֆելինային սիենիտները	19
Ա. Հ. Գաբրիելյան, Վ. Պ. Հատարյան և Հ. Ա. Ասատրյան—Արևմտյան Վայքի (Գարալա-գյաղի) գեոմորֆոլոգիայի հարցի շուրջը	37

Հանքաբանություն և պեդոգրաֆիա

Է. Ա. Վարդանյանց-ՀՍՍՌ ԳԱ քղբակից-անդամ—Ստերեոկոնոսկոպիկ մեթոդի և նրա հարաբերության մասին ֆյուդորովյան մեթոդի նկատմամբ	49
Լ. Ա. Վարդանյանց ՀՍՍՌ ԳԱ քղբակից-անդամ—Հյուսիսային Կովկասի Ցերնիաուզի լիպարիտներում գտնվող սանիդինների մասին	55

Հիդրոգեոլոգիա

Գ. Մ. Լոմիզե—Ֆիլտրացիան հատիկավոր գետիններում	65
Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի ընդհանուր ժողովը	97

С о д е р ж а н и е

Геология

И. Г. Магакян—Железородные месторождения Северной Армении	3
Г. П. Багдасарян—Нефелиновые сиениты Памбакского хребта	19
А. А. Габриелян, В. П. Асратян и А. А. Асатрян—К геоморфологии Западного Вайка (Даралагеца)	37

Минералогия и петрография

Л. А. Варданянц, член-корреспондент АН Арм. ССР—О стереоконоскопическом методе и его отношении к федоровскому методу	49
Л. А. Варданянц, член-корреспондент АН Арм. ССР—О санидинах в липаритах Тырнауза на Северном Кавказе	55

Гидрогеология

Г. М. Ломизе—О фильтрации в зернистых грунтах	65
Общее собрание Академии Наук Арм. ССР	97

Contents

Geology

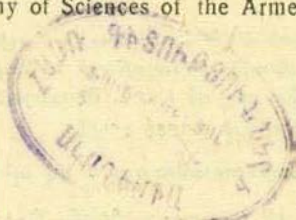
I. G. Magakian—Iron-Ore Deposits of North Armenia	3
G. P. Bagdassarian—Nepheline-Syenites of the Phambak-Range	19
A. H. Gabrielian, V. P. Asratian and H. A. Assatryan—Contribution to the geomorphology of the Western Vayk (Daralaghez, Armenia)	37

Mineralogy and Petrography

L. A. Vardanianz, Correspondent-Member of the Academy of Sciences of the Armenian SSR—On the Stereoscopic Method and on its Relation to the Fedoroff's Method	49
L. A. Vardanianz, Correspondent-Member of the Academy of Sciences of the Armenian SSR—On the Sanidine in the Liparites of the Tyrnyauz Northern Caucasus	55

Hydrogeology

G. M. Lomise—About the filtration through grainy grounds	65
The general Meeting of the Academy of Sciences of the Armenian SSR	97



Подписано к печати 22/IV 1947 г. объем 6,5 п/л. в п. л. 53500 печ. зн.
Тираж 1000. ВФ 01577. Зак. № 242, Изд. № 382

. Типография Академии Наук Арм. ССР, Ереван, ул. Абовян, № 104