

ГЕОЛОГИЯ

И. Г. Магакьян и В. Х. Ароян-Ишвили

**Новые данные по геологии и рудоносности
Баргушатского хребта**

Авторами, участниками экспедиции № 1 Института Геологических Наук АН Арм. ССР, в 1945 году проведено изучение рудных месторождений и шлиховая съемка в районе Даралагяза (басс. р. Арпа) и Сисиана (басс. р. Воротан, сев. склон Баргушатского хребта).

По северному склону Баргушатского хребта установлено более полутора десятков мелких выходов гранитоидных пород площадью от 0.1 до 5 кв. км, в контактовых ореолах которых открыты медно-молибденовые и полиметаллические месторождения.

Этим новым данным посвящена предлагаемая статья.

1. История исследований

Северный склон Баргушатского хребта в пределах Сисианского района, да и весь басс. р. Воротан, принадлежат к наименее исследованным в геологическом отношении территориям Республики.

Геология этой области известна нам по работам А. Н. Соловкина 1937—1939 г. г. и В. Н. Котляра 1939 г., которыми составлены схематические геологические карты масштаба 1:200.000; при этом необходимо отметить, что карта А. Н. Соловкина составлена по немногим маршрутам и официально принята как подмиллионная, а карта В. Н. Котляра не включает высокогорную, наиболее интересную часть Баргушатского хребта.

Отдельные месторождения Сисианского района изучались детальнее; В. П. Виноградова вела разведочные работы на Сальвартинском месторождении реальгара, а А. Е. Казарян на полиметаллическом месторождении в окрестностях с. Лернашен (Шенатаг). А. Н. Соловкин и А. Е. Казарян, сопоставляя данные по орудуенению территорий, лежащих к югу от водораздела Баргушатского хребта с известными им проявлениями руд в пределах Сисианского района, приходили к заключению о перспективности северного склона Баргушатского хребта (особенно в отношении меди и молибдена) и рекомендовали постановку здесь детальных поисково-разведочных работ.

Однако, до наших исследований 1945 года, сведения о рудных

проявлениях Сисианского района были весьма скудны: кроме упомянутых выше Сальвартинского и Лернашенского месторождений, были известны проявления полиметаллов у с.с. Мазра и Сваранц, серного колчедана и меди у с. Алишар и два проявления с убогим содержанием молибдена (в 1 км. ниже месторождения Сальварти с содержанием Mo от следов до 0.004% и в 2 км к ЮВ от с. Лернашен с содержанием Mo от 0 до 0.07% в одном штуфе).

В нескольких шлихах, промытых В. Н. Котляром, были установлены для данного района впервые редкие знаки шеелита, золота (по р. Воротан и ее притоку Иримис) и киновари (по р. Мазра).

В нескольких десятках шлихов, промытых Ю. А. Араповым в 1941 г., установлено наличие шеелита, молибденита и золота по р. р. Кызкошлы, Шенатаг и Айри, ед. знаки ванадинита в одном шлихе из верховьев р. Кызкошлы.

Систематическое шлиховое опробование проведено нами по заданию Арм. Геол. Управления; в басс. р. Воротан промыто более 170 шлихов, главным образом, по рекам, стекающим с Баргушатского хребта.

Результаты работ экспедиции № 1 в 1945 г. сведены в виде металлогенической карты масштаба 1:200,000 и шлиховой карты масштаба 1:100,000.

Металлогеническая карта представляет несколько обобщенную геологическую карту басс. р.р. Арпа и Воротан, на которую нанесены все коренные рудные проявления и, с учетом данных шлиховой съемки, выделены участки распространения отдельных полезных ископаемых.

По сравнению с существующими картами значительно изменились контуры интрузий Баргушатского хребта, прибавилось до двух десятков выходов новых интрузий, изменились контуры толщ палеозоя, среди которой выделены известняки; карта подчеркивает тесную связь гидротермально измененных пород и оруденения с тектоническими разломами СЗ—ЮВ, часто почти широтного простирания и с небольшими по площади выходами гранитоидов.

При изучении рудных месторождений экспедицией собраны материалы не только по давно известным месторождениям, но и по вновь открытым. В басс. р. Арпа, сравнительно детально до нас изученном, обнаружены неизвестные ранее выходы полиметаллических руд по р. Гегарчин, блеклых руд на участке Каялинской интрузии, полиметаллической жилы у развалин с. Гюмушхана.

В басс. р. Воротан, по северному склону Баргушатского хребта открыты: Достакертское медно-молибденовое месторождение (представляющее интерес, как объект для постановки детальных поисковых и предварительных разведочных работ), медно-молибденовые проявления на участках Ял-юрт, Мегрили, Чичаглы, Мичи-мат, медные проявления по р.р. Безымянной и Кара-чая, полиметаллические по р.р. Кызкошлы и Дали, железорудное по р. Шенатаг и др.

Основной практический результат работ 1945 года—установление в Сисианском районе северного продолжения Сюникской (Зангезурской) медно-молибденовой провинции, которая до этого практически ограничивалась Мегринским и Кафанским районами.

Что касается шлиховой карты, то на ней выделены площади распространения медно-молибденового и реальгарового оруденения (Баргушатский хребет), полиметаллов (р. Терп, верховья р. Гергер, р. Аяр, Баргушатский хребет), шеелита (р. р. Воротан, Алагез, участок Каялинской интрузии, Баргушатский хр.), висмутита (верхний отрезок басс. р. Арпа), сурьмы и селена (Сисаванский участок), золота (Каялу, р. Воротан, Баргушатский хр.), киновари (р. Арыглы).

Выделение на карте этих площадей намечает направления первоочередных поисковых работ на определенные металлы.

2. Краткий геологический очерк северного склона Баргушатского хребта

Баргушатский хребет является восточным широтным отрогом Зангезурского хребта и служит водоразделом басс. р.р. Воротан и Охчи. Абсолютные отметки отдельных вершин значительны: Кара-Кая (2970 м), Армаз (3410 м) и др.; рельеф резкий, а в верховьях р.р. Сисиан и Шенатаг (правые притоки р. Воротан) обрывистый.

А) Стратиграфия разработана пока слабо.

Приведенные данные основаны на исследованиях А. Н. Соловкина и В. Н. Котляра и дополнены материалами К. Н. Паффенгольца и авторов (для палеозоя).

Палеозой на картах А. Н. Соловкина и В. Н. Котляра отсутствует и только на сводной карте К. Н. Паффенгольца в восточной части Баргушатского хребта показаны выходы палеозоя, который протянут сюда, предположительно, из басс. р.р. Охчи и Киги.

Нами значительно изменены конфигурации выходов палеозоя. Палеозой представлен мощной толщей вулканогенных пород, которым подчинены линзы метаморфических сланцев и известняков.

Мощность толщи достигает 1,5 км, а мощность отдельных линз известняков и сланцев 50—100 м при длине по простиранию до нескольких километров.

Толща палеозойских пород прослеживается широкой полосой широтного простирания, пересекает верховья р. р. Айри, Кызкошлы, Шенатаг, Татеваджур и хорошо увязывается с палеозойскими отложениями южного склона Баргушатского хребта, установленными впервые О. С. Мкртчяном.

Эффузивы палеозоя представлены роговообманковыми и плагиоклазовыми порфиритами, их туфами и туфобрекчиями, реже кв. порфирами; сланцы—альбит-пироксеновые, с небольшим участием андалузита и граната и обладают роговиковой структурой; известняки—кристаллические и в контактах с интрузивными породами перера-

ботаны в гранатовые скарны, местами с медно-молибденовым оруденением, местами с магнетитом и гематитом.

Толща палеозойских пород прорвана интрузиями гранитоидов, состав которых колеблется от гранодиоритов, кв. диоритов и монцонитов до граносиенитов, сиенитов и габбро.

Возраст описанной толщи палеозойский; по аналогии с подобными отложениями басс. р. Киги, залегающими над фаунистически охарактеризованной известняково-кварцит-сланцевой толщей верхнего девона, она относится к верхам верхнего девона.

Средняя юра представлена порфиритами, их туфами и туфобрекчиями; развита по правому борту р. Воротан ниже Сисавана.

Верхняя юра представлена вулканогенными отложениями, песчаниками, сланцами и конгломератами; развита в верховьях р. Татев-аджур.

Необходимо отметить, что, несмотря на обилие активных контактов юрских толщ с интрузиями гранитоидов, оруденения в них нет, за исключением небольшого проявления свалерита у с. Сваранц.

Меловые отложения представлены известняками сенона, туфами и порфиритами, которые обнажаются по р. Воротан близ границы с Азерб. ССР.

Олигоценовая вулканогенная толща развита очень широко и представлена по В. Н. Котляру снизу вверх следующими отложениями:

1. темные андезиты, их туфы и туфобрекнии;
2. андезиты, базальты, их туфы и туфобрекнии;
3. базальты, трахиты, дациты и липариты;
4. роговообманково-биотитовые и пироксено-биотитовые андезиты.

Эта толща прорвана интрузиями гранитоидов, в связи с чем в приконтактных участках развиты разнообразные роговики местами с медно-молибденовым, полиметаллическим и мышьяковым оруденением.

Плиоцен представлен пресноводными отложениями глин и диатомитов у с. Сисаван, Толорс, Ахлатян и Дарабас эта толща трансгрессивно перекрывает все описанные выше отложения, а также интрузивные массивы.

Четвертичные лавы, представленные андезито-базальтами и базальтами, широко развиты по левобережью р. Воротан.

Б) Интрузивные породы по северному склону Баргушатского хребта развиты значительно и образуют два крупных выхода и более полутора десятка мелких, установленных и оконтуренных лишь в 1945 году. Крупные выходы интрузий описывались вкратце А. Н. Соловкиным и В. Н. Котляром; мелкие, неизвестные им, оставались неизученными.

Аравус-Биунисский интрузив, площ. ок. 45 кв. км, является одним из самых крупных; он вытянут в широтном направлении.

нии и прорывает вулканогенную толщу олигоцена на уч. р.р. Сясиан и Айри.

На востоке интрузив, несомненно, имеет связь с еще более крупным Ахлатян-Дарабас-Шенатагским интрузивом, а на юге — с целой группой мелких выходов в верховьях р. р. Айри и Кызкошлы.

Мы представляем себе Аравус-Буунисский интрузив как северо-западную часть крупного батолита общей площадью более 200 кв. км, расположенного в широтном направлении вдоль северного склона хребта.

В центральных частях массив сложен гранодиоритами, которые к периферии сменяются сначала кв. монцонитами и монцонитами, с переходами последних к типичным габбро (верх. р. Харты-юз, с. Аравус и др.).

На участке с. Буунис широко развиты сиениты.

Гранодиориты, кв. монцониты, монцониты и габбро представляют непрерывный ряд и являются продуктами дифференциации однофазного внедрения магмы; что касается сиенитов, то отсутствие переходов их в другие породы позволяет допускать несколько более позднее внедрение сиенитов.

Интересно отметить частое присутствие меланократовых шлихов, особенно в периферической части массива и наличие здесь брекчий, в которых обломки андезита сцементированы кв. монцонитом.

В контакте с интрузией породы вулканогенной толщи интенсивно изменены: окварцованы, эпидотизированы, местами пиритизированы и проникнуты прожилками эпидота с гематитом; иногда наблюдаются участки биотит-турмалиновых роговиков, а В. Н. Котляр отмечает также развитие флюорита и топаза.

Оруденение, связанное с этой крупной интрузией, ничтожно; незначительное проявление полиметаллов установлено по р. Дали, прожилки халькопирита по р. Харты-юз и др. В шлихах встречены лишь единичные знаки молибденита.

Ахлатян-Дарабас-Шенатагский интрузив расположен к В и ЮВ от предыдущего и занимает площадь более 70 кв. км. Конфигурация выхода интрузива весьма неправильна. На участке с. Дарабас и Гетатаг, а также вверх до с. Лернашен (Шенатаг) преобладают габбро, кв. габбро, кв. монцониты и менее развиты кв. диориты и гранодиориты.

У с. Ахлатян широко развиты кв. сиениты и сиениты, которые хорошо увязываются с сиенитами участка с. Буунис.

Выше с. Лернашен, по всем трем составляющим р. Шенатаг, господствуют гранодиориты и кв. монцониты, сменяющиеся в верховьях (на периферии массива) монцонитами и габбро.

Наиболее кислые разности — лейкократовые кв. диориты, гранодиориты и граниты, а также кв. сиениты и граносиениты слагают небольшое западное ответвление интрузии по левой составляющей р. Шенатаг.

В периферических участках массива наблюдались интрузивные брекчии, в которых обломки габбро сцементированы гранодиоритами; это подтверждает мнение А. Н. Соловкина о двух интрузивных фазах: габбровой и несколько более поздней, гранодиоритовой.

Интрузия прорывает отложения олигоцена, юры и палеозоя; в вулканогенных толщах, в контактах имеет место окварцевание, пиритизация и эпидотизация. Оруденение, в связи с интрузией, выражено слабо, в виде редкой вкрапленности халькопирита и молибденита по правой составляющей р. Шенатаг; более интенсивная минерализация имеет место в контакте гранодиоритов и граносиенитов левой составляющей реки, где за счет палеозойских известняков образовались гранатовые скарны с медно-молибденовым или железорудным оруденением.

В шлихах встречены единичные знаки молибденита, шеелита и золота.

К югу от описанных крупных массивов обнажается ряд небольших массивов гранитоидных пород; в тесной территориальной и, очевидно, генетической связи с ними были обнаружены медно-молибденовые и полиметаллические месторождения.

Сальвартинские интрузии представлены двумя небольшими штоками габбро и габбродиоритов с переходами к монцонитам. Оба выхода вытянуты в широтном направлении вдоль зоны разлома того же простирания и обнажаются в ущелье р. Сисиан, в 3—5 км к востоку от месторождения реальгара. Площадь одного штока 1.5 кв. км, другого — всего 0.1—0.2 кв. км; оба штока рвут толщу олигоцена.

В шлихах встречены: реальгар, молибденит, галенит и сфалерит.

Интрузии верховьев р. Айри представлены шестью небольшими штоками площадью от 0.2 до 4.5 кв. км.

Пять штоков рвут толщу олигоцена и представлены порфировидными гранодиоритами, кв. диоритами, кв. монцонитами, а шестой, в истоках р. Айри, рвет толщу палеозоя и представлен авгит-роговообманковым габбро.

В эндоконтакте порфировидного гранодиорита р. Чичаглы и в андезитах контактовой зоны установлено медно-молибденовое оруденение. В шлихах из редких минералов встречены: единичные знаки молибденита, шеелита, реальгара и золота.

Интрузии по р. Кызкошлы представлены 4 штоками площадью 0.1—0.2 до 5 кв. км. Господствуют гранодиориты и кв. диориты, подчиненное развитие в периферических частях массивов имеют кв. монцониты и роговообманковые габбро.

Интрузивы рвут вулканогенную толщу олигоцена; в контактах с интрузиями андезиты и их туфы ороговокованы, местами раздроблены и пронизаны прожилками кварца с медно-молибденовым или медным оруденением.

Некоторые из таких участков с интенсивным оруденением штоков

верково-вкрапленного типа (Достакерт, Мегрили, Ял-юрт, Безымянное) могут представить практический интерес.

В шлихах встречены молибденит, шеелит, реальгар, золото, ванадинит.

Интрузии по р. Мрцугет представлены 4 небольшими выходами площадью от 0.25 до 1.5 кв. км гранодиоритов и кв. монцонитов. Интрузии рвут толщу андезитов и туфов олигоцена; местами в андезитах развита слабая свинцово-цинково-медная минерализация.

Интрузии по левой составляющей р. Шенатаг представлены двумя небольшими штоками площадью в 1 кв. км (граниты и граносиениты) и 0.2 кв. км (кв. монцониты). С первыми связано небольшое месторождение меди среди интрузивов и сланцев палеозоя. В среднем течении р. Татева-джур обнажается небольшой шток оливинового габбро.

В) Тектоника. В области северного склона Баргушатского хребта можно наметить две антиклинальные структуры: одну примерно по гребню хребта с выходами палеозоя в ядре, вторую, сложенную юрскими толщами по правобережью р. Воротап, между которыми располагается синклиналь, сложенная толщей олигоцена.

Простираие этих структур СЗ-ЮВ, местами близкое к широтному. Имеют место и дизъюнктивные нарушения того же СЗ-ЮВ простираия, вдоль которых внедрились интрузии и происходила минерализация пород. Наличие нарушений, предшествующих внедрению интрузий, доказывается широким распространением интрузивных брекчий, в которых угловатые обломки измененных вулканогенных пород сцементированы интрузивной породой.

Местами устанавливаются более поздние мелкие нарушения — брекчированные зоны и трещины, в которых локализуется оруденение.

По сравнению с третичными толщами отложения мезозойской и палеозойской систем смяты и метаморфизованы сильнее, что объясняется, вероятно, повторным наложением на них нескольких тектонических фаз.

Определенно можно говорить об интенсивном проявлении двух фаз складчатости — пиренейской (на границе эоцена и олигоцена) и аттической (предэотической). В последнюю фазу, вероятно, в верхнем миоцене произошло внедрение интрузий гранитоидов, с которыми генетически связаны месторождения меди, молибдена, полиметаллов, мышьяка и железа.

3. Описание отдельных месторождений

Рудные месторождения приурочены к контактам вулканогенных толщ олигоцена (отчасти юры и палеозоя) с небольшими интрузивными массивами и располагаются среди окварцованных и пиритизированных пород, развитых вдоль разломов СЗ-ЮВ, иногда почти широтного простираия.

Оруденение представлено в огромном большинстве случаев (Достакерт, Мегрили, Чичаглы, Ял-юрт, Безымянное, Сальварти и др.) штокверками и вкрапленностью рудных минералов в измененных андезитах и эндоконтакте интрузивных пород. Реже рудные тела выражены трещинными жилами (Мазра, полиметаллические проявления Достакерт и по р. Дали) или гнездами скарна (Мичи-мат, Шенатаг).

По составу господствующим типом оруденения является медно-молибденовый, представляющий здесь основную ценность; полиметаллы и мышьяк (в форме реальгара) дают иногда небольшие скопления.

Достакертское медно-молибденовое месторождение расположено в 3 км к Ю от с. Достакерт, в ущ. р. Кызкошлы, на абс. высоте ок. 2000 м. Координаты месторождения $46^{\circ} 02'$ в. д. $39^{\circ} 21'$ с. ш.

Расстояние до ближайшей ж. д. станции Нахичевань составляет 125 км (из них 100 км. шоссе, 22 км колесная дорога и 3 км тропа).

Участок месторождения сложен окварцованными андезитами и туфами олигоцена, прорванными небольшими интрузиями гранодиорита и кв. диорита; один из интрузивных массивов площадью в 2 кв. км обнажается по левому склону ущелья, другой — площадью в 4,5 кв. км по правому склону. Мы представляем себе оба массива, как две части одного интрузивного тела, а полосу измененных андезитов считаем участком кровли, заключенным между двумя куполами интрузии и находящимся, следовательно, в условиях, благоприятных для рудоотложения.

Оруденение приурочено к окварцованным андезитам; пока установлено три участка, которые обследованы с поверхности и вскрыты канавами на глубину до 2 м.

Первый участок расположен в устье р. Мегрили у впадения ее в р. Кызкошлы и по левому борту последней. Здесь установлен штокверк, прослеженный по простиранию на 20 м, при мощности 5 м; простирание СЗ-ЮВ, почти широтное, падение вертикальное. Оруденение представлено тонкими, взаимно пересекающимися прожилками кварца с халькопиритом и нередко с молибденитом, мощностью 1—2 мм, редко до 2—3 см.

Падение наиболее мощных и выдержанных прожилков СЗ 320° , уг. $70-80^{\circ}$. Насыщенность прожилков халькопиритом высокая; в некоторых прожилках заметную, иногда равную с халькопиритом, роль играет молибденит в мешуйках разм. 0.1—0.2 до 1—5 мм.

По левому борту р. Кызкошлы, против устья р. Мегрили, среди ороговикованных андезитов наблюдается серия взаимно-параллельных прожилков состава халькопирит и молибденит, значительно реже пирит, мощн. 1—5 мм; падение прожилков СЗ 340° , уг. 75° , по простиранию и падению они прослеживаются на 0.5—1 м, причем площадь выхода всего 5—6 кв. м.

Второй участок расположен по правому борту р. Кызкошлы, в 100 м выше по течению и к Ю-ЮВ от первого. Оруденение представлено штокверком и вкрапленностью медных минералов среди измененных андезитов. Наряду с халькопиритом довольно много малахита и азурита. По простиранию оруденение прослеживается более 100 м, при мощн. 2—3 м, падении на СВ 50°, под уг. 60—70°. Мощность рудных прожилков не более 1—5 мм, господствующее падение их СВ 40° и ЮЗ 220°.

Третий участок находится по небольшому левому притоку р. Кызкошлы, в 200 м к З-СЗ от первого. Минерализация представлена налетами и прожилками медной зелени среди андезитов, причем на площади 50×10 м оруденение интенсивное и мощность прожилков достигает 0.5—1 см при довольно густом их расположении. Полоса оруденения протягивается в широтном направлении; кроме малахита изредка встречаются пирит и халькопирит.

Следует отметить, что выделенные участки не являются резко обособленными друг от друга. Между ними с перерывом располагаются зоны с более бедным на поверхности оруденением. Если учитывать всю полосу оруденелых пород, то по простиранию в СЗ-ЮВ направлении она вытянута на 400—500 м.

Исследование руд под микроскопом дает возможность охарактеризовать их как прожилково-вкрапленные с резким, однако, преобладанием значения прожилков над вкрапленниками.

Количество главных рудных минералов в шлифах колеблется для халькопирита от 1—12% (чаще 3—5%), молибденита от следов до 5% (чаще всего 1—2%); пирита, как правило, нет, только в одном шлифе его до 10%. Изредка и в ничтожном количестве встречаются сфалерит и галенит.

По составу прожилков можно выделить такие:

а) мономинеральные халькопиритовые, иногда с ничтожной примесью пирита, молибденита, сфалерита и галенита;

б) мономинеральные молибденитовые с ничтожной примесью халькопирита;

в) халькопирит-молибденитовые (80—90% халькопирита и 10—20% молибденита), причем молибденит приурочен к зальбандам;

г) молибденит-халькопиритовые (80—90% молибденита и 10—20% халькопирита), причем халькопирит располагается в интерстициях между чешуйками молибденита и разъедает эти чешуйки,

д) пирит-халькопирит-молибденитовые, в которых последние два минерала находятся в подчиненном количестве и расположены в интерстициях между кристалликами более раннего пирита.

Первые четыре типа прожилков обычны, последний же редок. Общий порядок выделения рудных минералов следующий: пирит, молибденит, халькопирит, сфалерит, галенит.

Месторождение генетически связано с интрузивной гранодиорита миоценового возраста и относится к типу прожилко-вкрапленных переходного от гипо—к мезотермальному классу.

В отличие от Каджаранского и Агаракского месторождений, оруденелыми являются не интрузивные породы, а породы экзоконтакта.

Практическое значение в рудах могут приобрести медь и молибден.

Бороздовые пробы по штокверковым участкам дают содержания меди 0.97—1.46‰ и молибдена (из богатого участка) 0.34‰. Штуфные пробы показывают более высокие содержания. Ориентировочно средние содержания составят для меди 1‰ и для молибдена 0.1‰.

Данных для оценки запасов пока недостаточно. Можно отметить, что масштаб месторождения находится по имеющимся сейчас данным на грани небольшого и среднего.

Месторождение заслуживает постановки детальных поисковых работ и предварительной разведки, с вскрытием и опробованием рудных тел. Перспективы месторождения расширяются наличием по соседству с ним целого ряда медно-молибденовых проявлений.

Ял-юртское медно-молибденовое проявление расположено по р. Ял-юрт (левый приток р. Кызкошлы) в 0.5 км к З от Достакертского месторождения. Минерализация приурочена к всеобщему контакту кв. диорита с измененными андезитами и представлена штокверком с халькопиритом и реже молибденитом. Полоса оруденения обнажена ручьем на 20 м по простиранию, при мощности 1—1.5 м и падении на ЮЗ 225°, уг. 70—80°. Содержание металлов визуально такое же как в рудах Достакертского месторождения (меди 1‰, молибдена 0.1‰), вместе с которым оно должно быть вскрыто и опробовано.

Мегриличайское медно-молибденовое проявление находится в 1 км к В от Достакертского м-ния, в 0.5 км от устья правой составляющей р. Мегрили (правый приток р. Кызкошлы); среди окварцованных андезитов, в контакте с гранодиоритами, в меридианальном направлении проходит оруденелая полоса, представляющая штокверк с прожилками и вкрапленностью халькопирита и налетами медной зелени. Размеры штокверка 20 × 3 м, содержание меди визуально 0.5—1‰; молибденита мало и он обнаружен лишь в шлифах.

Безымянное проявление меди находится по правому притоку р. Айри, в 2 км к В от с. Пюсек. На площади 100 × 50 м среди гранодиоритов, андезитов и туфов кровли наблюдаются примазки медной зелени, прожилки и вкрапленность халькопирита, изредка галенита. Содержание меди 0.5—1‰.

Чичаглинское медно-молибденовое проявление находится в-ущ. левой составляющей р. Чичаглы, в 4 км к СЗ от с. Муркус. Андезиты олигоцена прорваны небольшими штоками гранодиорита и кв. диорита. Вдоль нарушения СЗ-ЮВ простирания обнажаются измененные андезиты; оруденение приурочено к северо-западной оконечности полосы измененных андезитов, вблизи контакта с гранодиоритовой интрузией, располагаясь, как среди андезитов, так и в эдоконтакте массива. Минерализация выражена прожилками кварца с халькопиритом и пиритом (с примесью гематита и магнетита), прожилками кварца с молибденитом и молибдитом; падение прожилков ЮВ $150-160^\circ$, уг. $70-80^\circ$. Мощность прожилков 1—10 мм, расположение их редкое; средние содержания металлов низкие, но отдельные прожилки очень богатые (до 7,3% молибдена).

Мичи-Матское медно-молибденовое проявление находится по левому склону р. Шенатаг, по ручью Мичи-Мат у тропы в 5—6 км к СЗ от с. Лернашен. В всياчем контакте дайки граносиенита, среди толщи палеозоя образуются прослои скарированных (гранатовых) пород мощностью 5—10 см с вкрапленностью борнита, халькопирита и чешуйками молибденита, переходящего в повеллит. Падение прослоев скарна ЮЗ 240° , уг. 80° , площадь оруденения несколько сот кв. метров. Содержание металлов (по одной пробе) меди 0,95%, молибдена 0,08%. В аншлифах устанавливается, что борнит гипогенный; внутри полей борнита наблюдаются включения и прожилки халькопирита, блеклой руды и галенита. По типу Мичи-матское проявление относится к контактово-метасоматическому и сходно с Кейпашинским месторождением в басс. р. Киги.

Кара-Каинское проявление меди расположено по водоразделу р. Шенатаг и ее правого притока р. Кара-Кая, в 800 м от устья последней. Вблизи контакта толщи палеозоя с интрузией граносиенита на площади около 500 кв. м наблюдаются налеты медной зелени и сини, а также обломки окисленной медной руды с халькопиритом. В коренном залегании встречены жильобразные зоны мощностью 10—20 см кварца с малахитом и азуритом; падение одной зоны СВ 30° , уг. 45° , другой СЗ 330° , уг. 70° . Кроме того, среди дайки аплита наблюдается вкрапленность халькопирита и борнита.

Достакертское свинцово-цинковое проявление находится по левому борту р. Кызкошлы, между 1-м и 3-им участками Достакертского медно-молибденового месторождения. Среди измененных андезитов установлено три прожилка галенита, с примесью халькопирита и сфалерита. Мощность прожилков 1—5 до 10 см.

По простиранию прожилки прослежены на 2 м, при вертикальном падении и взаимно-параллельном расположении.

Лернашенское свинцово-цинковое проявление у с. Лернашен было известно до наших работ. Среди андезитов наблюдается вкрапленность и прожилки галенита, сфалерита и халькопирита. Оруденение убогое.

Мазринское свинцово-цинковое проявление, в верховьях р. Мазра было известно до наших работ. Среди старых отвалов попадаются шtuфы галенита и церуссита. Под микроскопом установлены, кроме того, блеклая руда, пирит и ковеллин.

Свинцово-цинковое проявление по р. Дали, находится в 1 км к Ю от с. Аравус. Среди пиритизированных андезитов прослежены небольшие гнезда галенита и сфалерита. Падение рудной зоны ЮВ—175°, уг. 70°. По простиранию она прослежена на 20 м, по падению на 12 м, при мощности интенсивно пиритизированной полосы 0.2—0.5 м, а гнездышек полиметаллической руды до 3—5 см.

Сваранцское проявление цинка было известно до наших работ. Среди порфиритов средней юры обнажается кварцевая жила мощностью около 1 м, с редкой вкрапленностью сфалерита; имеются линзочки серного колчедана. Нами здесь же, среди кварца, установлены небольшие скопления ильменита.

Железорудное проявление по р. Шенатаг, находится по левому склону реки, в 2 км к ЮЗ от с. Лернашен, в контакте известняков палеозоя с гранодиоритом; на 30 м по простиранию при мощности 2—3 м и крутом падении на СЗ прослежена полоса гранат-эпидотовых скарнов с прожилками и скоплениями магнетита.

Алишарское проявление серного колчедана и меди было известно до наших работ и находится по правому берегу р. Айри, против развалин с. Алишар. Среди окварцованных андезитов наблюдаются прожилки и гнезда серного колчедана мощн. до 0.3 м и изредка примазки медной зелени.

Сальвартинское месторождение реальгара открыто в 1937 г. И. Н. Ситковским и немного разведано; оно находится в верховьях средней составляющей р. Сальварт, у впадения первого сверху правого притока.

По разломам СЗ-ЮВ простирания, среди андезитов происходит пиритизация и наблюдаются штокверки реальгара; мощность отдельных прожилков 0.1—1 м, редко до 2—3 см. Штокверк прослежен на 80 м по простиранию при мощности 1—2 м; оруденение бедное.

В рудах, кроме реальгара, присутствует пирит (часто коллоидный), изредка халькопирит, сфалерит, стибнит, а из вторичных валентинит, аурипигмент и скородит.

4. Основные результаты шлихового опробования

Для шлихов басс. р. Воротан наиболее обычными являются минералы свинца и цинка, при значительной роли наряду с ними по северному склону Баргушатского хребта молибденита.

Специфично наличие в шлихах реальгара и сульфoантимонита меди и селена, ванадинита (в одном шлихе), повышенная, по сравнению с басс. р. Арна, роль золота и киновари при одинаковой, примерно, небольшой роли для шлихов обоих бассейнов минералов меди и шеелита.

Во многих случаях присутствие рудных минералов в шлихах хорошо увязывается с коренными выходами руд; однако, распространение некоторых минералов в шлихах (молибденита, реальгара) значительно шире и намечается ряд площадей, перспективных в отношении возможного обнаружения новых коренных месторождений молибдена (а в связи с ним и меди) и мышьяка.

Целый ряд рудных минералов: самородное золото, шеелит, киноварь, сульфоантимонит меди и селена, культенит, пироморфит, ванадинит и металлический свинец встречены только в шлихах и в известных коренных выходах руд не обнаружены.

В свете собранных данных, в виде наиболее вероятных коренных источников указанных минералов, мы указываем: для золота и сульфоантимонита меди и селена—описанные коренные месторождения, а также кв. жилы и кварциты (глыбы кварца встречены по р. Воротан и ее правым притокам); для шеелита—контактные зоны (роговики, скарны); для вольфенита—коренные месторождения молибдена; для пироморфита и металлического свинца—коренные месторождения полиметаллов; для киновари—жилы барита и кальцита; для ванадинита—толщ палеозоя.

5. Основные выводы

Рудные месторождения Баргушатского хребта приурочены к северному крылу крупной антиклинали СЗ-ЮВ простирания, в ядре которой обнажается палеозой.

Такая закономерная связь объясняется приуроченностью к антиклинальной структуре гранитоидов, являвшихся источником металлов.

В пределах этой благоприятной структуры месторождения распределены неравномерно и приурочены к участкам контактов интрузивных и вмещающих их пород, располагаясь вдоль дорудных нарушений СЗ-ЮВ, иногда почти широтного простирания.

Среди многочисленных массивов интрузивных пород можно выделить: а) металлоносные и б) малоактивные в смысле минерализации.

Определенно устанавливается, например, почти абсолютное отсутствие оруденения в связи с крупными массивами Аравус-Буунисским и Ахлатян-Дарабас-Шенатагским и приуроченность его к небольшим штокам или саттелитам, занимающими площадь от 0.1 до 5 кв. км.

В большинстве случаев характерна концентрация оруденения у клиновидных выступов штоков в породах кровли и эндоконтакте интрузивов (Достакерт, Чичаглы, Ял-юрт, Мегрили, Безымьянное и др.).

Следует подчеркнуть, что медно—молибденовые и большинство других месторождений тяготеют к наиболее кислым разностям интрузивных пород: гранодиоритам, кв. диоритам и грано-сиенитам.

В связи с тем, что рудовмещающими являются вулканогенные породы и интрузивные массивы, метасоматические процессы имеют небольшое значение по сравнению с выполнением трещин и пустот, с образованием рудных жил, штокверков и вкрапленников. Только на Мичи-матском медно-молибденовом и Шенатагском железорудном проявлениях метасоматическим путем, за счет известняков палеозоя образуются гранатовые скарны.

Под воздействием газовой-водных эманаций магматических очагов в породах кровли и в самих интрузивных массивах происходят существенные изменения.

Интрузивные породы в оруденелых участках сильно окварцованы, эпидотизированы, местами проникнуты вкрапленностью и прожилками рудных минералов. Породы кровли: андезиты, их туфы и туфобрекчии сильно окварцованы, часто серицитизированы, хлоритизированы, пиритизированы, местами превращены в роговики с турмалином, андалузитом, гранатом и флюоритом. Развитие последних четырех минералов относится к контактовой фазе процесса, которая не сопровождается каким либо практически интересным оруденением. Возможно, что с этой стадией следует связывать шеелит, рассеянный в роговиках. В отдельных случаях, когда минерализация имеет место в известняках, происходит образование скарна (гранат, пироксен, эпидот) с вкрапленностью борнита, халькопирита и молибденита (Мичи-мат) или магнетита (Шенатаг).

Несколько позднее, в породах экзоконтакта развиваются пирит, гематит и магнетит; широкое развитие получает эпидот; и с этой стадией также не связано промышленное оруденение.

Наконец, последняя стадия изменения и минерализации пород, наиболее интересная в промышленном отношении, выражена в окварцевании, серицитизации и хлоритизации, которые сопровождаются рассеянной вкрапленностью и прожилками сульфидов меди, молибдена, полиметаллов и реальгара.

Эта стадия охватывает условия от гипо-мезотермальных до эпитеpmальных включительно и обнимает несколько отдельных этапов: медно-молибденовый, полиметаллический и мышьяковый (реальгаровый). Эти различные типы руд (рудные формации) связаны с одним единым длительным рудным процессом.

Не везде, конечно, развиты одновременно все рудные формации, наличие или отсутствие той или иной формации, или степень полноты развития всего комплекса зависят от многих причин: а) состава эманаций металлоносного очага, который тесно связан с составом магмы, б) условий внедрения и застывания интрузий, в) глубины эрозионного среза, г) структурных условий оруденения и многих других.

Можно отметить, что наблюдаемые взаимоотношения различных рудных формаций нельзя объяснить только с точки зрения зональности и расположения месторождений в ореоле вокруг интрузий.

Так, например, медно-молибденовые, полиметаллические и реальгаровые месторождения расположены на одном и том же участке, на одинаковом примерно расстоянии от выходов интрузивных пород, и можно только установить, что более низкотемпературные руды (полиметаллические, реальгаровые) немного моложе, чем медно-молибденовые.

Мы надеемся, что изложенные выводы помогут направить поисково-разведочные работы, а составленные металлогеническая и шлиховая карты намечают контуры площадей детальных поисковых работ.

Направление дальнейших работ мыслится в следующем виде:

1. Детальная геологическая с'емка и поиски в м. 1:25000 по северному склону Баргушатского хребта с увязкой ее с такими же работами по южному склону хребта в басс. р.р. Киги и Охчи.

2. Детальная шлиховая с'емка в басс. р.р. Айри, Сисиан, Шенатаг, Арыглы, с основным вниманием на редкие и благородные металлы (молибден, вольфрам, мышьяк, висмут, золото, киноварь, ванадий и др.).

3. Детальные поиски и предварительная разведка и опробование на участках медно-молибденовых месторождений (Достакерт, Ял-юрт, Мегрили, Чичаглы, Безымянное, Мичи-Мат, Кара-Кая).

Работы экспедиции № 1 в 1945 году установили основные черты металлогении Сисиана и те главные структурные, литологические и магматические факторы, которые обуславливают концентрацию металлических элементов.

Основной практический результат работ—установление по северному склону Баргушатского хребта новой медно-молибденовой провинции, что расширяет границы Сюникской (Зангезурской) рудной области и увеличивает ее общие перспективные запасы в отношении меди и молибдена.

Дело ближайших лет углубить разработку поднятых вопросов, детально изучить открытые месторождения (их структуру, руды, генезис), выяснить масштаб и запасы месторождений и поставить их на службу народному хозяйству республики.

Институт Геол. Наук
Ак. Наук Арм. ССР

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ю. А. Арапов—Полевой отчет о работе экспедиции по изучению скарнов Армении за 1941 г. Фонд Ин-та Геол. Наук, рукопись.
2. В. П. Виноградова—Отчет о работе Сальвартинской геолого-развед. партии, 1939. Фонд Арм. ГУ, рукопись.
3. А. А. Додин—Кигинское молибден. месторождение, Разведка недр, 1937. № 11.
4. А. Е. Казарян—Отчет по Лернашенской поисково-развед. партии, 1941 г. Фонд Арм. ГУ, рукопись.

5. В. Н. Котляр—Геолог. очерк Восточной части Даралагезского уезда ССР Армении. Геолком., Мат. по общ. и прикл. геол., 1930, вып. 136.
6. Котляр В. Н.—Гюмушханское полиметалл. месторожд. Даралагезского уезда ССР Армении. Труды ГГРУ, 1931, вып. 81.
7. В. Н. Котляр—Интрузивы Даралагеза и Сисиана (Геолог. строение, интрузивы и оруденение Даралагезского и Сисианского районов Арм. ССР), 1939, Фонд Арм. ГУ, рукопись.
8. В. Н. Котляр—Интрузивы Даралагеза и Сисиана. Краткие сообщения. Сов. геол. 1940, № 7.
9. А. В. Кржечковский—Геол. очерк Западной части Даралагезского уезда ССР Армении. Геолком., Мат. по общ. и прикл. геол., 1930, вып. 136.
10. А. В. Кржечковский—Газминское полиметалл. м-рождение Даралагезского уезда ССР Армении, 1931. Тр. ГГРУ, вып. 81.
11. С. С. Мкртчян и А. М. Арутюнян—Отчет о геол.-поиск. работах на редкие металлы, проведенных в Зангезуро—Меграинском районе Арм. ССР, 1940. Фонд Арм. ГУ, рукопись.
12. С. С. Мкртчян—Геол. строение Южного Зангезура, 1941, Фонд Арм. ГУ, рукопись.
13. С. А. Мовсесян—Интрузии центр. части Конгуро—Алангезского хребта и связанные с ними полезные ископаемые, 1940, Фонд ИГН, рукопись.
14. А. Н. Соловкин—Полевой отчет о работах Сисианской геолог. партии. Арм. НИИМСА за 1937 г. Фонд Арм. ГУ, рукопись.
15. А. Н. Соловкин—Геол. описание западной части лист V—38-V (средняя часть басс. р. Базарчай и верх. р. Гагасчай) Арм. ССР. Отчет по работам Сисианской геолпартии Арм. ГЕОМИНА за 1937 г. Фонд Арм. ГУ, рукопись.
16. А. Н. Соловкин—Геол. описание листа V-38-V карты Кавказа, м. 1:200 000, 1939, Фонд Арм. ГУ, рукопись.
17. К. Н. Паффенгольц—Басс. р. Вост. Арпачай, 1939. Фонд Арм. ГУ, рукопись.

Հ. Գ. Մաղաֆյան, Վ. Բ. Արոյան—Բազմիրի

ՆՈՐ ՏՎՅԱԼՆԵՐ ԲԱՐԳՈՒՇԱՏԻ ԼԵՌՆԱՇՆՔԱՅԻ ԳԵՈԼՈԳԻԱՅԻ ԵՎ ՀԱՆՔԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հեղինակները 1945 թ. էքսպեդիցիոն աշխատանքների ժամանակ Բարգուշատի լեռնաշղթայի հյուսիսային լանջում (Հայկական ՍՍՌ Սիսիանի շրջան) հայտնաբերել են զբանդային ապառների ավելի քան մեկ ու կես տասնյակ Օ,1-ից մինչև 5 քառ. կմ. մակերես ունեցող փոքր ելքեր, որոնց կոնտակտային գոտում գտնվել են պղինձ-մոլիբդենային և բաղժամետաղային հայտածուներ ու հանքավայրեր:

Ինտրուզիաները և նրանց հետ սերտ կերպով կապված մետաղային հայտածուներն ու հանքավայրերը դասավորված են հյուսիս-արևմուտք—հարավ-արևելք տարածում ունեցող անտիկլինային ստրուկտուրայի սահմաններում, որի միջուկում մերկանում է պալեոգոյը:

Մետաղաքեր են ինտրուզիվ ապառների մանր ելքերի թթու տարրերակները՝ զրանոդիորիտները, քվարցային գիրոիտները և զբանոսիենիտները: Այդ բոլոր մանր ելքերն իրենցից ներկայացնում են միոցենում ներխուժած ավելի խոշոր ինտրուզիվ զանգվածների սառելիքները:

Հանքայնացումը հարում է NW-SO, երբեմն համարյա լայնակի տարածում ունեցող խախտումներին, որոնց երկայնքով պարունակող ապառնները քվարցացած և պիրիտացած են:

Հանքամարմինների գերակշռող ձևն է շտովկերկը (ձեղքավոր դոնաներում, ինտրուզիվ և պարունակող տուֆոգեն ապառների կոնտակտի երկայնքով):

Բավականին հազվագեղ հանդիպում են մետասոմատիկ սկառնային ենթաշերտեր և բներ:

Հանքավայրերը պատկանում են տարբեր խմբերի՝ կոնտակտամետամորֆային (մագնետիտային և պղինձ-մոլիբդենային ֆորմացիային սկառների մեջ), հիպո-մեզոթերմալ անցումային (պղինձ-մոլիբդենային և պղնձի ֆորմացիային շտովկերկային հանքանյութերում), մեզոէպիթերմալ անցումային (բազմամետաղների ֆորմացիա) և էպիթերմալ (ոսկարային ֆորմացիա):

Բարդուշատի լեռնաշղթայի մետալոգենիայի համար բնորոշ հիմնական մետաղներն են պղինձն ու մոլիբդենը, մասամբ մկնդեղը (արսենը), կապարը և ցինկը: Սկվածքների (шлизы) մեջ հանքանյութերի հետ խառնուրդի ձևով հանդիպում են՝ ծարիր, արծաթ, ոսկի, վոլֆրամ, սելեն, սնդիկ, վանադիում:

Կատարված աշխատանքների գլխավոր դործնական հետևանքն է Սիսիանի շրջանում, Բարդուշատի լեռնաշղթայի հյուսիսային լանջում, նոր պղինձ-մոլիբդենային զավառի հաստատումը, որն ընդարձակում է Սյունիքի (Ջանգեղուրի) մետալոգենիական մարզի սահմանները և մեծացնում է նրա պղնձի և մոլիբդենի հեռանկարային պաշարները:

I. G. Magakyan and V. CH. Aroyan-Jashvili

New data on the geology and ore-bearing of the Bargushat-Range (Sisian region, Armenian SSR)

S U M M A R Y

During the expeditional study, performed by the writers in 1945 along the northern slope of the Bargushat-Range, more than 15 minor outcrops of granitoid rocks were set up, with an area of 0,1—5km², in the contact areals of which were discovered copper-molybdenum and poly-metallic deposits.

The intrusives and the ore deposits, tightly connected with them are situated within the boundary of an anticlinal structure of NW-SE strike, in the core of which the Paleozoic fold is met.

Metalliferous are the acid varieties of the minor outcropping intrusive rocks: granodiorites, quartz-diorites and granosyenites. All these small outcrops represent satellites of a major intrusive massive, the intrusion of which took place during the Miocene.

The ores are controlled by dislocations of NW-SE, sometimes of

almost W-E direction, along which the containing rocks are enriched with quartz and pyritised. The dominant form of ore-bodies is the stockwerk one (in fissure zones, along the contact of intrusive rocks with the including volcanogenous ones).

More seldom there are formed metasomatacal skarn interbeds and nests.

The deposits belong to different classes:

- 1) Contact-metasomatic (magnetite and copper-molybdenum formation in skarns),
- 2) hypothermal, transitional to mesothermal (Cu-Mo and Cu formations in stockwerk ores),
- 3) mesothermal and transitional to epithermal (polymetallic formation), and
- 4) epithermal (realgar formation).

The following metals form the essential characteristic in the metallogeny of the Bargushat-Range: copper and molybdenum, partly-arsenic, lead, zinc. As admixtures to the ore and in black-sands are present: stibium, gold, silver, tungsten, selen, quicksilver, vanadium.

The chief practical result of the work is the establishment in the Sisian region, along the northern slope of the Bargushat-range, of a new Cu-Mo province, which is widening the limits of the Sunik (Zangessour) metallogenic region and enlarging its prospective resources of copper and molybdenum.

ГЕОЛОГИЯ

А. Т. Асляян

**Новые данные по стратиграфии и тектонике
Алавердского рудного района**

Задавшись целью стратиграфического расчленения юрских отложений бассейна р. Дебед, в 1945 г. нам удалось получить ряд новых данных, позволяющих коренным образом изменить господствующие до сего времени представления о ведущей структуре Алавердского рудоносного района и о возрасте интрузивных пород его регионального комплекса.

По собранным нами данным названный район в тектоническом отношении представляет собой крупную сундучную складку ЮЗ—СВ—В (антикавказского) простирания, сложенную юрскими вулканическими отложениями и прорывающими их интрузивными породами. Осевая полоса складки, простирающаяся по дуге: устье р. Акори—г. Дарк—скала Джейран—г. Шах-тахт—истоки р. Шамлуг—рисуеться в виде пологого синклинального прогиба, который к северо-западу переходит в крупную Лалварскую синклиналь того же антикавказского простирания, а к юго-востоку, переходя в плоскую синклиналь, огибает ахпатскую антиклиналь общекавказского простирания, которая здесь сильно расширяясь периклинально замыкается (северо-западнее г. Кызыл-даш). В районе Шамлугских рудников эта складка претерпевает поперечные перегибы и восточнее, между с. с. Шамлуг и Верх. Ахтала, уже наблюдаются узкие складки северо—северо-западного простирания, погружающиеся в том же направлении. Одна из них, пологая узкая синклиналь, на которой расположено с. Верхн. Ахтала, контролирует известное полиметаллическое месторождение этого района. Явление поперечного перегибания постумное и, вероятно, связано с сравнительно молодыми тектоническими движениями (дорудными).

В районе Алавердского месторождения на фоне восточной половины упомянутой крупной сундучной складки обособляется небольшая брахискладка также сундучного типа, восточное крыло которой имеет крутое, нередко опрокинутое, падение, а западное сравнительно пологое. Складка эта вмещает всю рудоносную полосу место-

рождения, при чем большинство бывших здесь штоков приурочивалось к западному пологому крылу—на участке, где они огибают „зеленокаменный массив“ центральной части складки (район вентиляционной шахты).

Восточное крутое крыло отмеченной брахискладки проектируется вдоль Алавердского ручья; такая картина в условиях сильно дислоцированного района и несколько плохой обнаженности, а также вследствие невыясненных фациальных взаимоотношений между отдельными партиями туфоосадочного комплекса привела к установлению некоторыми исследователями взброса (или надвига с запада на восток) регионального характера.

Аналогичный надвиг проводился также и в районе Шамлугского месторождения. С этими надвигами и связывали всю рудоносность описываемой полосы. Однако, как будет видно из дальнейшего изложения, при правильно определенной последовательности отложений района необходимость проведения этих надвигов отпадает.

Наиболее обоснованной мы считаем нижеследующую последовательность отложений.

На наиболее древних породах долины р. Дебед, представленных эпидотизированными порфиритами, согласно залегает 400 м мощности невыдержанная по простиранию толща грубых туфобрекчий, которые к западу фациально переходят в аггломератовые туфы с втеками порфиритов (свита скалы Джейран).

На этой вулканогенной толще согласно залегает Шамлугский кератофировый горизонт, с которым, как известно, связано штоковое оруденение Шамлугского и Алавердского месторождений. Стратиграфическим аналогом кератофирового горизонта является маломощная толща кислых эффузивов (типа кварцевых порфиров) правого склона р. Дебед, слагающих верхи г. г. Арчаглух, Гальванер, Шиштапа, Болор-конд, где они трансгрессивно перекрываются туфоосадочными породами.

Выше располагается сложный прерывистый комплекс вулканогенных пород, в широком смысле этого слова. Нижние горизонты комплекса представлены в основном зеленоватыми слоистыми туфогенами. Последние на южном обрывистом склоне Шах-тахтского массива прорываются темными диорито-диабазовыми порфиритами (западнее т. н. „Северного амфитеатра“, выше вьючной тропы), дающими начало распространяющемуся к западу большому потоку и прослаивающим своими пирокластическими разностями туфоосадочные породы верхнего течения Алавердского ручья; аналогом этой части вулканогенного комплекса является нижняя половина Ахтальской туфоосадочной свиты. Далее, в разрезе того же Шах-тахтского массива следует трансгрессивный горизонт фиолетовых известковистых туффитов и зеленоватых песчаников, являющихся фацией т. н. верхних авгитовых порфиритов; обнажения этого разреза прекрасно видны в верховьях Алавердского ручья, в верхах южных обрывов Шах-

Тахтского массива, в бассейне правого поперечного притока р. Лалвар и т. д. и профилирование по ним отчетливо выявляет сундучный характер вышеописанной крупной складки.

Следующим членом вышеупомянутого комплекса является регрессивная свита угленосных песчаников, которые нередко обнаруживают косую слоистость. К западу песчаники прослеживаются до Шах-Тахтского массива, где они перекрывают авгитовые порфириды, а на востоке трансгрессивную толщу разных туфобрекчий, туффитов и конгломератов (с Верх. Ахтала).

Что касается кварцевых порфиров Ахтальского месторождения, то они, несомненно, интрузивного характера (плутонический купол) и нет оснований считать их эффузивными и параллелизовать их с кварцевыми порфирами бассейна р. Акстафа, ни с вышеуказанными кислыми эффузивами правого склона р. Дебед.

По нашим новым данным кварцевые порфиры бассейна р. Акстафа, а также кв. порфиры района с. Тандзут (Армутлы), составляющие единый горизонт, расположены стратиграфически выше Алавердской нижней вулканогенной толщи и в соответствии с фаунистически охарактеризованными отложениями Ахтальского (Редлих, 1894 г.) и Алавердского (Пчелинцев, 1927) участков должны быть отнесены не к лейасу, а к доггеру, а по аналогии с Човдарским районом Азербайджана (Крымгольц, 1940) скорее к среднему бату.

Далее, кварцевые порфиры правого склона р. Дебед (г. Арчаглух и др.) в условиях пологой складчатости и отсутствия крупных дизъюнктивных нарушений находятся на 1500 м гипсометрически выше Ахтальских кв. порфиров, в данном случае и стратиграфически выше на 1500 м, так что они стратиграфически не могут быть увязаны. Другие же стратиграфические аналоги Ахтальских кв. порфиров в данном хорошо изученном районе неизвестны.

На интрузивный характер кв. порфиров Ахталы указывают также нередкие крутые контакты ($60-70^\circ$) и апикальное залегание некоторых выходов в толще порфиритов (Ахтальская штольня № 16).

Из других интрузивных пород в рудоносном районе широко известны гипабисальные альбитофиры и кварцевые альбитофиры, фациально связанные между собой. Они контролируются структурной осью района, представлены штоками и иногда размещаясь конкордантно, образуют интрузивные залежи, факколиты и лакколиты. Последние в Шамлугском районе весьма осложняют складчатую структуру и, в результате, сундучный характер складки почти теряется.

Генетически альбитофиры связываются с окрестными крупными гранитоидными интрузиями басс. р. Дебед и по всей вероятности, являются одним из их поздних дифференциатов (в басс. р. Бануш они прорывают метаморфизованные гранитоидной интрузией верхне-юрские известковистые песчаники). По возрасту они относятся к досредне-эоценовому времени, т. к. гальки их в обильном

количестве встречаются в базальном конгломерате фаунистически охарактеризованного среднего эоцена, а отдельные глыбы также в порфиритах эоцена г. Лалвар (были захвачены при излиянии порфиритов).

Возраст соседней Кохп-Ахпатской гранитоидной интрузии, явно прорывающей вулканогенную верхнюю юру (оксфорд), нами устанавливается как досеноманский, т. к. гальки этой интрузии и жильной ее свиты—гранит-аплитов, аплитов, пегматоидных пород и магматических кварцитов, а также многочисленные контактово измененные породы встречаются уже в базальном конгломерате сеномана (дорога Ноембер-Джуджеванк).

Но, так как указанные гранитоиды прорывают верхнюю юру и наиболее сильной орогенической фазой в интервале времени мальм-сеноман является австрийская фаза, то внедрение интрузий гранитоидов, а также альбитофиров будет логичнее приурочить к предсеноманскому времени.

Следует отметить, что выходы кв. альбитофиров, совершенно идентичных с Алавердскими, встречаются также в районе Кохпской интрузии. Мной впервые они были встречены на южном склоне г. Мисхана, на юго-восточной периферии интрузии, где кв. альбитофиры прорывают верхне-юрскую вулканогенно-осадочную толщу.

Принимая во внимание приуроченность Кохпских железных руд к одноименной интрузии и наличие таких же руд в верхне-барремских известняках соседнего Иджеванского района (окрестности с. Верх. Агдан), и кроме того, наличие в последнем районе дотуронских гидротермальных кварцитов, приуроченных к секванским доломитам (с.с. Лусадзор и Ниж. Агдан), возраст интрузии более точно можно ограничить интервалом времени верхний-баррем-сеноман.

Возможно, что Кохпской интрузии синхроничны интрузии Шамшадинского района, которые прорывают вулканогенную юру и в одном месте также верхне-барремские известняки (южнее г. Сарум-Сахлу). В этом же районе в верхнем течении басс. р. Ахумюрские отложения сильно дислоцированы и крутопадающие их мощные пачки, приспособиваясь к интрузии, огибают ее западную периферию (г. Казан-Учан); при этом наблюдаются эффектно выраженные явления динамометаморфизма. Гальки, по составу отвечающие этой интрузии (плагиогранит) В. Е. Хаиным были встречены в сеноманских конгломератах басс. р. Тоуз, несколько севернее упомянутых интрузий. Таким образом, предсеноманский возраст последних кажется довольно правдоподобным.

В металлогении района указанным кислым интрузиям приписывалась активная роль. По нашим же данным альбитофиры, в частности их интрузивные пластообразные залежи, в благоприятных структурных условиях, т. е. при наличии небольших замкнутых складок и рудоподводящих каналов, путем экранирования локализуют оруденение в метасоматически легко замещаемых кератофирах.

С какими же интрузиями следует связать оруденение пока трудно сказать. В басс. р. Дебед, как известно, имеются также явно третичные интрузии, прорывающие фаунистически охарактеризованные отложения лютетского яруса (с. Урут, с. Туманян, г. Лалвар). Имеются и такие интрузии, которые прорывают верхне-меловые отложения, но верхний возрастной предел таковых точно не устанавливается (верхнее течение р. Шулавер).

Сильно выраженными фазами тектогенеза, с которыми можно было бы связать указанные послесеноманские интрузии, являются ларамийская фаза и аттическая (если трансгрессивную вулканогенную толщу Мокрых гор отнести к плиоцену). Главной фазой для мезозойской полосы Алаверди-Иджеван-Шамшадин является ларамийская (под полого-падающими средне-эоценовыми отложениями залегают интенсивно дислоцированные мезозойские отложения: басс. р. Тарса, район г. Абега-кар, зап. оконечности хр. Дали-даг, Лалварские горы), однако, интрузивные проявления, связанные с этой фазой, пока не констатированы. Аттическая фаза является главной для третичной полосы юго-запада области; с этой фазой вероятно связаны все после-средне-эоценовые интрузии района; связь рудных месторождений с последними в той же полосе (Привольнинская группа месторождений, Шагалинское месторождение и др.) доказано убедительными геологическими данными. Мы склонны думать, что рудоносными для Алавердской полосы месторождений (Ахтала, Шамлуг, Алаверди, Спаса-кар) были те же третичные интрузии.

Кардинальная структура этой полосы, в основном, была создана ларамийской фазой, т. е. с одной стороны, отложения, слагающие указанную вначале крупную сундучную складку, обнаруживают значительное угловое несогласие с эоценом Лалварского хребта и, с другой стороны, гармонично с этими юрскими отложениями дислоцированы и альбитофировые тела, в частности их пластообразные дайки (южный склон г. Шах-Тахт), возникшие в связи с австрийской фазой.

На основании того, что, например, в Алавердском месторождении оруденение контролируется упомянутой вначале сундучной брахискладкой (согласное падение рудных тел с западным крылом, и сводом складки, что, впрочем, согласуется с существованием внутри складки кератофирового горизонта, локализация оруденения в контуре складки и т. д.) можно было также полагать, что оруденение и образование складки происходили почти одновременно, т. е. в ларамийское время. Однако, отсутствие в районе выходов соответствующих интрузий делает подобное предположение менее вероятным.

В районе в большом количестве имеются и жильные породы и юрские, и меловые и третичные, но отношение их к рудообразованию пока не выяснено. Из них в рудоносной полосе чаще всего встречаются диабазовые порфиристы ближе не определенного после-юрского возраста, которые с ведущей структурой района распола-

гаются конкордантно и вдоль них обычно наблюдаются явления окварцовевания, пиритизации и эпидотизации вмещающих пород. Подобные дайки, как известно, сопровождают почти все меднорудные месторождения Закавказья.

Вопрос рудоподводящих каналов для меня пока остается открытым. Несомненно одно, что таковыми являлись мелкие дизъюнктивные нарушения. Повидимому, альбитофировые интрузивные залежи рудоносного района на небольшой глубине объединяются, образуя штокообразное крупное тело, вытянутое в направлении структурной оси района; нам представляется, что во время внедрения третичных интрузий вдоль южного контакта этого жесткого массива происходили незначительной амплитуды сбросовые нарушения, по которым поднимались рудоносные эманации, экранируясь в дальнейшем под гинабисальными силами той же интрузии, или же под мелкими замкнутыми складками; при этом, если под такими покрывками находились кератофировые породы, то имело место метасоматическое замещение их рудными компонентами с образованием предпочтительно штокового оруденения.

Практические выводы наших исследований подробнее изложены в отдельной докладной записке (2). В ней указывается, что Алавердский и Шамлугский рудники истощены; более или менее перспективными являются северный участок Алавердского месторождения (крайний северный сектор установленной нами брахискладки) и участки к востоку от с. Шамлуг в басс. ручья Охнац-булаг, где наблюдаются мелкие куполовидные складки.

Далее, принимая в соображение вышеупомянутое об альбитофирах, указывается, что они частным поисковым признаком могут служить лишь только для рудоносной полосы в рамках описанной основной структурной единицы, а вне ее пределов они теряют свою таинственную значимость.

Резюмируя все вышеизложенное, с уверенностью можно констатировать следующее:

1. Кардинальной структурой Алавердского рудоносного района является сундучная складка антикавказского простиранья, которая конкордантно интродуцирована альбитофирами.

2. Оруденение контролируется небольшими брахискладками при наличии в них кератофировых пород.

3. Шнох-Кохпская интрузия имеет предсеноманский возраст (интервал времени верхний баррем-сеноман), а Алавердские интрузивные альбитофиры до средне-эоценовый (интервал времени верх-юра-средний эоцен).

4. Крупный массив кв. порфиров Ахталского месторождения представляет интрузию.

5. Мощная толща кв. порфиров басс. среднего течения р. Акстафа расположена стратиграфически на одном уровне с фаунистичес-

ки охарактеризованными байосскими отложениями долины р. Дебед и ниже келловейских отложений хр. Дали-Даг и поэтому они должны относиться не к лейасу, а к доггеру.

Институт Геологических Наук
Арм. ССР

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А. Т. Асланян—Иджеванское месторождение кварцитов. Известия АН Арм. ССР, № 4, 1945.
2. А. Т. Асланян—Докладная записка об Алавердском меднорудном месторождении. ИГН АН Арм. ССР, рукопись, июль 1945.
3. В. Г. Грушевой—Алавердское медное месторождение в Закавказье. Тр. Гл. Геол.-Разв. Упр., 1930.
4. В. Г. Грушевой, М. П. Русаков—Алавердское медное месторождение в Закавказье. Разведка недр, 1934, № 17 и № 18.
5. А. Л. Додин—Геол. строение Алавердско-Садахлинского района ЗСФСР. Тр. ВНИСа, 1935.
6. В. Н. Котляр и К. Н. Паффенгольц—Геол. карта Кавказа, масштаб 1 : 200000. Лист К-38-XXVII (Кировоаканский). Рукопись. Арм, ГУ, 1940.
7. В. Н. Котляр—О возрастном расчленении интрузивов Малого Кавказа. Зал. Всер. Мин. Общ. Вторая серия, ч. 69, вып. 2—3, 1940.
8. И. Г. Магакьян—Алавердский тип оруденения. Фонды ИГН АН Арм. ССР, рукопись, 1945.
9. И. Г. Магакьян—Основные черты металлогении северной части Арм. ССР. Фонды ИГН АН Арм. ССР, рукопись, 1945.
10. С. А. Мовсесян и О. С. Степанян—Медные месторождения Армении. Изд. АН Арм. ССР, 1944.
11. К. Н. Паффенгольц—Армутлы-Кузлы. Тр. Вс. Геол. разв. объедин., 1934.
12. К. Н. Паффенгольц—Геология Армении и прилежащих частей Малого Кавказа (резюме) ИГН АН Арм. ССР, рукопись, 1942.
13. А. Н. Соловкин—Интрузии и интрузивные циклы Азербайджана. Изд. Аз. ФАН, 1939.
14. Фондовые материалы Арм. ГУ и ИГН АН Арм. ССР.

Ա. Տ. Աղաբեկյան

ՆՈՐ ՏՎՅԱԼՆԵՐ ԱԼԱՎԵՐԴԻ ՇԱՆՔԱՇՐՋԱՆԻ ՍՏՐԱՏԻԳՐԱՖԻԱՅԻ ՈՒ ՏԵԿՏՈՆԻԿԱՅԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Ուսումնասիրելով Ալավերդու հանքաշրջանի ռեգիոնալ կոմպլեքսը, հեղինակը հանգել է հետևյալ նոր եզրակացություններին՝

1. Տեկտոնական տեսակետից Ալավերդի-Շամուղ-Ախթալա հանքաքեր գոտին իրենից ներկայացնում է հակակովկասյան տարածման մի խոշոր մեղուկաձև ծալք, որը կոնկորդանտ կերպով ներարկված է ալթերաֆերնիտով:

2. Հիշյալ շրջանում հանքայնացումը հարում է մանր՝ բրախիժալքերին, որոնք անջատվում են այդ հիմնական ստրուկտուրայի ֆոնի վրա.

3. Ալավերդու շրջանի ինտրուզիվ ալրիտոֆիրներն ունեն մինչ-միջին էոցենյան հասակ.

4. Դրանց հարևան Շնոդ-Կողբի խոշոր ինտրուզիան ունի մինչ-սենոմանյան հասակ.

5. Ախթալայի հանքավայրի քվարցային պորֆիրների խոշոր զանգվածը, որին հարում է հանքայնացումը, ունի ոչ թե էֆուզիվ, այլ ինտրուզիվ բնույթ.

6. Աղստեֆ գետի ավազանի միջին հոսանքի քվարցային պորֆիրների հաստվածքը ստրատիգրաֆիական տեսակետից համարժեք է Ալավերդու շրջանի վերին Բայոսին և ցածր Դալի-Ղազ լեռնաշղթայի կելլովեյան նըստվածքներին. ուստի այդ քվարցային պորֆիրները պետք է վերագրել ոչ թե լեյասին, այլ զոգգերին:

A. T. Aslanian

New data on the stratigraphy and tectonics of the Alaverdy ore-bearing region.

Studying the regional complex of the Alaverdy ore-bearing region, the writer came to following new conclusions:

1) In regard of tectonics the above-mentioned ore-bearing region, along the Alaverdi-Shamlough—Upper Akhtala line represents a large-closed fold of anticaucasian strike, being in concordance intruded by albitophyres.

2) The ore-fields of Alaverdi, Shamlough and Akhtala deposits are controlled by minor brachifolds, supordinted to this main structure.

3) The intrusive albitophyres of the Alaverdy region are of Pre-Middle-Eocene age.

4) The Shnokh-Kokhb grantioid intrusion is of Pre-Cenomanian age.

5) The large quartz-porphyry massif of the Akhtala deposit is not of effusive, but of intrusive character.

6) The thick quartz-porphyry band in the middle course of Akhs-taia-river basin is from the stratigraphic point of view equal to the fa-unistically-natured Bajossian sediments of the Alaverdy region as well as to the Callovian deposits of the low Dali-Dagh range: hence these porphyries pelong not to the Lyassic, but to the Doggerian age.

ВУЛКАНОЛОГИЯ

А. Н. Заварицкий

Действительный член АН СССР

О некоторых данных вулканологии в связи с изучением
четвертичных туфов и туфолов Армении

Основные вулканологические представления в конце
прошлого века

Если обратиться к представлениям о вулканических извержениях и их продуктах, господствовавшим в науке лет 40—50 тому назад, то мы увидим, что с теперешней точки зрения они были довольно односторонними. Выводы из этих представлений, которые были изложены, между прочим, Арчибальдом Гики (1897) в его знаменитой монографии о древних вулканах Великобритании, послужили основой изложения и в его не менее знаменитом учебнике (1903), и во многих других, например, в замечательном для своего времени курсе И. В. Мушкетова (1899), по которому учились поколения наших геологов. Эти представления у нас до сих пор еще находят свое отражение в геологических работах.

Гики (1897), как известно, различал три типа извержений: 1) Везувийанский тип (или тип центральных) извержений, пример которых он указывал в извержениях Везувия, Этны и, как разновидность этого типа, он рассматривал гавайские вулканы и щитовые вулканы Исландии. 2) Тип плато или трещинный тип, который он видел в массовых излияниях базальтов, слагающих равнины в бассейне Змеиной реки в Северной Америке. Как на пример современных излияний такого типа он указывал на извержение 1783 г. из трещины Лаки в Исландии. К нему он относил трещинные базальтовые излияния района Антрима и внутренних Гебридских островов в Шотландии, а также находил их среди вулканических пород древнего красного песчаника и каменноугольных отложений Англии. 3) Третий тип или тип Пюи, назван так по имени типичных представителей этого типа — небольших вулканических конусов Оверни. Другими примерами этого типа Гики считал также вулканы Эйфеля, Швабских Альп и находил примеры их среди палеозойских (каменноугольных и пермских) вулканов в Шотландии.

Как мы видим, это разделение—геологическое. Оно основано на том различии в предполагаемом механизме извержений, которое связано с геологической структурой основания вулканов. Морфология вулканических построек почти не принимается во внимание; рассматриваемая, как следствие механизма извержения, она даже не упоминается среди признаков первого порядка по их значению.

Среди продуктов вулканической деятельности Гики различал лавы и пирокластические образования: аггломераты, брекчии и туфы. Достигая поверхности, лава выливается в виде потоков, образует покровы. Такое пластообразное залегание лавы рассматривалось как характерная форма ее местонахождения, когда она выливается на поверхность. Пирокластические продукты, за немногими исключениями, представляют раздробленные при извержении, выброшенные в воздух или в водную среду (при подводных извержениях) материалы, затем упавшие на поверхность земли или на дно моря, иногда перемещенные в виде грязевых потоков и затем более или менее прочно сцементированные при позднейших процессах.

Лавы и обломочный материал могут заполнять также каналы извержений, жерловины (векки), лавы могут внедряться по трещинам и между пластов, образуя дайки и силлы, или слагать более неправильные массы внутри земной коры; но это уже субвулканические образования, корни вулканов.

Типы вулканической деятельности в то время также классифицировались несколько иначе, чем теперь. Тогда хорошо известными и изученными были извержения итальянских вулканов, главным образом, Везувия, затем извержения Килаузы. Об извержениях других вулканов сведения были менее детальны. Обыкновенно различали только явления эксплозионные и излияния лавы. Процесс извержения представляется как сочетание этих двух типов, и казалось бы можно было в них находить или некоторую нормальную последовательность этих двух проявлений вулканизма, или отклонения от нее.

В семидесятых годах Пуллет Скроп (1872) различал также типы или фазы вулканической деятельности: 1) фаза перманентного извержения, пример которой представляет Стромболи, Килауза и нек. др.; 2) фаза умеренной деятельности с паузами покоя от месяцев до столетий; такое состояние приписывалось Везувию и Этне, и 3) фаза с длинными промежутками и пароксизмальными извержениями. Пример этого представляло плинианское извержение Везувия в 79 году.

В настоящем столетии стали известны особые, до того неизвестные проявления вулканизма, о которых мы узнали при извержении вулкана Мон Пеле в 1902 г., при повторении там же такого же извержения в 1929—1932 г.г., а также некоторых других подобных извержениях вулканов и, кроме того, другой тип извержений был обнаружен по его результатам на вулкане Катмаи, где такое извержение произошло в 1912 г.

После описания извержения Мон Пеле в классической замечательной работе Лакруа (1904) признаки извержений подобного типа начали находить в продуктах главным образом молодых извержений в разных странах света. В последнее время исследования показывают, что и катмайский тип вулканических извержений, повидимому, не является исключительным. Признаки этого типа обнаружены в вулканических образованиях в разных местах земного шара.

Мы теперь классифицируем типы вулканической деятельности, исходя из главных физико-химических особенностей магмы, с которыми непосредственно связан характер извержений. В наглядной форме, в виде таблицы, основы такой классификации были представлены Зондером (1937). Координатами в этой таблице являются, с одной стороны, вязкость магмы, связанная с ее составом, от которого зависит также и температура кристаллизации, а с другой стороны, давление или глубина, на которой происходят взрывы начала извержения и которая определяет возможное содержание газа, зависящее от давления.

Характерным показателем основных свойств магмы, определяющих тип извержения, между прочим, являются, как известно, формы, которые принимают выброшенные куски свежего магматического материала—бомбы различных типов (Лакруа, 1930).

Тип 1. Наименее вязким лавам отвечают выбросы гавайского типа. Это мелкие бомбы, застывшие брызги капель, волосовидные вытянутые стеклянные нити (волосы Пеле). Они обычны на Гавайских вулканах, на Питон де ла Фурнез на острове Реюньон; у нас на Камчатке имеются прекрасные образцы их с Толбачика. Лава очень жидкая, разбрызгивается при таких извержениях фонтанами.

Тип 2. Бомбы стромболианского типа. Лава более вязкая, вроде жидкого теста. Это характерные крученые, веретенovidные, эллипсоидальные или, как их часто называют, грушевидные бомбы. Они обычны при стромболианских извержениях на Стромболи, Везувии и вулканах Пюи в Оверни; этот тип бомб—характерный признак наших закавказских вулканов. Он хорошо известен по изображениям из учебников, где он часто приводится.

Тип 3. Вулканские бомбы или так называемые бомбы „с хлебной коркой“, такой же вид имеют растрескавшиеся взрывные обломки. Лава очень вязкая; обломки сохраняют угловатую форму, внутри пористые и пемзовидные, снаружи—стекловатая потрескавшаяся корка. Ее трещины выглядят одинаково у бомб и у растрескавшихся взрывных обломков плотных внутри. Эти бомбы распространены на Вулкано, у нас на Аваче (Камчатка), они же характерны для пелейских извержений.

Гавайский тип извержений, как известно, характеризуется преобладанием лавовых излияний и слабым развитием взрывов. Это наиболее „спокойный“ тип вулканической деятельности. На Килауэа магма наиболее доступна для изучения. Непосредственно из лавы

Известия 10—3

выделяющиеся газы здесь удавалось собирать в местах на покрытой корой застывшей лавы поверхности лавового озера, где фонтанирующая лава образовала небольшие купола на месте фонтанов. Волнистая поверхность лавы характерна для Килауэа, хотя здесь нередки и глыбовые лавы. Но обычное состояние вулкана Килауэа с его знаменитым лавовым озером иногда прерывается взрывами, более похожими на пароксизмы других типов вулканов. Такой взрыв произошел, например, из лавового озера Халемаумау в мае 1924 г. Как и другие вулканические взрывы, он покрыл пирокластическим материалом из свежего и старого лавового материала дноткальдеры Килауэа (Stearns, 1926).

Я напоминаю этот пример, чтобы подчеркнуть, что в одном и том же вулкане (даже столь выдержанном в своем поведении, как Килауэа) могут меняться типы вулканической деятельности.

В деятельности знаменитого вулкана Везувия также наблюдаются различные типы. При стромболианской деятельности выбрасываются клочья лавы, давая бомбы, куски шлаков и лапилли, которые, падая, образуют агглютинат, наращивающий конус. При вулканических извержениях Везувия облако газов, принимающее обыкновенно клубящийся вид, выносит пепел и другой пирокластический материал. Иногда из кратера выбрасываются рыхлые продукты, тогда как из подножья конуса вытекает лава, выделяющая также пары газов.

Знаменитое извержение Везувия 79 года явилось прототипом плинианских извержений. Подробно изученным и описанным извержением этого типа является извержение 1906 г. (Perret, 1924). Мощная струя газов выносит огромное количество пепла, образующего черную тучу. Такие извержения дают особенно мощные отложения пепла, целые сугробы засыпают все окрестности. Рыхлые отложения легко размываются текучими водами.

Мощные отложения пепла псаммитового, частью пелитового, являются одними из самых обычных отложений среди геологических формаций прошлого и давно известны геологам.

При вулканических извержениях различного типа возникают нередко грязевые потоки, отлагающие брекчии, состоящие из обломков различной величины, в том числе очень крупных. Такие брекчии образуют слои у подножья вулканов, но в них нет слоистой сортировки материала.

Если прибавить к указанным формам пирокластических отложений накопления шлаков и лапилли, слагающие конусы и возникающие при стромболианских извержениях, то мы получим третий вид пирокластических образований, также давно знакомый геологам. Из этих отложений состоят, например, шлаковые конусы наших потухших вулканов в Закавказьи, как это можно видеть в овражках-барранкосах, прорезающих склоны этих конусов.

Эти три типа пирокластических образований: тонкие, иногда слоистые пепловые туфы, вулканические брекчии и лапиллевые аг-

гломераты шлаковых конусов представляют те три основных типа пирокластических образований, которые хорошо были известны столетия тому назад и распознавались наряду с покровами и потоками лав среди продуктов деятельности вулканов.

Расширение сведений о вулканической деятельности в XX веке

Как было сказано, совершенно новые представления о продуктах вулканических извержений были внесены наблюдениями над катастрофическими извержениями Мон Пеле. Самое представление о вулкане, о его характерной форме, о лавовых излияниях должно было быть существенно дополнено.

Вспомним хотя бы резкий контраст в формах между Ключевской сопкой и Мон Пеле, как последняя выглядела в начале 1903 г. Поражает своей изящной формой исключительно правильный конус Ключевской сопки, у подножья и внизу склонов которого многочисленные паразитные конусы с потоками лавы. Мы знаем теперь, какую большую роль в деятельности Ключевской играют извержения паразитов. В этом отношении вулкан имеет сходство с Этной. Совершенно отличный вид имеет известное, вошедшее в большинство учебников изображение Мон Пеле с ее знаменитой „иглой“—экструзивным бисмалитом.

Изображение иглы Мон Пеле с близкого расстояния дано в монографии Лакруа (1904), где видны борозды на ее поверхности и осыпи обломочного материала, возникшие при самом процессе экструзии. „Игла“ Мон Пеле по своей форме представляет исключительное явление, но куполообразные экструзии для лав кислых и щелочных, нередко средних, а иногда даже основных, очень распространены. Для богатых кремнеземом лав такая форма экструзий является даже правилом и примеры их образования в современных вулканах хорошо известны. Хорошо изучен и рост купола, например на вулкане Санта Мария в Гватемале при извержении 1922–1924 гг. (Sapper, 1926).

При образовании куполов одновременно происходит разламывание их поверхностных частей, склоны и подножье прикрываются россыпями глыб. Форма экструзий в виде иногда значительных холмов со склонами, покрытыми осыпями глыб, может неопытному геологу скорее представляться как форма останца изверженных масс, и за результат разрушительных сил может быть принято то, что возникло при созидательном процессе [вулканического извержения. Во всяком случае эта форма кажется необычной для тех, кто свыкся с понятиями лавовых потоков и покровов в их старом шаблонном значении.

Столь же необычным по сравнению с прежними представлениями о вулканических извержениях является то, что так часто сопро-

вождает образование куполов,—раскаленные тучи, о которых стало известно после извержения Мон Пеле в 1902—1904 гг. и которые в особенности изучены были Перретом во время извержения 1929—1932 г.г. Здесь нам нет надобности останавливаться на них подробно. Перрет так определяет внешнее проявление пелейской деятельности вулканов.

„Раскаленная масса, переполненная выделившимся газом, выбрасывается более или менее в определенном направлении на внешний склон, где она продолжает свой путь как лавина, стремительно по нему стекая, как бы ни был он пологим, благодаря ее крайней подвижности. Подвижность зависит от непосредственного раздробления лавы на отдельные частицы и облекания этих частичек газовой атмосферой, находящейся в сильном сжатом состоянии, которая образуется в большой мере от выделения пара самими частичками. Таким образом во время скатывания лавины развивается мощно расширяющаяся туча газа и пепла, которая имеет такой вид, как будто катятся, поднимаясь, огромные клубящиеся массы, в то время как вся туча стремительно несется вниз“.

Возникновение раскаленных туч, их развитие и движение было изучено непосредственно наблюдающими это явление учеными. Превосходные фотографии Лакруа (1904) и Перрета (1938) дают представления об этих грандиозных явлениях. Наблюдения Перрета были даже произведены в непосредственной близости с путем прохождения раскаленной тучи.

Некоторые черты раскаленных туч должны быть здесь особенно отмечены. Это расширение всей массы во время движения вследствие продолжающегося выделения газа частичками лавы, взвешенное состояние этих частичек в газовой атмосфере. В некоторых случаях благодаря такому переносу раскаленных твердых частей в газе, тучи двигаются почти бесшумно, благодаря отсутствию трения и столкновения между твердыми частицами. Иногда шум является лишь громом электрических разрядов. Раскаленные тучи получают свое движение при взрыве и они несут вместе с массой пепла куски и глыбы разной величины, иногда огромных размеров. Пронесясь по поверхности земли, они производят опустошающее разрушительное действие даже далеко от места извержения.

Катастрофа 1902 г., уничтожившая Сен-Пьер, явилась предметом подробного исследования Лакруа. Результаты изучения действия пронесшейся через город тучи дали также ценные указания на ее природу.

Подробно были изучены и пирокластические продукты отложений раскаленными тучами. Это накопление вулканического обломочного материала самой разнообразной величины, доходящей до размеров огромных глыб. Несортированность, угловатые формы придают некоторое сходство отложениям пелейских туч с образованиями, от-

ложенными грязевыми потоками. В известной степени промежуточное место между грязевыми потоками и отложениями пелейских туч занимают по условиям отложения явления „лахар“, горячих лавин, известных нам по извержениям, главным образом яванских вулканов.

Отложения пелейских раскаленных туч являются одним из видов вулканических брекчий, очень важным по его генетическому и, следовательно, и геологическому значению среди других подобных им образований. Среди современных вулканических брекчий пелейские отложения можно узнать по ряду признаков, которые указывались исследователями, непосредственно наблюдавшими их образование, но распознавание их среди более древних уже геологических образований—задача трудная, часто неразрешимая. Однако, после того, как этот тип отложений был установлен, ряд примеров такого рода образований был указан геологами.

Перейдем к другому типу извержений, который может интересовать нас с точки зрения отыскания его среди геологических формаций. Это разновидность отложений раскаленных туч, о которой мы можем судить по исследованиям Феннером результатов современного извержения Катмаи (в 1912 г.) и по работам ряда исследователей, обнаруживших признаки такого рода образований в продуктах деятельности потухших вулканов.

Вспомним некоторые главные черты извержения Катмаи. Вулкан был с незапамятных времен в состоянии покоя. Его извержения начались 6 июня сильными взрывами, звук которых слышен был на расстоянии до 1000 км и продолжались, ослабевая, до конца августа. Взрывами было выброшено около 20 км³ материала. На вершине Катмаи образовался кратер около 3-4 км диаметром и глубиной до 600—1100 м.

Но самое интересное для нас сейчас представляет образование „потока раскаленного песка“, заполнившего долину к северо-востоку от Катмаи. Когда здесь, за несколько лет до извержения, проходил по катмайской тропе при своих исследованиях Аляски Спурр, он здесь нашел лесистую долину с довольно расчлененным рельефом. После извержения эта долина оказалась погребенной под мощной толщей вулканического песка и пепла. От прежней топографии не осталось и следов. Местность превратилась в ровную слабо покатую равнину. На этой ровной поверхности появились тысячи фумаролл и струй пара. Это—знаменитая „Долина десяти тысяч дымов“.

Само извержение материала песчаного потока не наблюдалось непосредственно человеком. Лишь с юго-запада, с расстояния около 60 км в белую ночь за день до взрыва Катмаи видели темную вулканическую тучу на севере, западнее вулкана. Так как выбросы последовавшего позднее взрыва накрывают отложения „песчаного потока“, то можно думать, что эта туча была связана с его образованием. Подробному научному изучению катмайский песчаный поток подвергся только через семь лет—в 1919 г., но благодаря тому,

что Катмайская долина посещалась раньше геологами, картина происшедших изменений представлялась исследователям достаточно ясно. Ровная, пологая, почти горизонтальная поверхность с бесчисленными выходами фумаролл, иногда вытягивающихся рядами, представила резкий контраст с видом прежней долины. Толща вулканического рыхлого материала, точно поток, залила бывшую долину. Подобно языкам, эти отложения, заполнившие долину, заходят в боковые долинки.

Феннер называет их отложениями „песчаного потока“. Этот поток заполнил долину под новообразовавшимся при извержении Катмаи побочным вулканом Новарупта, но источником его не является этот вулкан. Из Новарупты был выброшен материал, который только местами покрывает отложения песчаного потока; кроме того в кратере Новарупты образовался купол белого дацита.

Отложения Долины десяти тысяч дымов не образованы какими либо раскаленными тучами, вырвавшимися из кратера Катмаи. Феннер пришел к заключению, что раскаленные тучи, отложившие их, вырывались из трещин, когда магма достигала по ним поверхности. Из таких трещин теперь выделяются фумароллы. Заполняющий Долину десяти тысяч дымов туф желтого или розового цвета состоит существенно из тонкой пыли (67% материала с диаметром меньше 0,42 мм; 17,7% с диаметром от 0,42 до 1,65 мм; и 14,6% с диаметром больше 1,65 мм); в такой массе заключены обломки пемзы белой, черной и полосатой, обсидиана, черного андезита и даже сланцев и кварцитов, покрасневших или обесцвеченных от действия высокой температуры. Размеры обломков невелики (несколько сантиметров). В некоторых частях долины в ее верхней части туф становится более богатым, обломки пемзы и размеры их могут достигать 15 см в поперечнике; встречаются даже прослои, почти лишенные тонкого материала. Высокая температура, кроме изменений во включениях осадочных пород, доказываемых обугливанием деревьев даже вблизи нижней оконечности потока. Длина потока около 23 км.

Под микроскопом основная масса туфа в нижней части долины, где он является мало связным, обнаруживает явно обломочную структуру, именно характерную пепловую структуру туфов. В этой массе рассеяны отдельные кристаллы наподобие порфириковых выделений и упомянутые включения пемзы обсидиана и т. д.

В верхней части долины, где температура была выше, тонкий обломочный материал спекся и прочно затвердел. В шлифе вместо отдельных осколков виден слегка мутный агрегат, пронизанный бесчисленными тонкими, до криптокристаллических, прорастаниями вторичных минералов; местами мелкие кристаллики можно видеть даже с помощью лупы. Можно различить как мелкие кристаллики внедряются и замещают небольшие кусочки стекла. При дальнейшем развитии процесса раскристаллизации стекло исчезает и остаются маленькие гнездышки кристаллов; там, где они поддаются определению,

они оказываются тридимитом и калиевым полевым шпатом. Такие рассеянные гнездышки, получающиеся при кристаллизации, являются второстепенной, но очень характерной особенностью. Феннер приводит доказательства того, что затвердевание материалов песчаного потока и сопровождающая его кристаллизация стекла произошли вскоре после того, как поток пришел в спокойное состояние.

Отложения типа Катмайских извержений

Образование туфовых отложений Долины десяти тысяч дымов представляет форму извержений, которая, как отмечает Феннер, не распознавалась, пока не стало известным его нахождение на Катман. В некоторых своих чертах она имеет аналогию с раскаленными тучами Мартиники, но все таки она кажется достаточно отличающейся от последней, чтобы можно было эти извержения назвать специальным типом катмайских извержений. Такие потоки тонкого обломочного вулканического материала, которые распространяются на поверхности как толстые, почти горизонтальные пласты, и превращаются в твердые массы, могут затем сохраняться как члены геологических свит горных пород. Феннер думает, что такая форма извержений не была необычной. И действительно, такие образования указываются теперь в различных частях света.

Можно думать, что к числу подобных образований относятся знаменитые пиперно окрестностей Неаполя. Относительно происхождения пиперно было много споров. Одни считали его измененным туфом, другие — лавой.

Характерные черты пиперно были указаны еще Леопольдом фон-Бухом более ста лет тому назад (см. Kalkowsky 1878). Наружный вид пиперно очень характерен и хорошо известен, потому что из этой породы построены многие здания Неаполя. Основная масса породы светлосерая. В ней наподобие порфировых выделений, заключены кристаллы полевых шпатов. В этой светлой массе с неровным изломом, хрупкой и мягкой, находятся более или менее равномерно разбросанные почти черные стекловатые включения, имеющие большей частью характерную форму языка пламени, почему итальянцы называют их фьямме (Fiamme, по немецки Flammen). Они обыкновенно небольших размеров (несколько сантиметров), иногда образуют скопления и сливаются в слои, тянущиеся на несколько футов. Будучи более твердыми, они выступают на выветрелых поверхностях или на обтертых плитах лестниц зданий. Под микроскопом фьямме обнаруживают обыкновенно сферидитовую кристаллизацию. В основной массе иногда указываются следы туфовой структуры, но часто она сливается в сплошную массу стекла с микролитами. Очень интересны явления разрастания обломанных включений санидина, заключенных в основной массе. Цамбонини обнаружил ряд пневматолитических явлений в пиперно, выражающихся в образовании ряда

минералов, образующихся при высокой температуре и содержащих иногда фтор. С другой стороны, известны переходы пиперно в так называемые пиперновидные туфы с теми же главными чертами макроскопической структуры, но с более ясной туфовой микроструктурой.

В результате своих исследований Цамбонини (1919) пришел к заключению, что пиперно представляет туф, отложившийся при высокой температуре подобно отложениям пелейских туч, с которыми он и сравнивает пиперно. Но, если принять во внимание, что для пелейских туч характерно отложение грубых брекчий, а тонкие туфовые отложения являются продуктами действия катмайских туч, то скорее именно к таким образованиям следует относить пиперно. Интересно, что задолго до того, как стали известными раскаленные тучи, и катмайские и пелейские, Дель-Эрба (1892) исследовавший пиперно, должен был прийти к заключению, что туфовый материал в этих породах должен был быть горячим при его отложении, и так как ему хорошо были известны только отложения пепла Везувия, который падает на поверхность уже остывшим, то он пытался источник пепла найти в фьямме, представлявших, очевидно, кусочки раскаленной еще вязкой лавы, выброшенные каким то образом вместе с пеплом. Это объяснение, очевидно, недостаточно и теперь, когда стало известно образование раскаленных туч, высокая температура рыхлого материала, из которого возникало пиперно, объясняется более правдоподобно.

Такие образования известны на юге Японии в районе залива Кагошима. Они окружают кальдеры вулканов Асо, Айра, Ибусуки, Кикаи. Это так называемые „Асо лавы“. Их считали то лавами, то пирокластическими образованиями, и в зависимости от этого они получали различное название: грязевая лава, лапиллевые отложения, эвтакситовые пиперно, пепловые камни (хай иши), но чаще всего „Асо лава“. Некоторые даже высказывали гипотезы, что это пирокластические обломки, переплавленные налегающей лавой. Наиболее характерной чертой „Асо лав“ является их эвтакситовая структура, иногда полосчатая, и быстрая изменчивость по пласту, как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Местами они выглядят как черные обсидианы с линиями течения; в других местах линзы черного или серого обсидиана заключены в полосатые туфовые массы; местами они походят на грубые пемзовые брекчии или тонкие туфы. В мощных залежах они обнаруживают изменения снизу вверх. Так, например, в типичном разрезе около Такеды в основании обыкновенно встречается тонкий рыхлый слой, на котором залегает слой от 0,5 до 1,5 м мощностью, где становится заметным спекание отдельных обломков, однако сохраняющих свои очертания. Выше залегает главная масса пласта полосчатого, похожего на лаву туфа со сплюснутыми линзовидными включениями обсидиана и ее столбчатой отдельностью. Мощность превышает 100 м. Вверху слой

в 3—5 м толщиной из угловатых обломков пемзы в рыхлой массе стеклянной пыли.

Местами первоначальный обломочный туфовый характер породы совершенно утрачивается, а в поле она имеет вид такой, что ее без колебаний относили к лавам; по исследованию других частей вместе с микроскопическим изучением выясняется действительная природа этих образований. Мы несомненно имеем здесь дело с отложениями материала, который вылился, как катмайская туча, и виде крайне нагретой, раскаленной стеклянной пыли вместе с большим количеством горячего газа, выносившего с собою более крупные куски лавы. После отложения более мелкие частицы, которые были размягченными и могли сливаться одна с другой, прочно сваривались вместе, а более крупные комья вязкого полурасплавленного стекла под давлением нагрузки сверху сплющивались и даже как бы расплывались в тонкие полосы. Подвижность туч доказывается их широким распространением, причем в средней части материал ее растекался широкими тонкими слоями, а дальше вниз по склонам отложения сосредоточивались по оврагам, по которым они стекали к морю. О высокой температуре можно судить по тому, что в 60 км от края кальдеры Асо в этих отложениях находили обломки обугленного дерева.

Замечательно нахождение такого же рода образований в Новой Зеландии, на Северном острове. Это так называемое риолитовое плато Новой Зеландии. Оно занимает огромную площадь, примерно в 26.000 кв. км. К северу эти образования доходят до берегов залива Изабия и может быть еще продолжают под океан. Таким образом эти породы занимают значительную часть Северного острова Новой Зеландии, находясь в развитии между двумя важными структурными осями, сложенными палеозойскими и мезозойскими породами, которые образуют здесь горные хребты по краям острова.

Мощность таких пород, слагающих риолитовое плато, Грандж (1937) оценивает более 300 м, но Маршалл (1935) указывает, что обыкновенно мощность не достигает величин более 60 м, местами доходя, однако, до 150 м, а местами спускаясь до 20 м. В общем он говорит, что отложения этой формации редко бывают толще 30 м. Возраст пород относится к верхнему плиоцену. В связи с выбросами такого большого количества вулканического материала, происходили большие оседания, в особенности в районе озера Таупо. Впоследствии на отложениях риолитовой формации возникли плейстоценовые и современные андезитовые конусы.

Породы риолитовой формации Новой Зеландии описывались рядом авторов. Одни их рассматривали как риолитовые лавы, другие — как вулканические риолитовые туфы; употреблялся также термин «туфовая риолитовая лава». В прежних работах упоминалось о структурах течения. После того, как были описаны отложения катмайских туч в Долине десяти тысяч дымов, Маршалл (1935) нашел

ряд признаков общих для этих отложений и для риолитовых пород Новой Зеландии. Микроскопическое изучение новозеландских пород, с одной стороны, и типичных образцов затвердевшего песчаного потока Катмаи с другой, обнаружило полное их сходство, и Маршалл рассматривает новозеландские породы как отложения из огромных туч сильно раскаленных мелких обломков вулканической магмы или раскаленного стекла, температура которых была так высока, что они были вязкими и, достигая почвы, слеживались и сливались вместе. Таким образом, это был, своего рода, ливень или, если так можно выразиться, буря раскаленного полурасплавленного стеклянного песка, несущегося с верхураганной скоростью. Вспомним, что скорость раскаленных туч при пелейских извержениях, наблюдавшихся Лакруа и Перретом, достигала 150 м/сек.

Как мы видим, огромные толщи риолитовых пород Новой Зеландии, так же как и другие подобные отложения, представляют образование совершенно особого рода, который до катмайского извержения геологи не знали, хотя, как было уже упомянуто, по мнению Феннера, повидимому, отвечающему истине, они не представляют исключительного явления в геологическом прошлом. Можно поэтому согласиться с Маршаллом, что такие отложения заслуживают особого названия и применения для обозначения их предложенного им генетического термина „игнимбриты“ (игнис—огонь, а имбер-ливень).

Маршалл указывает ряд признаков, отличающих игнимбриты от лав.

1. Верхняя поверхность их более или менее горизонтальна. Такую почти горизонтальную поверхность мы уже видели в Долине десяти тысяч дымов. Отлагаясь, они сглаживают неровности почвы, на которой они отлагаются.

2. Нет вулканических конусов, которые можно было бы считать источниками отложения игнимбритов. Отсутствие вулканических конусов риолитовых пород на плато игнимбритов Новой Зеландии поразительно. Мы видели, что и на Катмаи Феннер указывает, что изверженный материал раскаленного песчаного потока вносился не из какого либо конуса, а из трещин, частью и теперь заполненных некоторым количеством материала. Повидимому, это связано с самим способом выноса материала. Магма подходит довольно близко к поверхности, благодаря разломам; после некоторой паузы, когда газы, содержащиеся в магме, стали выделяться, они не давали бурные взрывы, но выделялись длительно, распыляя лаву на мелкие частицы, которые неслись во взвешенном состоянии в массе сжатого газа и давали начало потоку пепла или песка.

Естественно, что при таком выдувании не происходит около устья накоплений подобных шлаковым конусам вулканов.

3. Отсутствуют шлаки на верхней поверхности игнимбритов в

противоположность тому, что бывает на поверхности лав. Это так же понятно из способа образования потока раскаленного песка.

4. В основании игнимбритов обыкновенно лежит тонкий слой рыхлого вулканического песка или пепла, имеющего тот же состав, что и главная масса, но не спекшегося в одно целое. Автор объясняет это быстрым охлаждением около почвы.

5. Игнимбриты имеют обыкновенно довольно хорошо выраженную вертикальную отдельность, нередко принимающую форму призматической отдельности лавовых потоков. Она объясняется сокращением во время охлаждения горячей породы, которая вследствие спекания частиц по существу уже была твердой. Вязкость кислого стекла и степень охлаждения не допускают движения массы после ее отложения, и эта неподвижность благоприятствовала возникновению правильной вертикальной отдельности. Призмы этой отдельности тем тоньше, чем температура была выше. Это подтверждается тем, что там, где столбы тоньше, частицы стекла сильнее расплющены и структура принимает вид флюидальной. Когда столбы отдельности очень толстые или порода массивная, стеклянные частички похожи на частицы обычных стекловатых туфов.

6. Микроскопическое изучение новозеландских игнимбритов обнаружило крайне любопытные особенности. В некоторых образцах мы имеем довольно типичную структуру туфа, сложенного мелкими стекловатыми осколками с характерной для них формой и рассеянными в такой массе наподобие порфириковых выделений кристаллами кварца, полевого шпата и цветных минералов. Включения обсидиана, пемзы и посторонних пород выделяются наподобие фьямме пиперно. В других случаях можно заметить характерные изменения. Здесь удалось проследить, с одной стороны, постепенную деформацию стеклянных частичек, под влиянием давления вышележащих слоев отложений, так сказать расплющивание и некоторое растекание вязкого стекла под давлением сверху. Этой деформации мелких частиц отвечает деформация и крупных включений стекла (обсидиана), пемзы и шлаков, которые при этом принимали вид совершенно подобный фьямме итальянских пиперно. С другой стороны, Маршаллом подробно изучено явление раскристаллизации новозеландских игнимбритов. При этом образуются калиевый полевой шпат и тридимит. Калиевый полевой шпат выделяется в виде тончайших иголок или волокон; рост их начинается с поверхности осколочков стекла и, вращая в них снаружи, они образуют то тончайшие гребенчатые микроструктуры, то, развиваясь во всех направлениях, — сферолиты. При этом иногда волокна сферолитов во время своего роста проходят через несколько осколков стекла и тогда размеры их достигают большой величины, так что структура принимает вид сферолитовой структуры некоторых риолитов, которым обыкновенно приписывают лавовую природу. Маршалл резонно указывает, что

может быть многие из риолитов со сферолитовой структурой могут быть раскристаллизованными игнимбритами.

Тридимит развивается в виде тонких агрегатов чаще всего в центральной части осколков. При раскристаллизации игнимбритов, в том случае, когда стеклянные обломки расплющились и порода приобрела некоторую слоистость, возникают микроструктуры, совершенно тождественные с некоторыми флюидальными структурами риолитов. Обильные кристаллы кварца и полевого шпата, обыкновенно слегка обломанные, а также небольшое количество кристаллов цветного минерала имеют в этих породах вид настоящих порфировых вкрапленников.

Любопытны некоторые механические особенности игнимбритов, легко объясняемые их происхождением. Плотность породы правильно увеличивается сверху вниз. Тонкая пористость и характер связи между спекшимися частицами стекла позволяет пилить породу пилой. Получается хороший строительный материал.

Ряд интересных фактов обнаружило изучение таких же игнимбритовых отложений, так называемых бишопских туфов, исследованных Джильбертом (1938) в Восточной Калифорнии, примерно в 200 км к востоку от Сан-Франциско. Эти риолитовые туфы плейстоценового возраста имеют светлый цвет от белого через палевый до красновато-бурого. В массе тонкого стекловатого туфа рассеяны кристаллы кварца и санидина и обломки порфировой пемзы и обсидиана. Эти обломки не ориентированы. Во многих случаях прослежено, как они сплющиваются в нижней части мощных разрезов; особенно это заметно на пористой пемзе. Основная масса туфа мягка и пористая вверху делается более твердой внизу, в основании плотной и даже литондной и стекловатой. Типичные туфы, так же как новозеландские игнимбриты, хорошо пилятся пилой и в них можно заколачивать гвозди. Можно указать и целый ряд других особенностей, повторяющих то, что уже отмечено для новозеландских туфов. В бишопских туфах также хорошо развита столбчатая отдельность. Они обладают такой же замечательной ровной поверхностью и сглаживают неровности погребенной топографии. В бишопских туфах тоже замечено изменение плотности сверху вниз и, наконец, в них можно проследить ряд сходных особенностей микроструктуры.

Рассматривая микроструктуру этих туфов, можно последовательно проследить изменение в разных типах, различаемых по степени изменений частиц пепла, образующих главную массу туфа, в которой наподобие порфировых выделений заключены кристаллы санидина и кварца, реже цветных минералов. В менее измененных туфах мы видим типичную непловую микроструктуру основной массы, затем она обнаруживает еще в небольшой степени следы сплющивания в вертикальном направлении; далее в образцах из низа обнажения сплющивание сильнее и порода делается более плотной, нако-

нец, возникает псевдофлюидальная микроструктура, возникающая вследствие сплющивания; еще более измененными являются уже перекристаллизованные или частью перекристаллизованные туфы, утрачивающие первоначальную пепловую структуру. Микроструктура становится фельзитовидной. При раскристаллизации стекла в Бишопских туфах также развиваются тридимит и калиевый полевой шпат (санидин) почти в тех же формах, как мы это видели в новозеландских породах. Кристаллизация происходила уже после деформации (смятия) стеклянных обломков и их спекания. При этом она наблюдается только в достаточно удаленных от охлаждавшихся наружных частей внутренних частях толщ.

Смятие или сплющивание кусков пемзы, очевидно, в вязком ее состоянии, и спекание частиц, в туфах было давно подмечено в риолитовых туфах Иеллоустонского парка таким тонким наблюдателем, как Иддингс (1890), который применял для обозначения этого такие термины, как *collapsed pumice* и *welded tuffs*, но до того, как стали известны катмайские туфы и способ их образования, природа иеллоустонских пород не могла быть разгадана.

В известном учебнике Иддингса (1909) мы находим изображения микроструктуры риолитовых туфов и пемз Иеллоустонского парка, которые похожи на структуры бишопских туфов и других пород этого типа.

Игнимбритовые породы известны теперь на широкой площади и к западу от Иеллоустонского парка в юго-восточном Айдахо. Здесь замечательной особенностью является их залегание. Они покрывают неровную топографическую поверхность относительно тонким пластом мощностью 6—15 м, встречаясь на весьма различных высотах, причем разница доходит до 1000 м и даже несколько больше. Повидимому, раскаленная туча здесь была более богата газом и достигала огромных размеров; по внешнему виду и по микроструктуре эти отложения близки к другим спекшимся туфам, о которых уже говорилось выше.

Очень интересные примеры такого же рода горных пород указывает Вильямс (1942) в строении окрестностей Кратерного озера в Орегоне. В истории этого вулканического образования отмечаются два периода извержений раскаленных туч, давших отложения рассматриваемого типа. До кульминационного момента вулканической деятельности вулкана Мазамы, остатком которого является теперь Кратерное озеро, извержения раскаленных туч дали отложения спекшегося туфа Уайнгласса, очень характерного и типичного. Второй период связан с самым кульминационным моментом, непосредственно предшествовавшим образованию кальдеры, озера. Это так называемое кульминационное извержение пемзы. В нем Вильямс различает, сравнивая его с извержением Комагатаке 1929 г., два этапа: выпадение пемзы (*pumice fall*) и пемзовые потоки (*pumice flow*), которые представляли извержения раскаленных туч катмайского типа.

Выпадение пемзы происходило при более слабой начальной стадии извержения, когда пемза выбрасывалась в воздух и падала на землю, давая более или менее сортированные отложения. Лавины раскаленных туч непосредственно следовали затем, накрывая покров выпавшей пемзы. Такая последовательность явлений наблюдалась при большом извержении вулкана Комагатаке в 1929 г. и была описана Коцу (1934), который и выделил в нем два указанных этапа.

Это явление дает другое объяснение слою пемзы и пемзового песка, обычно подстилающему спекшиеся туфы.

Можно было бы привести еще ряд примеров сходных образований, связанных с извержениями Катмайского типа, из Австралии, Вест-Индии и острова Суматры. Все эти примеры показывают, что такие породы не являются исключительными.

Разъяснение происхождения игнимбритов или спекшихся туфов имеет в особенности большое значение, так как оно разъясняет противоречие между хорошо известной вязкостью риолитовой и вообще кислой магмы, с одной стороны, и характером распространения некоторых риолитовых и других кислых „эффузивных“ пород в виде тонких пластов, которые заставляют допускать большую подвижность материала. Очень может быть, что некоторые „риолитовые покровы“ на самом деле являются пластами игнимбритов этого состава, как это можно подозревать в Йеллоустонском парке и в некоторых других местах, на что обращает, как мы видели, внимание Маршалл.

Армянские туфы и туфолавы

Очень интересный пример представляют четвертичные туфы и туфолавы Советской Армении. В них мы можем найти целый ряд признаков, характерных для игнимбритов. В полной мере для них приложим тот перечень отличий игнимбритов от лав, который дает Маршалл для пород Новой Зеландии. В самом деле, отложения армянских туфов и туфолав отличаются ровной верхней поверхностью лишенной каких-нибудь шлаковых образований; налегая сверху, они скрывают мелкие неровности почвы. Очень характерна эта ровная плоская поверхность площадей распространения туфолав на склонах массива Арагаца (Алагеза). Нельзя указать вулканических конусов, с которыми были бы связаны „туфолавы“. Нередко они обладают более или менее развитой столбчатой структурой и, наконец, очень характерно во многих случаях залегание в основании тонкого прослоя рыхлой пемзы.

Наружный вид туфов и туфолав очень характерен. Эти породы справедливо получили название пиперионидных. Подобно тому как в итальянских пиперио, как в новозеландских или калифорнийских игнимбритах в более светлой серой, обыкновенно с красноватым оттенком красновато-желтой или розовой, а иногда и в темной или

красной тонкопористой массе, рассеяны довольно многочисленные свежие кристаллы полевого шпата наподобие порфировых вкрапленников, и, как обособленные включения, разбросаны обыкновенно более темные некрупные линзовидные пятна более твердых шлаков и обсидиана; они часто в туфах имеют форму настоящих фьямме пиперно с теми же признаками сплющивания. Изредка попадаются резко от них отличающиеся посторонние угловатые обломки более древних лав.

Очень интересную картину сплющивания стекловатых включений (фьямме) можно наблюдать в каньоне реки Касах около сел. Аштарака. В верхних слоях формы включений очень типичны; они в поперечных разрезах имеют характерные линзовидные очертания фьямме. Обнажения по дороге на противоположной селению стороне реки перед спуском в ущелье дают возможность видеть очертания включений как в поперечных разрезах, так и в плоскости пласта на обнаженных горизонтальных поверхностях туфа. В последнем случае включения имеют угловато-изометрические очертания и не обнаруживают какой либо вытянутости в определенном направлении. Спускаясь по дороге к мосту, можно заметить все большую расплюснутость фьямме. Около моста в поперечном сечении они имеют форму вытянутых темных „струй“, обильно перемежающихся с более светлой включающей их массой. В горизонтальной же плоскости мы видим неправильно округлые блинообразные очертания таких включений опять таки без вытянутости в каком либо направлении. Это можно наблюдать на отвалившихся глыбах у самой реки, несколько ниже моста.

Таким образом мы видим ясное расплющивание включений, бывших очевидно в очень податливом пластическом состоянии. Веса толщи туфового материала, обнаженного теперь в обрыве реки, было достаточно, чтобы расплющить куски пластичной лавы в плоские блинообразные тела. То, что это было именно расплющивание, а не вытягивание, как думали прежние исследователи туфолав, убедительно доказывается изометрической формой включений, если их рассматривать на плоскостях напластования, и отсутствием их ориентировки в этой плоскости и какой нибудь вытянутости.

Микроскопические исследования позволяют заметить признаки, особенно интересные в породах, которые подвергались сравнительно малому изменению после отложения пеплового материала.

Вообще можно проследить ряд постепенных переходов от туфов к типичным „туфолавам“. С одной стороны, как например, в туфах из каньона реки Гедар по дороге из города Еревана в ботанический сад, скопление стекловатых частиц, здесь довольно интенсивно окрашенных, обнаруживает типичную „стекловатую“, витрокластическую микроструктуру. В других образцах, например в звонком плотном туфе около селения Ошакан, в шлифе заметна неко-

торая слоистость и ясно видны пластические деформации стеклянных пепловых частиц, сплюснутых по слоистости.

В образце из обнажения около селения Аштарак видно, как крупные прозрачные обломки плагиоклаза заключены в основной массе, спекшейся из пепловых частиц и обнаруживающей явные пластические огибания этими частицами плагиоклазовых кристаллов и их обломков. Этот туф крепкий в обнажении и обнаруживает заметную столбчатую отдельность.

Артикская туфолава с северного склона Арагаца включает совершенно расплюснутые кусочки пемзы, поры которой вытянулись в направлении слоистости („спавшаяся“ пемза американских авторов). Подобно этому и в образце желтой туфолавы из Амбердского каньона с южной стороны Арагаца включения сплюснутой пемзы и следы пепловой структуры еще достаточно ясны, а в то же время отчетливо видны пластические деформации. В полосатой туфолаве из Амбердского ущелья видна, так называемая, „такситовая“, похожая на флюидальную, микроструктура лав, но можно различить неоднородное сложение из обломков разного состава и структуры, подвергшихся деформации, очевидно, в пластическом состоянии.

Интенсивное „сваривание“ частиц раскаленного пепла может приводить и приводит к совершенной или почти совершенной утрате следов первоначальной пирокластической структуры и основная масса породы под микроскопом имеет вид флюидального стекла, в котором местами даже могут появляться перлитовые трещины и возникает кристаллизация, иногда в сферолитовых формах.

Поучительны в этом отношении образцы туфолав и туфов из Кичагского оврага на северном склоне Арагаца.

Здесь нижние части туфовой массы сварились настолько, что пепловая структура в них исчезла совершенно. Порода эта считалась лавой и отделялась от верхних частей, сохранивших пирокластическую природу. Однако, о том, что здесь мы имеем дело с единой толщей говорят, прежде всего, одинаково распространенные в ней как в верхних, так и в нижних частях посторонние включения, а также довольно постепенные переходы от верха к низу. Такие переходы были отмечены и прежними исследователями, но объяснялись как результат какого то непонятного процесса „перерождения“ лавы нижних горизонтов в „туфолаву“.

Нижние части обнажения у Кичагского монастыря обнаруживают горную породу, имеющую полосатый вид, состоящую из полосок черных со стекловатым или смолистым блеском цехштейна и светлых розоватых. Полоски неровные и выклиниваются наподобие „струй“.

Интересна микроструктура породы. В ней можно усмотреть некоторые характерные черты микроструктуры типичных итальянских пиперно. Как в последних, кичагская „полосатая лава“ из

нижних частей толщи состоит, как видно под микроскопом, из двоякого рода участков. Основная масса обладает структурой, похожей на микрофельзитовую, как бы неравномерно запыленную и содержащую включения фенокристаллов пироксена и плагиоклаза, часто обломанные. В такой массе находятся вытянутые неправильные включения „струи“, иногда не резко отграниченные, обнаруживающие раскристаллизацию стекла в агрегаты микролитов щелочного полевого шпата и кристобалита, местами тридимита. Микролиты полевого шпата в раскристаллизованных участках то распределяются беспорядочно, то обнаруживают более или менее ясные сферолитовые сростки, то располагаются по окраинам участков, примерно перпендикулярно их границам. Кристобалитовые агрегаты обыкновенно находятся в промежутках между полевым шпатом, особенно в центральных частях раскристаллизованных таким образом участков: фенокристаллы пироксена и плагиоклаза встречаются в таких участках так же, как в микрофельзитовой основной массе. Не всегда раскристаллизованные участки обладают формой „струй“; иногда они имеют вид даже угловатых включений.

В более верхних частях „туфолаговой“ толщи стекловатые включения—„фьямме“—имеют более типичный вид линз. На выветрелых поверхностях обрывов в обнажениях эти включения нередко вываливаются, оставляя характерные углубления. Кроме того, следует отметить, что в переходных частях толщи Кипчакского обнажения под микроскопом в туфолах в такой же основной массе с раскристаллизованными струйками, как мы это видели в нижних слоях, встречаются более или менее деформированные сплюснутые включения с тонкой пемзой структурой. Невероятно, чтобы такие мелкие включения пористой пемзы были захвачены и глубоко погружены в вязкую лаву; естественнее в них видеть сохранившиеся от полного сваривания остатки обломков бывшей пирокластической массы. В них иногда тоже наблюдается раскристаллизация с образованием полевого шпата и кристобалита. Гораздо реже под микроскопом можно встретить маленькие посторонние угловатые включения лавы с андезитовой структурой.

Раскристаллизация отдельных участков в рассматриваемой породе имеет сходство со сферолитовой раскристаллизацией „фьямме“ в пиперно, хотя форма участков и более беспорядочное расположение микролитов обнаруживают заметные отличия. Фельзитовые участки также имеют много общего с подобными же участками в пиперно. Как известно, в последнее время пиперно рассматривают (Риттман, 1936), как довольно мощную толщу сварившихся шлаков (Schweiss schlacken). Пиперно кверху переходит в брекчиевый богатый пепловыми частицами туф. Сходство его в нижних частях с лавой объясняют тем, что здесь раскаленная свежееотложенная масса пепла и шлаков так сваривается, даже сплавляется, что особенно при значительных уклонах почвы может почти течь подобно лавовому

потоку „не имеющему корней“. Нечто подобное, именно расплывание в стороны сварившихся в пластичную стекловатую массу частей пирокластической толщи под нагрузкой вышележащих слоев могло иметь место при образовании струйчатых структур в некоторых армянских туфолавах.

Обнажение, где мы видим интенсивное сваривание пирокластического материала с утратой первоначальной структуры и указанными минеральными новообразованиями, вскрывает нижние части толщи в верховьях Кипчагского оврага (под монастырем). Вблизи устья этого оврага и в верхних частях толщи много каменоломен, где добывали типичные арктические туфы, в которых хорошо можно видеть их пирокластическую природу. В свежем виде эти горные породы крепкие и звонкие, обладают значительной пористостью и на больших поверхностях в поперечном изломе ясно видно, что в составе их значительное участие принимают кусочки „спавшейся пемзы“ (collapsed pumice Иддингса и др.), сплюснутые в вертикальном направлении. Вместе с ними куски обсидиана (стекла) типичных фьямме и кристаллы минералов первых выделений в массе из спекшегося расплывленного стекловатого пепла, как это мы видим из других разновидностей наших туфов. Разрушением более крупных и менее деформированных кусков пемзы объясняется появление местами крупных пустот в туфах. Такие разновидности арктического туфа, как мы уже упоминали, распространены и в других местах на склонах Арагаца.

Высокой температурой пирокластического материала, из которого рассматриваемые породы образовались, можно объяснить ряд других особенностей. Так например, характерно, что, как правило, верхняя часть туфов окрашена в красный цвет, а нижняя в черный. Давно установлено, что различие зависит от окисления железа в верхней части. Естественно предположить, что такому окислению способствовала высокая температура раскаленного материала и что оно было связано с верхними частями толщи, непосредственно соприкасавшимися с воздухом. Сравнительно немногочисленные исключения, когда красный туф лежит под черным или они переслаиваются, могут зависеть или от особенностей распределения проникавшего в туф кислорода воздуха по разным слоям, или от того, что здесь имели место повторные извержения пепла.

Мы видели, что толщи игнимбритов в Новой Зеландии, в Калифорнии и в других местах обыкновенно подстилаются слоем пемзы, переходящей кверху в массу игнимбрита; появление такого слоя, как мы видели, объясняют охлаждающим действием поверхности почвы. В месторождениях армянских четвертичных туфов и туфолав подобная подстилка из мелкораздробленной пемзы или пемзового песка, иногда совершенно постепенно переходящей в налегающий сверху туф, представляет обычное явление. В других местах, однако, вместо такой подстилки указываются признаки того,

что масса туфа действовала на почву, как будто нагревая ее и вызывая появление мелкой столбчатой отдельности. Возможно, что различное действие пепловой массы на почву и обратно могло быть связано с различным состоянием почвы, ее влажностью и т. д.

Мы видели и другое объяснение появления пемзовой подстилки под отложениями раскаленных туфов катмайского типа, которое указывает Вильямс для кульминационных извержений вулкана Мазама (Кратерное озеро), где раскаленным тучам непосредственно предшествовало выпадение пемзы, выброшенной в воздух.

Значительные размеры принимают отложения пемзового песка под туфом там, где этот песок и пемза налегают на галечники или пески, очевидно отложенные водой; это можно видеть в Аванском карьере около Еревана. Иногда в нижнем слое пемзового песка заметна отчетливая слоистость. Образование такой пемзовой подстилки под туфами и туфолатами еще не достаточно ясно.

Интересны особенности нахождения посторонних угловатых включений в туфах и туфолатах. Такие включения спорадически встречаются во многих месторождениях этих пород, попадаясь в их толще на разных горизонтах. Как уже говорилось, в Кипчагском овраге их можно видеть в нижних частях сильно спекшихся и частью перекристаллизованных, так же, как и верхних. Их присутствие здесь является хорошим указанием на единство образования всей толщи туфолатов.

Посторонние угловатые включения в туфах и туфолатах представляют чуждые им обломки тех андезито-базальтов, которые образуют почву, покрываемую туфовыми массами. Эти обломки похожи на те куски щебня, которыми и теперь покрыта поверхность выходов андезито-базальтов. Заслуживают быть упомянутыми случаи, когда в туфах находятся целые скопления таких посторонних включений, или в форме выклинивающихся прослоев с переменчивой мощностью, или в виде небольших линз или коротких пластов иногда с тупо закругленными (не выклинивающимися) концами, как например, в обнажении около Аштаракского моста. Довольно значительный „прослой“ включений, образующих своего рода брекчию, можно видеть около асфальтового заводика в долине р. Гедар вблизи Еревана. Размеры обломков большей частью около кулака или даже больше: цемент между обломками — довольно рыхлый туф из того же материала, какой образует всю массу вмещающей породы. Строение и залегание брекчии исключает предположение о ее отложении водой. Не являются ли такие накопления обломков сметенными со склонов скоплениями кусков щебня с почвы, по которой прокатилась раскаленная туча пепла?

Мы не будем останавливаться на других особенностях четвертичных туфов и туфолатов Армении. Из того, что сказано выше, можно видеть, что целый ряд их особенностей удовлетворительно объясняется, если считать их продуктами отложения раскаленного

пирокластического материала (игнимбритами). Высокая температура отложений принималась и другими, изучавшими их авторами. Пирокластическая природа как туфов, так и „туфолав“ отмечалась К. Н. Паффенгольцем (1938). Однако, пепловые массы, выброшенные вверх из вулкана при извержении и потом упавшие на землю, не сохраняют высокую температуру в такой степени, чтобы объяснить особенности игнимбритов, и мы видели, как эти особенности нашли подходящее объяснение только после Катмайского извержения и изучения его результатов.

В отношении армянских туфолав первые попытки объяснения их способа образования делались Абихом более полу столетия тому назад, когда и петрология и вулканология были далеки от их современного состояния. Абих считал, что „черное цехштейновидное изменение армянских туфовых лав и было первоначальным и что оно подчинялось превращению в красное ячеистое лишь при появлении их из недр земли в пределы атмосферы“. Авторитет Абиха в глазах части кавказских геологов был так велик, что его неясная идея о „превращении черного вещества“ включений в „красное ячеистое“ вещество упорно держалось у некоторых авторов как пережиток взглядов Абиха до недавнего времени, заслоняя собою необходимость искать новые факты, требующие новых объяснений, и превращаясь в представления нигде не наблюдавшихся и невероятных явлений.

Ф. Ю. Левинсон-Лессинг (1928), справедливо указывая, что туфовые лавы являются самым интересным петрографическим объектом Армении, сравнивал их с итальянскими пиперно и считал, следуя Кальковскому и Абиху, лавами. Он высказывал также предположение, что некоторые из них — „лавы, в которые падали в момент затвердевания лапилли“ или „лавы, захватившие при своем движении некоторое количество рыхлых продуктов. Невероятность образования таких смесей лавы и лапиллей для рыхлых продуктов очевидна, если мы примем во внимание, что рыхлые продукты и лапилли в наших породах, как правило, обладают пористой пемзовой структурой, а богатые кремнеземом лавы должны были быть вязкими.

К этим, не обоснованным никакими геологическими наблюдениями предположениям, позднее присоединились еще более невероятные представления дальнейших исследователей о „микрофонтанирующей поверхности лавового потока“, о „лавовом бурлящем потоке из пенисто-флюидального аморфного вещества“, при помощи которых стремились сохранить гипотезу о лавовой природе „туфолав“, не считаясь с тем, что известно о действительно происходящих и наблюдающихся явлениях в природе.

Новый взгляд на четвертичные туфы и туфолавы Армении, который был изложен выше, пока является рабочей гипотезой, требующей дальнейшего изучения этих интереснейших горных пород, главным образом геологического. Мы видели уже на примерах ус-

ловий нахождения игнимбритов в других областях, что один из самых трудных вопросов—это вопрос об источнике и способе извержения таких вулканических образований. Его решение требует очень тщательного сравнительного изучения изменений признаков породы в связи с ее распространением по поверхности. В этом отношении для изучения армянских туфов сделано еще очень мало, но все же некоторые черты могут быть отмечены.

Распространение туфов и туфолов в Армении очень характерно. Главным образом площадь их развития окружает Арагац. П. И. Лебедев (1931) выделяет в этом массиве зону строительных туфолов, полукольцом охватывающую его с юго-запада. Он указывает на платообразные формы поверхности, занятой туфовыми лавами, заливающими неровности ранее существовавшей поверхности. Площади распространения туфолов действительно располагаются около Арагаца, как вокруг некоторого центра.

Хотя Арагац нельзя рассматривать как четвертичный вулкан и хотя туфы (и туфолавы), как показал Паффенгольд (1938) неоднократно извергались в течение четвертичного периода, все же такое их распространение может указывать на существование магматического очага в районе Арагаца, бывшего источником материала туфов и, следовательно, на связь тектонического поднятия Арагаца с этим проявлением магматической деятельности. Не все местонахождения туфов Армении, однако, связаны видимо с Арагацом. Их источник и особенности отложения совсем еще не выяснены. Неясны соотношения туфовых извержений с другой формой проявления вулканической деятельности в Армении в четвертичное время—с лавовыми излияниями и центрами этих излияний. Существование таких центров на склонах Арагаца, отмеченных шлаковыми конусами и потоками основных лав, в непосредственном соседстве с покровами туфов и туфолов дает надежду получить некоторые указания и в этом отношении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Абих—Геология Армянского нагорья. Западная часть. Перевод Б. З. Кольченко. Зап. Кавказ. отд. Геогр. Общ., т. XXI, 1899.
2. L. Dell'Erba—Considerazioni sulla genesi del Piperno, Atti della R. Accad. delle Scienze fis. e mat. di Napoli. v. V., ser. 2, № 3 1892.
3. C. N. Fenner—The Katmai Region, Alaska, and the Great Eruption of 1912. The Journ. of Geol. v. XXVIII, № 7, 1920.
4. C. N. Fenner—The Origin and Mode of Emplacement of the Great Tuff Deposit in the Valley of Ten Thousand Smokes. Nat. Geogr. Soc. Tech. Papers. Katmai Ser., № 1, 1923.
5. C. N. Fenner—Tuffs and Other Volcanic Deposits of Katmai and Yellowstone Park. Amer. Geophys. Union. Pr. 18-th Ann. Meeting 1937.
6. A. Geikie—The ancient Volcanoes of Great Britain. 2 vol. London, 1897.
7. A. Geikie—Text-book of geology, 4 th ed. London, 1903.
8. C. M. Gilbert—Welded Tuff in Eastern California Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 49, 1938.

9. L. I. Grange—Geology of the Rotorua-Taupo Subdivision. New Zeal. Geol. Surv. Bull. 37, 1937.
10. J. P. Iddings—Geology of the Yellowstone National Park. U. S. Geol. Survey. Monograph № 32, 1890.
11. J. P. Iddings—Igneous Rocks. Vol. 1, New York, 1909.
12. E. Kalkowsky—Über den Piperno. Zeitschr. der deutsch. Geol. Gesellsch. XXX, 4, 1878.
13. S. Kozu—The Great Activity of Komagatake in 1929. Tscherms. Min. Petr. Mitt., B. 45, 1934.
14. A. Lacroix—Remarques sur les matériaux de projection des volcans et sur la genèse des roches pyroclastiques qu'ils constituent. Jubilee vol., Centenaire de la Soc. Géol. de la France, 1930.
15. A. Lacroix—La montagne Pelée, Paris, 1904.
16. Ս. Կ. Լեբեդև—Вулкан Алаз и его лавы. Тр. СОПС АН, 1931.
17. Փ. Կ. Լեւինսոն-Լեսսինգ—Армянское вулканическое нагорье. Природа № 5, 1928.
18. G. R. Mansfeld and C. S. Ross—Welded Rhyolitic Tuff in Southern Idaho Amer. Geophys. Union Pr. 16 th Ann. Meeting 1935.
19. P. Marshall—Acid Rocks of the Taupo-Rotorua District. Royal Soc. New Zeal. Tr., vol. 64, 1935.
20. Ի. Յ. Մուսկետով—Физическая геология, т. 1, Спб, 1899.
21. Կ. Փափֆենհոլց—К вопросу о возрасте и генезисе туфолов Армении. Записки Всеросс. Минер. о-ва, ч. 68. № 3, 1935.
22. F. A. Perret—The Vesuvius Eruption of 1906. Carnegie Inst. Washington, 1924.
23. F. A. Perret—The Eruption of Mt Pelée 1929—1932. Carnegie Inst. Publ. 1937.
24. A. Rittmann—Vulkane und ihre Tätigkeit. Stuttgart, 1936.
25. K. Sapper—Die vulkanische Tätigkeit in Mittelamerika im 20 Jahrhundert. Zeit. f. Vulk. B. 9. № 4, 1925.
26. G. I. Scrope Pullet—Volcanoes, 2-nd ed., London, 1872.
27. R. A. Sonder—Zur Theorie und Klassifikation der eruptiven vulkanischen Vorgänge. Geol. Rundschau, B. 28, H. 6/7, 1937.
28. H. T. Stearns—The explosive phase of Kilauea volcano, Hawai in 1924. Zeitschr. f. Vulk. X-1926.
29. H. Williams—The Geology of Crater Lake National Park, Oregon. Carnegie Inst. Publ. 1942.
30. F. Zambonini—Il tufo piperno della Campania e i suoi minerali. Mem. pas serv. alla descrizione della Carta geologica d'Italia. v. VII, p. 2, 1919.

Ա. Կ. Հավարիկի

ՍՍՍՐ ԳԱ խոսակցական

ՄԻ ՔԱՆԻ ՀՐԱՐԻԱԲԱՆԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐ ԿԱՊԿԱԾ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀՐԱՐԻԱՅԻՆ ՏՈՒՑԵՐԻ ԵՎ ՏՈՒՑՈՒԼԱՎԱՆԵՐԻ ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ՀԵՏ

Ս. Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հեղինակը ուշադրություն է դարձնում ներկա հարյուրամյակում հրաբխաբանության ձեռք բերած հաջողությունների վրա: Անցյալ դարի վերջերին տիրապետող պատկերացումները բավականին թերի էին: Տարբերում էին կենտրոնական, ձեղքվածքային և Պյուլի տիպի ժայթքումներ (գիկի): Տարբերում էին հրաբխային գործունեության հետևյալ ձևերը, պերմանենտ ժայթքումներ, չափավոր գործունեության և պարոքսիզմային (Պուլիտ Սկրոպ): Հրաբխային գործունեության պրոդուկտների դասակարգումը հա-

ձախ սահմանափակվում էր նրանց բաժանելով լավաների և պիրոկլաստիկ ապսոնների:

Ներկա հարյուրամյակում հայտնի են նաև ժայթքումներ *nuees andentes* ուղեկցությամբ (Մոն Պելեի և Կատմաիի ժայթքումները)։ հանդես են եկել նոր պատկերացումներ այդ տիպի ժայթքման պրոդուկտների մասին: Հրաբխային գործունեության ձևերի դասակարգումը կառուցված էր մագմաիի ֆիզիկո-քիմիական առանձնահատկությունների վրա, որոնցից կախված է ժայթքման բնույթը:

Հեղինակը համառոտ կերպով ամփոփում է շիկացած ամպերի (*nuees andentes*) ժայթքման առանձնահատկությունները, հիմնված Լակրուայի և Պերետի նկարագրությունների վրա և ավելի մանրամասն կանգ է առնում Կատմաիի ժայթքման նստեցման վրա, ըստ ֆենների հետազոտությունների, ինչպես և «գողված» տուֆերի նստվածքների վրա (*welded tuffs*, «իգնիմբրիտներ»-*ignimbrites*), որոնք ներկայացնում են նույն տիպի ժայթքման պրոդուկտներ, ինչպես այդ հայտնի է Մարշալի, Զիլբերտի, Մանսֆիլդի, Ռոսսի և ուրիշների նկարագրություններից. նրանց մոտ են նաև Նեապոլի շրջակայքի ժայթքումների պրոդուկտները:

Հեղինակի դիտողությունների համաձայն, Հայկական ՍՍՌ-ի չորրորդային հրաբխային տուֆերը և այսպես կոչվող տուֆոլավաները նույնպես պատկանում են «գողված» (сваренных) տուֆերի կամ իգնիմբրիտների թվին: Այս հրաբխային դոյացումները լայն չափով տարածվում են Արագած լեռնային մասսիվի լանջերում, Լենինականի շրջանում և Երևանի շրջակայքում: Արևիկը և մի քանի այլ հետազոտողներ տուֆոլավաները տարբերում էին հրաբխային տուֆերից որպես տարբեր ծագումի դոյացումներ: Սակայն, նրանց միասին գտնվելը և սարուկաուրայում առաժնայական անցումը հարկադրում են մտածել, որ նրանք առաջացել են նույն երկրաբանական պրոցեսում, բայց տարբեր պայմաններում:

Հայկական հրաբխային տուֆերի և տուֆոլավաների կազմավորման հարցը քննելիս անհրաժեշտ է հաշվի առնել նրանց հետևյալ առանձնահատկությունները:

Նրանք երբեմն գտնվում են ջրածանի լայն տարածության վրա, ուր նրանք տեղադրված են օլիգոցենի բազալտների և անդեզիտների վրա, նույնպես և իջնում են հովիտները, ուր նրանք տեղադրվել են գետային տեղանքների վրա: Գետաճարերի և ավազների ալյուվիալ նստվածքներն այստեղ գտնվում են տուֆերի և տուֆոլավաների տակ:

Տուֆերի հիմքում սովորաբար գտնվում է փխրուն պեմզային ավազ, որը հազվադեպ դեպքում ունի մի քանի սանտիմետր հաստություն: Հայտնի են նաև այնպիսի վայրեր, ուր տուֆերը նստած են հնազույն սևահողերի վրա. նկատված է նման տուֆերի ջերմային էֆեկտը թաղված հողի վրա: Այսպիսի դեպքերում հողից անջատվում են որոշ ցնդող նյութեր և նա վերին շերտում ստանում է բարակ սյունաձև անջատում (6):

Հայաստանի չորրորդային հրաբխային տուֆերը և տուֆոլավաները սովորաբար ունեն հորիզոնական տեղադրում. շլաքային մակերևույթը բացակայում է: Մերկացումներում շերտավորում չկա և ոչ հազվադեպ նկատվել է ուղղահայաց անջատում, երբեմն սյունաձև:

Այս ապսոններում կան մի քանի սանտիմետր երկարության մուգ

գույնի սովորական ապակու ոսպնյակաձև կամ տափակ պոկվածքներ, որոնք ներփակված են սովորաբար ավելի բաց գույն ունեցող, քարային կամ տուֆային բնույթի ցեմենտում: Բացի բաց գույնի հիմնական մասսայի հրաբխային տուֆերից և տուֆալավաներից կան համարյա սև կամ կարմիր գույնի փոփոխական: Տուֆի կարմիր շերտերը սովորաբար գտնվում են սևերի վրա, սակայն որոշ դեպքերում նրանք հերթափոխվում են: Այդ բոլոր ապառների մասսայում կարելի է տարբերել բազմաթիվ թափանցիկ և անգույն զաշտային շագթի և հաղվադեպ պիրոքսենների բյուրեղներ:

Ընդլայնական կտրվածքում ոսպնյակաձև կամ ձգված տեսք ունեցող մուգ ապակենման և շաքանման ներփակումները երկարաձգված չեն, եթե դիտել նրանց հորիզոնական հարթությամբ: Այսպիսով, նրանք չեն ձգվել ապառի ամբողջ մասսայի շարժման հետևանքով: Նրանց ձևը հաստատում է այն ենթադրությունը, որ նրանք սեղմվել և տափակացիլ են պիրոկլաստիկ նյութի ծածկող շերտի ծանրությունը, երբ այդ ներփակումները եղել են շատ պլաստիկ վիճակում:

Ապակենման ներփակումների այսպիսի տափակացման հիանալի օրինակ կարելի է տեսնել Աշտարակի կամուրջի մոտ գտնվող մերկացումներում: Տուֆերի վերին շերտերում ապակենման ներփակումները ոսպնյակաձև են ընդլայնական կտրվածքում և ավելի կամ պակաս չափով անկյունափոր՝ հորիզոնական մակերեսում: Տուֆերի հիմքում ապակենման կտորները վեր են ածվել բարակ, ձգված գլուխի, որոնք կտրացած գծագրությամբ ունեն և որը կարելի է տեսնել ապառի նստեցման հորիզոնական մակերեսում:

Ամենաուժեղ չափով այդ պրոցեսին ենթարկված տուֆոլավաներն ունեն խիստ զոլավոր մակերես, և սկզբնական բեկորային կառուցվածքը համարյա միանգամայն անհայտացել է:

Միկրոսկոպիական հետազոտությունը հանդես է բերում աստիճանական փոփոխում՝ տիպիկ ապակենման տուֆերից մինչև ավելի հոծ ապակենման ապառ, որը կորցրել է իր սկզբնական պիրոկլաստիկ կառուցվածքը: Անցողիկ փոփոխակը ցույց է տալիս մոխրի մասնիկների պարզ դեֆորմացիա, որոնք տափակում և ձգվում են հորիզոնական ուղղությամբ, կարծես թե նրանք պլաստիկ են եղել: Ապակու մասնիկները կտրանում են հիմնական մասսայի մեջ ներփակված բյուրեղների անկյունների շուրջը, այնպես որ ստացվում է խեղական հոսման էֆեկտ: Պեմզայի բեկորները տափականում են և ձգվում զոլաձև:

Ի վերջո ապառի սկզբնական բեկորային կառուցվածքը համարյա ամբողջովին կորչում է:

Ինչպես վաղուց հայտնի է, Հայաստանի մի քանի տուֆոլավաներն իրենց տեսքով շատ նման են խալական պիպերնոյին: Հայաստանի շատ փոփոխված տուֆոլավաներում կան մի քանիսը, որոնք պիպերնոյին շատ նման են ոչ միայն մեղասկողիկ, այլև իրենց միկրոսկոպիկ բնույթով: Վաղուց է նշվել նման ապառներում ալկալիական զաշտային շագթի և կրիստալիտի զարգացումը: Այդ տիպի ապառների նոր հետազոտումը ցույց տվեց, որ անկանոն ոսպնյակաձև ուրվագծերի մուգ և բաց մասերը տարբերվում են բյուրեղացման աստիճանով, որը հանդիսանում է գլխավոր առարկությունը միկրոսկոպի տակ դիտելիս:

Զորերից մի քանիսը, որոնք առհասարակ հանդիսանում են ապառի հիմնական զանգվածը, կառուցվածք չունեն, ապակային են կամ միկրոֆելդիտային. մյուսները ցույց են տալիս զգալի բյուրեղացում: Ալկալիական դաշտային շպաթի բարակ լեյստերը հաճախ առաջացնում են մանր սֆերուլիտներ, որոնք նման են խալսիկան պրպերնոյի ֆյամում հանդիպող սֆերուլիտներին: Ալգալիտի ավելի բյուրեղացած ապառի եզրերին ուղիղ անկյան տակ դաշտային շպաթի ասեդիկները հաճախ երևան են բերում սանրածև կառուցվածք:

Կրիստորալիտին հանդիպում ենք դաշտային շպաթի ասեդիկներին միջև, առանձնապես ծակոտիներում, նրանց պատերի վրա: Տեղ-տեղ առկա են արդիլիտի մանր տարվածներ, որոնց կարելի է որոշել նրանց թույլ երկրեկումով: Մասսան, որը պարունակում է ապառի ալգալիտի ապակեցած մասեր, հանդես է բերում միկրոստրուկտուրա, նման մերկոֆելդիտայինին կամ նա իզոտրոպ է:

Վերը նկարագրած հրաբխային տուֆերի և տուֆոլավաների հատկանիշները թույլ են տալիս այդ ապառները համեմատել Կալիֆորնիայի կամ Ալգալիտի «զոգված» տուֆերի, ինչպես և Նոր Զելանդիայի իգնիմբրիտների հետ: Այդ բոլոր ապառների, ինչպես և հայկական տուֆոլավաների առանձնահատկությունները կարող են բացատրվել ընդունելով ապակու բեկորների շիկացած վիճակը, որոնք և կազմավորել են ապառը նստեցման ժամանակ:

Բյուրե ծիւրերի հովտի (Կատմաի հրաբուխ) շիկացած ավազի հոսքի վրա կատարած ֆենների գիտողությունները տալիս են բավարար բացատրություն այդ դասի ապառների գոյացման մասին: Կատմաի ժայթքման ժամանակ ավազային հոսքի նյութը շարժման ժամանակ ունեցել է այնպիսի բարձր ջերմություն, որ նրա բաղադրիչ ապակու կտորները տեղ-տեղ զոգվել են և այդպիսով առաջացրել «ավազային հոսքի պնդացման ապառ»: Ավազային հոսքի նյութը եղել է շիկացած զոգի մեջ կախված շիկացած փոշու խառնուրդ և ունեցել է հեղուկ վիճակի հատկություն: Բացի ապակու մանր մասնիկներից, նա իր հետ տարել է նաև դաշտային շպաթի և պիրոկսենի բյուրեղներ ու բեկորներ, ինչպես և դեռ պլաստիկ դրուժյան մեջ դառնալով լավայի պոկվածքներ:

Ալգալիտի բնույթի հավանաբար ունեցել են այն ժայթքումները, որոնք առաջացրել են հայկական տուֆերն ու տուֆոլավաները: Տարբեր ջերմաստիճանի հետևանքով ավազային հոսքի ապակու բեկորները զոգվել են տարբեր չափով, իսկ լավայի ավելի խոշոր բեկորներն ստացել են տարբեր ձևեր՝ անկյունավորից մինչև ոսպնյակաձև ֆյամներ և գույն՝ երկարացված հորիզոնական ուղղությամբ: Նստեցման ամենաբարձր ջերմաստիճանի զեպքում մոխրի մասնիկների զոգումը միանգամայն ռաչնացրել է սկզբնական կառուցվածքը և գոյացրել է հոծ անստրուկտուր հիմնական մասսա, որը նման է տուֆոլավաների պրպերնոյին, այնինչ ամենացածր ջերմության զեպքում կարող է ստացվել ապակային տուֆերի տիպիկ կառուցվածք:

Հայկական ապառներում, որոնց մասին խոսվում է ներկա հոդվածում, մենք հանդիպում ենք կառուցվածքային բոլոր անցումներին:

A. N. Zavaritsky

Some volcanological data in connection with the study of volcanic tuffs and tufflavas of Armenia

SUMMARY

The author draws the attention to the great achievements of volcanology in the current century. The ideas prevailing at the end of the last century were far from complete. There were distinguished central eruptions, fissure eruptions and the eruptions of the Pay type (Geikie). The forms of volcanic activity were subdivided into permanent eruptions, moderate activity and paroxysmal eruptions (Pullet Scrope). The classification of the products of volcanic activity often consisted only in their subdivision into lavas and pyroclastic rocks.

In the present century there became also known the eruptions accompanied by *nuées ardentes* (the eruptions of Mont Pelée and Katmai) and appeared some new knowledge of the eruption products of this type. The classification of the forms of volcanic activity was based on physico-chemical properties of magma, which control the character of eruption. According to the descriptions of Lacroix and Perret the author gives a short summary of the peculiarities of the "incandescent clouds" (*nuées ardentes*) and dwells upon the deposition of Katmai eruptions investigated by Fenner as well as upon the deposition of welded tuffs (ignimbrites) representing the eruption products of the same type as it is known from the description by Marshall, Gilbert, Mansfield and Ross and some others.

According to author's investigations the Quaternary volcanic tuffs and tufflavas of Armenia belong to the same type of welded tuffs or ignimbrites. These volcanic formations are widely developed on the slopes of the Araghat (Alaghez) mountain massif, as well as in the Leninakan region and in the vicinity of Erevan.

Abich and some other investigators distinguished volcanic tuffs from tufflavas as deposits of different origin. However their occurring together and the obvious gradual change in the texture make us believe them to have originated under essentially same geological processes, being deposited at the somewhat different conditions.

When discussing the way of formation of the Armenian volcanic tuffs and tufflavas we must take into consideration their peculiarities which are as follows.

They occur sometimes on large areas of watersheds where they overlie Oligocene andesites and basalts and descend also into valleys where they are deposited on the surface of river terraces. Alluvial deposits of pebbles and sands underlie here the tuffs and tufflavas.

At the base of tuff banks there is a thin layer of incoherent pumice sand rarely attaining more than some centimeters in thickness.

Occurrences are known where the tuffs are deposited upon the

ancient soil of chernosem type. The heat effect of the tuffs on such buried soil has been noticed. In such cases some volatile compounds escape from the matter of soil and it acquires a distinct thin columnar jointing in its upper layer.

The deposits of Quarternary Armenian volcanic tuffs and tuffilavas have a disposition that is in ordinary instances horizontal. The scoriaceous surface is wanting. The outcrops show the absence of bedding in the rock and not rarely a pronounced jointing.

The appearance of these tuffs and tuffilavas is very characteristic. In these rocks there are lenticular or flattened patches of dark coloured material, usually glass, some centimeters long, which are imbedded in a matrix usually of lighter colour and of stony or tuffaceous character. Besides the light coloured matrix of the volcanic tuffs and tuffilavas there are varieties almost black or red in colour. The red beds usually overlie the black ones, but in some instances these both varieties are interbedded. In the matrix of all these rocks numerous clear and colourless crystals of feldspar and occasionally of pyroxenes can be observed.

The dark glassy or scoriaceous (inclusions) being in a cross section of lenticular or elongated shape do not show any elongation when seen in the horizontal plane. Therefore they have not been drawn out by a movement of the whole mass of the rock. Their forms seem to support the idea of their having been compressed and flattened by the weight of overlying strata of pyroclastic material when they were in a very plastic state.

An excellent example of such a flattening of glassy inclusions can be seen in the outcrops at the bridge near the Ashtarak town. In the upper layers of tuff deposit glassy inclusions are of lenticular form in cross sections and more or less subangular when seen on the horizontal surfaces. At the base of the tuff mass glassy patches are transformed into thin elongated streaks having the rounded outlines of pancake-like flat bodies as it may be seen on horizontal planes.

The tuffilavas which underwent this process in the most intensive way have a highly streaky appearance, the primary fragmental texture being almost destroyed.

Microscopic examinations reveal the gradual change from the typical vitric tuffs to the more compact glassy rocks which lost their original pyroclastic texture. The transitional varieties show distinct deformation of ash particles that are flattened and drawn out in horizontal direction as if they were plastic. The particles of glass are bent round the angles of the crystals embedded in the matrix so as to give the effect of actual flow. The fragments of pumice are collapsed and drawn out into streaks. Finally, primary pyroclastic texture of the rocks almost completely disappears.

As it has been known some of the Armenian tuffilavas are in their appearance similar to Italian piperno. Among highly altered tuffilavas of

Armenia there are some varieties greatly resembling piperno not only megascopically but also in their microscopic character. The reexamination of the rock of this type has shown that it is of eutaxitic streaky megascopical appearance. The dark and lighter parts of the rock are lenticular in shape and differ in the degree of crystallization which is the main difference when seen under the microscope. Some of the streaks which usually are the matrix of the rock are structureless and glassy. The others reveal distinct crystallization; the slender laths of alkali feldspar often form minute spherulites similar to those occurring in the „fiamme“ of Italian piperno. On the margins of such more crystallized parts of the rock feldspar needles not rarely show a comp-like structure at right angles to the margin. Cristobalite occurs among feldspar needles especially in the pores and projects inward from their walls. Locally there are minute trydimite tablets that can be identified by their feeble birefringence. The matrix including such devitrified parts of the rock displays the microtexture resembling microfelsitic groundmass of effusive rocks or it is isotropic.

The features of the volcanic tuffs and tuffilavas described above enable us to compare these rocks with welded tuffs of California (1), or Idaho (2) as well as with „ignimbrites“ of New Zealand (3). The peculiarities of all these rocks as well as of Armenian tuffilavas may be explained, assuming the incandescent state of glass fragments that constituted the rock at the time of deposition.

The observations made by Fenner (4) in regard to the incandescent sand flow in the valley of Ten Thousand Smokes (Katmai volcano) afford a satisfactory explanation to the formation of this class of rocks. At the Katmai eruption the material of the „sand flow“ was of such a high temperature when ejected that the fragments of glass of which it was composed welded in places together and thus formed the „indurated sand flow“ rock. The material of the sand flow was a mixture of incandescent powder suspended in a heated gas and behaved as a fluid. It carried besides the minute glass particles, crystals and fragments of feldspar and pyroxenes as well as lumps of lava which was still in plastic state.

The eruptions which originated the Armenian tuffs and tuffilavas were probably of the same character. According to different temperatures glass fragments of the sand flow were welded together in a different degree and the larger lava fragments acquired various shapes from the angular ones to those of lenticular „fiamme“ and streaks drawn out in horizontal plane. In the case of the highest temperature of deposition the welding of ash particules completely destroyed the primary texture and produced the compact structureless matrix of piperno-like tuffilavas while at the lowest temperature the typical texture of vitric tuff could ensue. In Armenian rocks that are dealt with in this paper all textural transitions have been observed.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

А. Т. Аслаян

**О зависимости между коэффициентом фильтрации
и высотой капиллярного поднятия почво-грунтов**

Коэффициент фильтрации и высота капиллярного поднятия являются чрезвычайно важными константами почво-грунтов и поэтому большинство задач инженерной гидрогеологии и мелиорации часто сводятся к их определению. Методика же определения представляет значительные трудности и далеко несовершенна.

В настоящей заметке автор указывает на возможность косвенного определения названных констант при условии, если одна из них известна.

Грунтовая масса, как известно, в настоящее время рассматривается как трехфазная система, скелет которой представляет агрегат тонких капиллярных трубок. Многими исследователями установлено, что движение жидкостей в подобных системах подчиняются законам Пуазейля и Лапласа.

Для ламинарного тока в случае цилиндрических капилляров формула Пуазейля при единичном гидравлическом градиенте имеет вид:

$$v = \frac{\gamma r^2}{8\mu}, \quad (1)$$

а формула Лапласа для высоты капиллярного поднятия вид—

$$h = \frac{2\alpha}{\gamma \cdot r}, \quad (2)$$

где:

v —средняя скорость движения жидкости в трубке,

r —радиус трубки,

μ —коэффициент вязкости жидкости,

α —коэффициент капиллярного натяжения жидкости,

γ —удельный вес жидкости,

h —высота капиллярного поднятия.

Измерения в системе CGS.

Известно, что действительная скорость ламинарного тока при единичном градиенте и коэффициент фильтрации k связаны простым соотношением $k = v \cdot n$, где n пористость грунта или его элемента.

Так как пористость указанной цилиндрической трубки равняется единице, то в формуле Пуазейля v можно заменить через k , т. е.

$$k = \frac{\gamma r^2}{8\mu} \quad (3)$$

Совместно решая уравнения (2) и (3), между k и v установится зависимость:

$$k = \frac{\alpha^2}{2\gamma\mu} \cdot \frac{1}{h^2} \quad (4)$$

Обозначив первый постоянный множитель через a получим гиперболическую функцию

$$k = \frac{a}{h^2} \quad (5)$$

Принимая для воды при температуре 15°C $\mu = 0.0114$, $\alpha = 73.52$ и $\gamma = 981$, получаем расчетную формулу

$$k = \frac{241,62}{h^2} \quad \text{см/сек} \quad (6)$$

Выше было указано, что формулы (1) и (2) применимы и для реальных грунтов, т. е. с качественной стороны соотношения между h и k одинаковые и для цилиндрических капиллярных трубок и для реальных грунтов. Более того, рядом авторитетных исследователей было установлено, что законы Пуазейля и Лапласа применимы и для нецилиндрических капилляров. Сказанное, разумеется одинаково справедливо и при количественной оценке явления.

Из всего изложенного явствует, что, зная величину капиллярного поднятия, что впрочем численно равно величине капиллярного давления, можно вычислить коэффициент фильтрации и, наоборот, если будет известно значение коэффициента фильтрации по формуле

$$h = \frac{15,54}{\sqrt{k}} \quad (7)$$

можно вычислить капиллярное поднятие. Однако, вычисления показывают, что для крайних членов грунтового ряда крупный песок—средний песок—мелкий песок—супесь—суглинок—легкая глина вышеприведенная зависимость несправедлива и даже парадоксальна (?).

По литературным данным предельная высота капиллярного поднятия h находится в пределах:

- | | |
|------------------------|------------|
| (1) для крупных песков | 2—3,5 см |
| (2) „ средних песков | 12—35 „ |
| (3) „ мелких песков | 35—120 „ |
| (4) „ супесей | 120—350 „ |
| (5) „ суглинков | 350—650 „ |
| (6) „ легких глин | 650—1200 „ |

На основании этих данных значения коэффициентов фильтрации, выведенных по названной зависимости, выразятся следующим образом.

(1) для крупных песков	64,05—19,73	(?) см/сек
(2) „ средних песков	1,678—0,1973	„
(3) „ мелких песков	0,1973—0,01678	„
(4) „ супесей	0,01678—0,001973	„
(5) „ суглинков	0,001973—0,0005461	„
(6) „ легких глин	0,0005461—0,0001678	(?) „

Практика показывает, что для групп (1) и (6) приведенные здесь значения чрезмерно преувеличены, для остальных же промежуточных групп (2—5) сходимость удовлетворительная.

Чем же вызваны указанные разрывы между теоретически вычисленными и практически определенными значениями?

Если зависимость (5) изобразить графически, то получится гиперболы, ветви которой асимптотически будут приближаться к координатным осям k и h ; минимальным значениям h будут соответствовать максимальные k и, наоборот; при $h \rightarrow 0$ будем иметь $k \rightarrow \infty$ и при $k \rightarrow 0$ будем иметь $h \rightarrow \infty$. Однако, несомненно, что ни k , ни h бесконечно не могут возрастать и лимитируются соответствующими условиями. В частности опытами данными установлено, что выше действительных скоростей порядка 1,3 см/сек в почво-грунтах ламинарный режим движения жидкости переходит в турбулентный, т. е. послойное движение уступает место вихревому. Таким образом, упомянутый „парадокс“ для крупнозернистых песков, кажется, преодолевается. Вопрос гораздо сложнее с глинами. Нам лично представляется, что послойное движение в них весьма осложняется броуновскими явлениями и, образно выражаясь, ламинарный режим переходит в микротурбулентный, законы которого, по видимому, уже находятся в области молекулярной физики.

Резюмируя вышеизложенное, следует прийти к выводу, что выведенная нами зависимость (6), соответственно и (7), неприменимы лишь для крупнозернистых и „микрозернистых“ (глины) грунтов, для остальных же, широко распространенных промежуточных грунтов—среднезернистых песков (исключая относительно крупные их разновидности), мелкозернистых песков, супесей и суглинков, она, как нам кажется, с успехом может применяться. Зная h легко вычислить k и, наоборот. Это даст заметную экономию средств и времени.

В заключение следует отметить, что рассматриваемая зависимость нуждается в экспериментальной проверке, произвести которую мы, за отсутствием лабораторной базы, не имели возможности.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А. Н. Агапов—К теории капиллярных явлений в почве. Тр. лаборатории физики почв Всес. Акад. сельхознаук им. Ленина, вып. 2, 1937.
2. А. Т. Асланян —К теории капиллярного поднятия в идеальном грунте. Рукопись. Фонды ИГН АН Арм. ССР. 1945.
3. Kozeny.—Über grundwasser bewegung. „Wasserkraft und Wasserwirtschaft“ 1927.
4. Н. Н. Павловский—Теория движ. подземн. вод под гидротехнич. сооруж. 1923.

Ա. Տ. Ասլանյան

ՀԱՂ-ԳՐՈՒՆՏՆԵՐԻ ՖԻԼՏՐԱՑԻԱՅԻ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ԵՎ ՄԱՋԱՆՈՐԱՅԻՆ ԲԱՐՋՐԱՑՄԱՆ ԶԱՓԻ ԱՌՆՉՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա. Մ. Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Ելնելով հող-գրունտների նկատմամբ Պուազելլի և Լապլասի մազանոթային շարժման օրենքների կիրառելիությունից և համատեղ կերպով լուծելով այդ բանաձևերը, հեղինակը հանդուժ է $kh^2=a$ առնչությունը, ուր k —գրունտի ֆիլտրացիայի գործակիցն է, h —մազանոթային բարձրացման չափը, իսկ a —հաստատուն մեծություն, որը $+15^\circ\text{C}$ ջրի համար հավասար է 241,62 և առաջարկում է զրանով անուղղակի հանապարհով որոշել միջնա-և մանրահատիկ ավազների, կավավազների ու ավազակաւերի k և h , եթե հայտնի է զրանցից մեկը:

A. T. Aslanian

On the dependance between the filtration coefficient and the height of the capillar elevation of the soil-grounds

S u m m a r y

Taking account of the applicability of the soil-grounds of the Poiseuille—Laplace formulas concerning the capillar movement of liquids, and resolving along with these formulas, the writer gets the dependence $kh^2=a$ —where k is the coefficient of ground filtration, h —the height of capillar elevation, and a is constant and equal to 241,62, when water is at $+15^\circ\text{C}$. He suggests to use these formulas for the indirect determination of k and h , when investigating the quality of the water medium—and fine-grained sands, clay-sands and sand-clays, on condition that one of these values is known.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Г. И. Тер-Степанян

О классификации оползневых трещин*

Если правильная аналогия между геотехникой и медициной (1), то при изучении различных инженерно-геологических вопросов внешний осмотр участка должен играть не меньшую роль, чем объективное исследование в постановке диагноза больного. Поэтому задачам отыскания отчетливых морфологических признаков и дифференциации внешних симптомов, равно как и установлению их объективных критериев исследователь-геотехник должен уделять не меньшее внимание, чем врач-клиницист. Часто случается, что опытный инженер-геолог, посвятивший тщательному осмотру какого-либо сложного случая, например, оползня, один или два дня составляет более правильное представление о физических причинах, вызвавших данное явление и о его современном состоянии, чем менее наблюдательный специалист на основании длительных и дорогостоящих разведочных работ.

Одним из наиболее ярких симптомов, с которыми приходится сталкиваться при осмотре оползня, несомненно, являются оползневые трещины. Глубокие и широкие трещины, бороздящие во всех направлениях поверхность оползня, со следами штриховки и истирания, с нависающими и перемятыми боками, с обнаженными и вывернутыми корнями растений, эти мрачные зияющие шрамы создают незабываемую картину разрушения и опустошения.

При описании оползней неизменно упоминаются трещины, но кажется еще никем не указана возможность их анализа для решения вопроса о характере и направлении сил, действующих на оползневой массив. Между тем, эта возможность, несомненно, имеется, так как поведением оползня и появлением трещин управляют те же общие закономерности, которые достаточно известны в результате исследования других физических тел. Правда, сейчас является уже недопустимым непосредственно прилагать выводы сопротивления материалов для получения углов между направлением главных напряжений и положением трещин в грунте, однако, убедительно показано, что эта задача может быть решена методами механики грунтов (2,3).

Поэтому, при изучении оползня одним из существенных элементов исследования должно являться тщательное картирование главнейших трещин и основанный на нем анализе вывод о направлении действующих на оползневой массив сил. Между тем, обычно указывается наличие трещиноватости и, в лучшем случае, упоминаются

* Доложено на II Всесоюзном противооползневом совещании в Москве, в мае 1946 г.

размеры наиболее крупных трещин и их расположение. Конечно, этих данных совершенно недостаточно для установления внутренней механики данного оползня. Для того, чтобы роль подобных сведений не сводилась к простой иллюстрации отчета, необходимо, чтобы сообщались ясные, и по возможности объективные данные, о характере и размерах трещин. Обязательным условием для этого является наличие удовлетворительной и общепринятой классификации оползневых трещин. Как это ни странно, но до сих пор не имеется еще какой либо классификационной схемы. Даже шведская геотехническая комиссия (4), труды которой в области изучения оползней считаются классическими, не разработала подобной схемы. В отчетах, правда, называются трещины отрыва, смятые складки, надвинувшиеся массы, но отсутствует четкая схема, которой можно было бы руководствоваться при геотехнических исследованиях.

Автору пришлось в 1941—1944 г.г. руководить систематическими исследованиями, проведенными трестом Фундаментстрой на одном из крупных оползней Закавказья. Оползневые явления развиваются на склоне, сложенном зеленовато-серыми глинистыми мергелями олигоцена, с поверхности подвергшихся выветриванию и образовавших покров желтых, сланцеватых глинистых мергелей. В нижней по склону части косогора покровные желтые мергели смыты древней речной эрозией. При этом последовательно образовались галечные террасы: две рисского и одна вюрмского времени, создавшими более или менее широкие площадки. Рельеф коренных пород усложнен тремя депрессиями, врезающимися в склон и открывающимися приблизительно на отметках рисских террас. Описанные отложения—коренные мергели и аллювиальные террасы покрыты мощным слоем делювия, представленного пылеватыми карбонатными, иногда гумусированными, глинами и образовавшимися в результате выветривания и переноса местных пород—глинистых мергелей. Упомянутые депрессии явились ареной эрозионной деятельности овражного типа, которые заполнились отложениями пролювиального характера, чередующимися с образованием оползней склонов; оползневым процессам содействовали организованные водные потоки, собираемые водосборными бассейнами и направляемые вдоль депрессии по водоупорным ломам.

Наибольшую активность в настоящее время проявляет оползень, развивающийся в средней депрессии—так называемый Центральный оползень. Здесь к оси древней депрессии приурочена полоса пролювиальных отложений мощного временного водного потока, частично размывшего рисскую аллювиальную террасу, встреченную им по пути и образовавшую местный базис эрозии этого потока. Позже, когда эта депрессия заполнилась делювиальными отложениями и в них стали развиваться оползневые процессы, та же рисская терраса стала служить местным базисом оползания.

Спускающиеся по склону земляные массы стали переползать

через край погребенной жесткой террасы, испытывая, при этом, изменение направления движения. Естественно, что этот порог на дневной поверхности обнаруживается не строго над краем террасы, а несколько ниже по склону. Он обнаруживается рядом характерных трещин раскола, к которым сверху и снизу по склону примыкают смятые участки.

В довершение описанной картины останцы террас, по обе стороны от оси оползня, имеют разную ширину, и сползающие массы встречают неравномерное сопротивление ложа. Вследствие этого траектория оползня в плане криволинейна, загибаясь вправо в виде широкой пологой дуги. Как показали точные инструментальные наблюдения*, в верховьях Центрального оползня векторы почти строго направлены на юг, тогда как в области оползневого языка они имеют юго-восточное направление.

Как видно из изложенной краткой геологической характеристики участка, налицо типичный случай оползня глинистого делювия склонов, осложненный необычной пластикой оползневого ложа, приуроченностью к древней депрессии, изогнутостью в плане и пересечением с погребенной аллювиальной террасой, вследствие чего ложе имеет ступенчатый вид (рис. 3). В виду разнообразных и сложных условий оползания, исследованный участок позволил собрать весьма интересные данные, в частности по затронутому вопросу о характере и направлении трещин. Однако, в самом же начале работ пришлось столкнуться с существенным пробелом—отсутствием классификации трещин.

Общепринятые характеристики—размеры трещин и их направление, или такие понятия, как открытые, засыпанные или раздробленные трещины, не могли быть признаны удовлетворительными, т. к. ощущалась необходимость в технически более четких определениях. Вследствие этого была сделана попытка создания классификация оползневых трещин, изложенная ниже.

Прежде всего надлежало решить вопрос о признаке или принципе, который следовало положить в основу классификации. Этим признаком не могли являться такие морфологически важные явления, как размеры (ширина, глубина и длина трещины), или характер линии разрыва (прямолинейная или рванная), или взаимное положение бортов (борт опущен, на одном уровне или взброшен), или положение по отношению к оползню (краевые, средние, косые, поперечные и т. д.). Нельзя отрицать, что все эти признаки очень существенные, но классификация, основанная на каком нибудь из них, будет страдать тем несовершенством, что две трещины, играющие одинаковую роль в механике оползания, могут быть отнесены к разным группам, и, наоборот, к одной группе могут быть причислены трещины, весьма различные с точки зрения факторов, определяющих устойчивость оползня.

* Отчет об этих работах будет дан в следующей статье.

В основу предлагаемой классификации был положен *характер напряжений, действовавших в плоскости трещины* и вызвавших данную деформацию. Этот признак—характер напряженного состояния—выявляет внутренние усилия, господствующие в движущихся массах и позволяет представить себе внутреннюю механику оползня.

Оказалось, что, приняв в основу классификации этот логический принцип, отдельные типы трещин, установленные по характеру деформации, можно объединить в несколько больших групп по признаку места проявления трещин, т. е. в оползне; как и во всяком теле, находящемся под действием определенной системы внешних усилий, напряженное состояние в различных пунктах подчиняется известным закономерностям. Так, в оползне у верхнего края оползневого цирка развиваются, главным образом, растягивающие напряжения, тогда как вдоль бортов его, в основном, действуют силы трения и т. д.

Переходим к изложению классификационной схемы.

Трещиной мы называем линию шва вдоль каждого нарушения сплошности земляного массива. Таким образом, к трещинам были отнесены, как те линии, по которым произошло разделение и разъединение земляного тела, так и те швы, по которым разделившиеся земляные массы позже сомкнулись, и даже те швы, по которым надвигающиеся оползневые массы соприкасаются с ненарушенным грунтом.

Обращенные друг к другу бровки земляного массива, разделенного трещиной, называются плечами трещины.

Все оползневые трещины, прежде всего, разделяются на поверхностные, выступающие на дневную поверхность и внутренние, которые теряются в глубине. Автору удалось изучить только первую группу трещин.

Оползневые поверхностные трещины делятся на следующие четыре большие группы (рис. 1), приуроченные к различным частям оползня:

- I. Трещины верхние, или трещины растяжения.
- II. Трещины боковые, или трещины трения.
- III. Трещины центральные, или трещины сжатия.
- IV. Трещины нижние, или трещины надвигания.

В свою очередь эти группы трещин распадаются на следующие типы:

1. Трещины верхние, или трещины растяжения (рис. 2 а и б) развиваются у верхнего края оползня и отделяют быстро оползающие массы от медленнодвигающихся или от неподвижных; образуются под действием растягивающих усилий. Эти трещины сверху открыты, иногда зияют, более или менее отвесны. Края трещин не смяты. Встречаются две последовательные стадии развития этих трещин:

1) *трещины отрыва* (рис. 2а)—недлинная трещина, по концам сходящая на-нет, наиболее раскрытая по середине; плечи трещин на одном уровне; и

2) *трещины сброса* (рис. 2 б)—сильное раскрытие трещины, сопровождающееся опусканием низового плеча часто со значительным обнажением стенки отрыва; иногда трещина маскируется при осыпании верхового плеча и заполнении трещины рыхлым материалом.

II. Боковые трещины, или трещины трения (рис. 2с—f).

Общее название большой группы боковых или внутренних продольных трещин, возникающих у бортов оползня между движущимися и неподвижными участками или внутри оползня между частями, двигающимися с различной скоростью. Трещины трения развиваются, в основном, под действием скалывающих усилий. В начальной стадии развития плечи трещин находятся на одном уровне, в развитой стадии—на разных уровнях, но это смещение является не результатом относительной осадки, а следствием взаимного горизонтального перемещения, когда против более высокого плеча оказывается стоящим более низкое (рис. 2с).

Поэтому превышение плеч подвижной и неподвижной частей оползня вдоль трещины чередуются: иногда выше стоит подвижное плечо, в других случаях неподвижное. Однако, в весьма развитой стадии оползания можно обнаружить тенденцию опускания внутреннего или подвижного плеча в верхних частях оползня и поднятие его—в нижних отделах, по сравнению с внешним или неподвижным плечом. Это связано с эрозионной деятельностью оползня

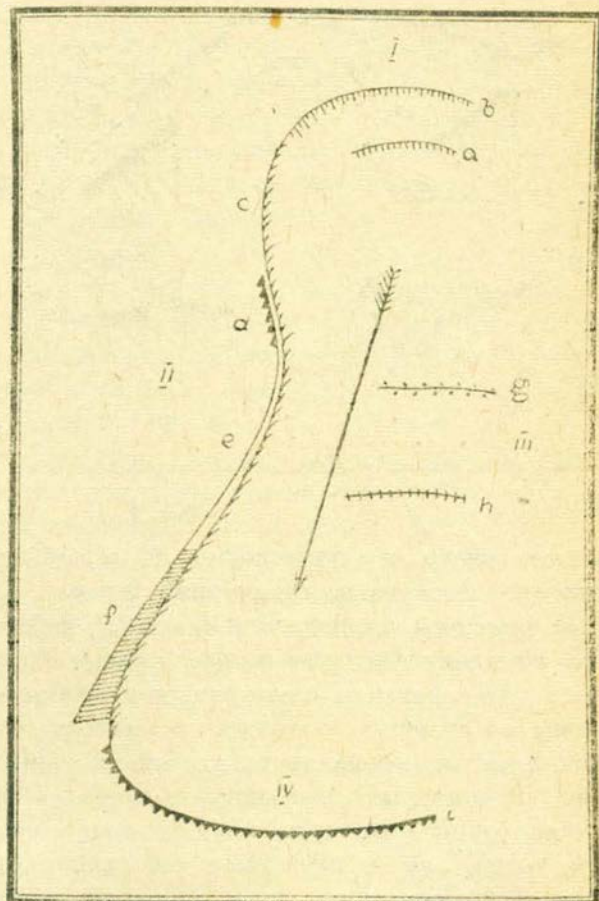


Рис. 1

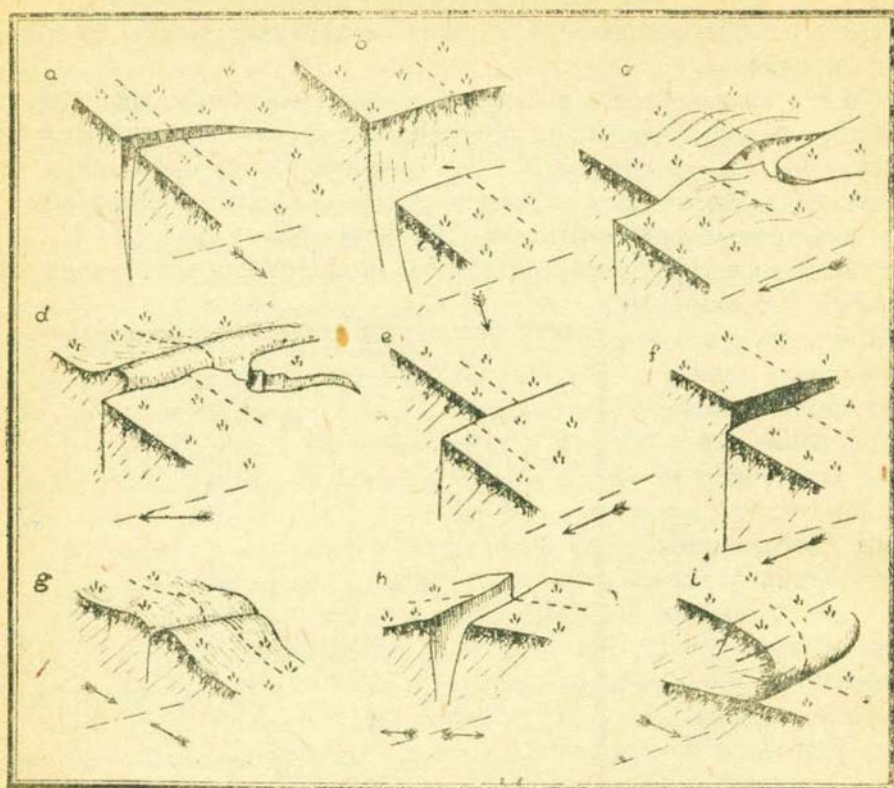


Рис. 2

в области цирка и аккумулятивной—в области языка. Эта группа трещин распадается на следующие типы:

3) *трещины придвигания* (рис. 2с); наблюдаются, когда направление движения образует острый угол с бортом оползня; они возникают под действием сдвигающих и сжимающих усилий. Основная трещина со стороны подвижного массива сопровождается серией второстепенных косых трещин, криволинейных и не симметричных в плане, обращенных выпуклостью вниз. Направленные к основной трещине концы второстепенных трещин, загнуты резко и сливаются с ней, тогда как обращенные к середине оползня концы более плавно загибаются назад, постепенно утоняются и расходятся.

4) *Трещины придавливания* (рис. 2d); возникают при сильном развитии сжимающих и скалывающих усилий, когда угол между направлением движения оползня и линией его борта больше, чем в предыдущем случае. Трещины придавливания со стороны неподвижного грунта сопровождаются валом из напользшего ранее и припаявшегося к устойчивой зоне смятого грунта; со стороны оползня трещины придавливания аналогичны трещинам придвигания, но сильнее развиты.

5) *Трещины скольжения* (рис. 2e); возникают, когда направле-

ние движения, параллельно борту оползня. Образуются под действием сдвигающих усилий; в плане трещины скольжения прямолинейны, стенки трещин несут следы штриховки и истирания.

6) *Трещины отставания* (рис. 2 f); наблюдаются, когда направление движения отклоняется от борта оползня. Возникают под действием сдвигающих и растягивающих усилий. В грубом приближении имеют в плане прямолинейный вид, плечи часто рваные. Они не несут никаких следов штриховки и истирания.

III. **Центральные трещины, или трещины сжатия** (рис. 2 g и h); образуются в средней части оползня под действием сжимающих и растягивающих напряжений. Они названы трещинами сжатия вследствие того, что сжатие, кажется, является основным фактором в средней части оползня. К этой группе трещин относятся следующие:

7) *трещины смятия* (рис. 2g); внутренние, поперечные трещины, возникающие в средней части оползневого тела в месте замедления движения, обусловленного каким либо препятствием (нагромождением земляных масс, подземным барьером или выступом ложа и т. д.). Возникают под действием сжимающих усилий. В сущности эти формы лишь условно могут быть названы трещинами, т. к. представляют собой сильно смятые валики, тянущиеся поперек движения оползня. Плечи трещин или валиков находятся приблизительно на одном уровне, сами трещины закрыты. Они часто группируются в виде серии параллельных валиков или цепей.

8) *Трещины раскрытия* (рис. 2h)—внутренние, поперечные трещины, образующиеся в средней, и в особенности нижней части движущегося тела, при переползании скопившихся внизу земляных масс или подземных препятствий,—выступающих на дне ложа более твердых коренных пород, краев останцев аллювиальных террас и т. д. Возникают под действием растягивающих напряжений. Трещины открыты, иногда зияют, отвесны, расположены более или менее перпендикулярно направлению движения оползня. Плечи этих трещин находятся на одном уровне.

IV. **Нижние трещины или трещины надвигания** (рис. 2 i); краевые поперечные трещины, образующиеся у нижнего края оползневого языка; представляют собой шов, соединяющий оползень с неподвижным грунтом, в который упирается оползневой язык. Возникают под действием сжимающих и отчасти сдвигающих усилий, связанных с надвиганием и опрокидыванием оползневых масс. Трещины закрыты, верхнее плечо сильно поднято, порой запрокинуто и даже перевернуто, нижнее плечо обычно неподвижно и часто скрывается под надвинувшимися массами. Нередко опрокинутое плечо трещины бывает иссечено серией второстепенных поперечных трещин, пронизывающих напольный вал в радиальном направлении.

Следует иметь в виду, что хотя общее направление движения оползня является обычно неизменным, отдельные участки его могут в известной степени менять направление своего перемещения. Это

связано с активизацией некоторых участков, неравномерной скоростью движения оползневого тела, местным ослаблением упора в случае размыва, увлажнения и т. д. Легко понять, что это явление имеет несравненно большее значение в случае регрессивного (деляпсивного по Павлову) оползня по сравнению с прогрессивным (или детрузивным). Роль многих поверхностных трещин, как линии наименьшего сопротивления в этом случае сохраняется, но они изменяют свое функциональное значение.

Так, при активизации одного из бортов оползня, противоположные боковые трещины расширяются, внутреннее плечо опускается, обнажается высокая стенка отрыва, сама трещина частично засыпается обвалившимся грунтом, т. е. налицо типичная картина трещины сброса. Если же описанная трещина до этого являлась трещиной придавливания, то исследователь должен будет обнаружить характерный вал припавшегося грунта на верхней бровке массива и косые трещины трения — на нижней. В другом случае, он может заметить на вертикальной стенке отрыва следы штриховки и истирания, которые так характерны для трещин скольжения.

Точно также при далеко зашедшем процессе смещения земляных масс некоторые центральные трещины могут обменяться ролями. Так, трещина смятия, оказавшись над жестким выступом оползневого ложа, может открыться, превратившись в трещину раскрытия. В этом случае наблюдатель будет в первую минуту озадачен наличием валиков смятого грунта по бортам зияющей трещины раскрытия. Это обстоятельство следует иметь в виду в сложных случаях.

Таким образом, предлагаемая классификация трещин может быть представлена нижеследующей схемой:

Классификация оползневых трещин по Тер-Степаняну

Группа трещин	Тип трещины	Действующие напряжения	Открытые или закрытые	На одном ли уровне плечи	Дополнительные признаки
Верхние (растяжение)	1. Отрыва 2. Сброса	Растяжение	Открыты	Да Нет	— —
Боковые (трения)	3. Придавливания 4. Придавливания 5. Скольжения 6. Отставания	Сдвиг и сжатие " " Сдвиг Сдвиг и растяж.	Закрыты " " " " Открыты	Приблизительно на одном уровне	Без вала С валом — —
Центральные (сжатия)	7. Смятия 8. Раскрытия	Сжатие Растяжение	Закрыты Открыты	Да "	— —
Нижние (надвигания)	9. Надвигания	Сжатие и сдвиг	Закрыты	Нет	—

Внутренние не изучались

Пользуясь показанными на рис. 1 и 2 схемами, можно при картировании классифицировать оползневые трещины, как по местоположению, так и по характеру действующих сил и деформаций. Эти схемы являются дополнением к данному выше описанию типов оползневых трещин.

Интересно показать, что и предложенная классификация основана не только на визуальном определении характера оползневых трещин, но может найти объективную количественную оценку. С этой целью был исследован средний, наиболее поучительный участок Центрального оползня там, где он переползает через край аллювиальной террасы (рис. 3). Несомненно, что явления, сопровождающие подобное переползание земляных масс через подземный барьер имеют известный научный и практический интерес. Так, например, для осушения Восточного оползня, находящегося приблизительно в тех же геологических условиях, был сооружен дренаж, представляющий собой прорез с каменной наброской и бетонной коллекторной трубой под ней. При переползании земляных масс над краем аллювиальной террасы, аналогично описанному выше, жесткая бетонная труба раскололась, запрокинулась и в настоящее время служит источником увлажнения прилегающего грунта.

По оси Центрального оползня была выбрана полоса длиной в 40 м и шириной 2 м, на которой было разбито пять параллельных створов на расстоянии через 0,5 м друг от друга. По среднему створу была проведена точная нивелировка и построен топографический профиль с изображением вида встречающихся трещин. Под этим профилем дан соответствующий геологический разрез (рис. 3а). На каждом створе были измерены ширины и амплитуды всех пересекаемых оползневых трещин. Амплитудой была названа разность высот плеч трещины. В случае, если верховое по склону плечо расположено выше низового, то амплитуда положительна, в противном случае, когда низовое плечо приподнято или взброшено, амплитуда считается отрицательной.

Были подсчитаны средние значения ширины и амплитуд всех трещин, приходящихся на погонный метр изучаемого створа и, наконец, найдены средние значения по результатам подсчетов для всех пяти створов. Эти данные показаны под геологическим разрезом в виде кривых средних ширины и амплитуд (рис. 3б). Легко заметить, что вся исследованная полоса разбивается на несколько хорошо выраженных зон.

1) Зона, где кривая средних ширины образует резкие пики, измеряемые десятками сантиметров; иногда эта кривая падает до нуля. Кривая амплитуд также достигает высоких значений и имеет положительный знак. Это зона одиночных трещин сбросового типа. Очевидно, что в случае трещин отрыва кривая ширины измерялась бы меньшими величинами, а кривая амплитуд проходила бы с близкими

к нулю ординатами, никогда, впрочем, не принимая отрицательных значений (рис. 3b, участок АВ).

2) Зона, где кривая средних ширин имеет очень низкие значения, измеряемые сантиметрами. Кривая амплитуд также имеет низкие значения, с положительным или отрицательным знаком. Это зо-

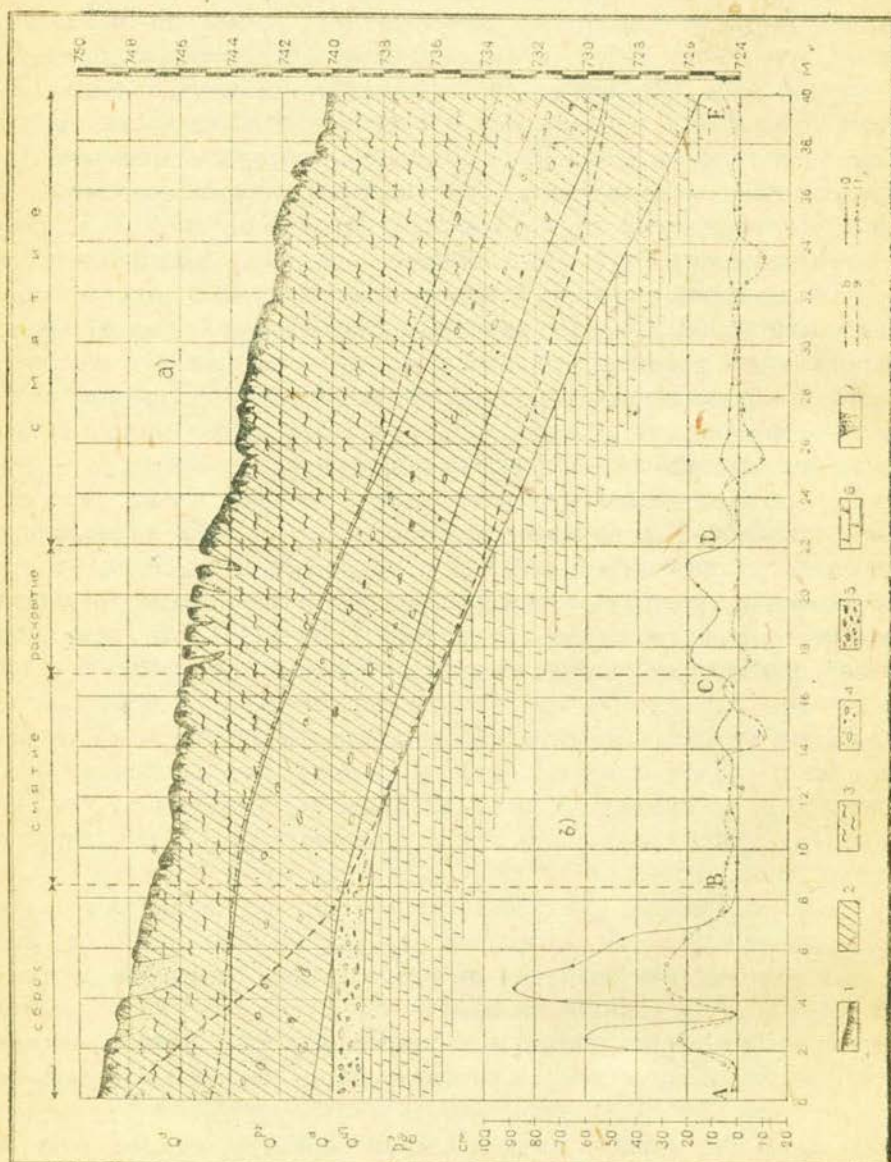


Рис. 3

на трещин смятия, образующихся перед каким либо препятствием или позади более крутой части подземного ложа, облегчающего сбрасывание и накопление земляных масс (рис. 3b участки BC и DE).

3) Зона, где кривая средних ширины измеряется десятками сантиметров, никогда не опускается до нуля. Кривая же амплитуд имеет весьма низкие значения с положительным или отрицательным знаком. Это-зона трещин раскрытия, образующихся при встрече оползающих масс с каким либо подземным барьером (рис. 3б участок CD).

Таким образом, примененный метод количественной оценки основных характеристик позволил получить достаточно объективный критерий для отнесения трещин к тому или иному типу и, возможно, окажется полезным в аналогичных исследованиях. Однако, автор полагает, что описанная выше схема классификации достаточно пригодна для характеристики сползневых трещин, без применения трудоемкой процедуры, необходимой для построения кривых средних ширины и амплитуд.

В заключение необходимо повторить, что предложенная автором классификация трещин является первой попыткой, в которую впоследствии должны быть внесены изменения, основанные на более обширных работах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. И. Тер-Степанов—О роли второстепенных деталей в геотехнике. Труды НИИ Ленинград. Отд. Треста глубинных работ, вып. 2, стр. 43—48, 1941.
2. Ch. Terzaghi—The shearing resistance of saturated soils and the angle between the planes of shear. Proceedings, Int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering, held 22—26 June 1936, vol. I, paper D—7, Cambridge, Mass, USA, p 54—56.
3. K. Terzaghi—Die Coulombsche Gleichung für den Scherwiderstand bindiger Böden, Bautechnik 26. 16, 1938, s. 343—346.
4. Statens Järnvägars geotekniska kommission 1914—1922. Slutbetänkande 31. Mai 1922. Stockholm 1922.

Գ. Ի. Տեր-Ստեփանյան

ՍՈՂԱՆՔԱՅԻՆ ՃԵՂՔՎԱԾՔՆԵՐԻ ԴԱՍԱԿԱՐԳՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Երբ մենք վերլուծում ենք այն պատճառները, որոնք պայմանավորում են սողանքային երևույթները, ապա որոշ նշանակություն կարող է ունենալ ճեղքվածքների ուսումնասիրությունը: Իրանցով կարելի է եզրակացնել սողացող մարմնում գործող ուժերի ուղղություն-մասին: Սակայն այդ կարևոր գործոնի կիրառությունն արգելք է հանդիսանում ճեղքվածքների դասակարգման բացակայությունը: 1941—1944 ընթացքում ուսումնասիրելով Անդրկովկասի ավիանաված սողանքներից մեկը, փորձ է արվում առլ դրանց դասակարգման մի սխեմա, որը և շարադրվում է ստորև:

Այդ սխեմայի հիմքում դրված է այն դեֆորմացիաների բնույթը, որ որոշվում է ճեղքվածքային հարթությունների վրա ազդող լարումներով: Պարզվել է, որ ճեղքվածքների տարբեր տիպերը երևան են գալիս սողացող դանդաղ մակերևույթի տարբեր հատվածներում:

Հողային զանգվածի ամբողջության խախտման երկարությամբ ձգվող յուրաքանչյուր կար մենք կոչում ենք ճեղքվածք: Հողային զանգվածի հանդիպական կողերը կոչվում են ճեղքվածքի ուսեր:

Բոլոր սողանքային ճեղքվածքները ստորաբաժանվում են՝ մակերևույթայիններին և խորքայիններին: Սույն հոդվածում դիտարկվում են միայն առաջինները:

Մակերևույթային ճեղքվածքները բաժանվում են հետևյալ չորս մեծ խմբերին՝

ա. վերին կամ ձգման ճեղքվածքներ (նկ. 1, I).

բ. կողային կամ շփման ճեղքվածքներ (նկ. 1, II).

գ. կենտրոնական կամ սեղմման ճեղքվածքներ (նկ. 1, III).

դ. Ստորին կամ վրաշարժման ճեղքվածքներ (նկ. 1, IV):

Այդ խմբերն իրենց հերթին արոչվում են հետևյալ տիպերին՝

ա. վերին կամ ձգման ճեղքվածքներ (նկ. 2, a և b). զարգանում են սողանքի վերին եզրում և բաժանում են սողանքի ավելի արագաշարժ մասերն՝ ավելի դանդաղաշարժ կամ անշարժ մասերից: Նրանք ձևավորվում են ձգող ճիգերի ազդեցության տակ: Այդ ճեղքվածքները վերևից բաց են և դառնում, եզրերը ճկված չեն: Հանդիսանում են դրանց զարգացման երկու հաջորդական շրջանները՝

1) պոկման ճեղքվածք (նկ. 2a). կարճ ճեղք է, որը գեպի ծայրերը ի չիք է դառնում. ուսերը մի մակարդակի վրա են.

2) խզման ճեղքվածք (նկ. 2b). ճեղքվածքը խիստ բնդլայնված է և հաճախ լցված հողով. ստորին ուսը իջած է:

բ) կողային կամ շփման ճեղքվածքներ (նկ. 2 c—f): Սրանք արագանում են սողանքի եզրամասում անշարժ և շարժվող մասերի և կամ տարբեր արագությամբ օժտված մասերի միջև. նրանք ձևավորվում են կտրող ուժերի ազդեցության տակ. բաժանվում են հետևյալ տիպերին՝

3) Մերձեցման ճեղքվածքներ (նկ. 2c). առաջանում են, երբ սողանքի ուղղությունը եզրի հետ կազմում է սուր անկյուն. սղողող ուժերը մեծ չեն, հիմնական ճեղքվածքին ուղեկցում են մի շարք երկրորդական կորագիծ ճեղքեր:

4) Հսկման ճեղքվածքներ (նկ. 2d). առաջանում են այն դեպքում, երբ եզրի և սողանքի շարժման ուղղության միջև կազմված անկյունն ավելի մեծ է, քան նախորդ դեպքում: Այդ ճեղքվածքներն անշարժ գրունտի կողմից ուղեկցվում են հողակույտով, որը մինչ այդ միաձուլվել էր մեռյալ գրունտին:

5) Սահքի ճեղքվածքներ (նկ. 2e). առաջանում են, երբ շարժման ուղղությունը գուցահեռ է սողանքի եզրին՝ տեղաշարժող ճիգերի ազդեցության տակ: Ուղղագիծ են, պատերը կրում են տրորման հետքեր:

6) Ոտորման ճեղքվածքներ (նկ. 2 f). առաջանում են, երբ շարժման ուղղությունը չեղվում է սողանքի եզրից. հանդիսանում են տեղաշարժող և ձգող ճիգերի հետևանքը. նրանք մոտ են ուղղագիծին, բաց են և չեն կրում տրորման հետքեր:

գ. կենտրոնական կամ սեղմման ճեղքվածքներ (նկ. 2 g և h). առաջանում են սողանքի միջին մասերում սեղմող և ձգող լարվածությունների ազդեցության տակ: Սրանք ստորաբաժանվում են՝

7) Ճվման ճեղքվածքներ (նկ. 2 ց). առաջանում են սեղմող ճիգերի ազդեցութեան տակ, և սողանքի շարժման ուղղութեան նկատմամբ զրավում են լայնական դիրք. փակ են, իսկ ուսերը մոտավորապես նույն մակարդակի վրա են:

8. Բացման ճեղքվածքներ (նկ. 2 ի). առաջանում են ճգման լարվածութեան ներքին ազդեցութեան տակ, և ինչպես նախորդ դեպքում, լայնական դիրք ունեն, բաց են և ուղղաձիգ, ուսերը մի մակարդակի վրա են գտնվում:

դ. Ստորին կամ վրաշարժման ճեղքվածքներ (նկ. 2 լ). եզրային լայնական ճեղքվածքներ են, որոնք առաջանում են սողանքային լեզվակի ստորին եզրամասում. առաջանում են սողանքային զանգվածների վրա շարժման և շրջման հետ կապված սեղմող և մասամբ տեղաշարժման ճիգերի ազդեցութեան տակ: Ճեղքվածքը փակ է, վերին ուսը բարձրացած, երբեմն շրջված:

Առաջադրվող դասակարգումը կարելի է արտահայտել հետևյալ աղյուսակով.

Աղյուսակ

Ճեղքվածքների խումբը	Տիպը	Գործող լարվածութեանները	Բաց են թե փակ	Ուսերը մի դիրքում են թե ոչ	Լրացուցիչ հատկանիշ.
Վերին	1. Պեղման 2. Խզման	Ջգում "	Բաց են "	Այո Ոչ	— —
Կողային	3. Մեքձեցման 4. Հպման 5. Սահքի 6. Պոտորման	Տեղաշարժ. և սեղմում " Տեղաշարժում Տեղաշարժում և սեղմում	Փակ են " " Բաց են	Մոտ մի մակարդակի վրա են	Առանց հոդակալի Հողակալությամբ — —
Կենտրոնական	7. Ճվման 8. Բացման	Սեղմում Ջգում	Փակ են Բաց են	Այո Այո	— —
Ստորին	9. Վրաշարժման	Սեղմում և տեղաշարժում	Փակ են	Ոչ	—
Խորքային	Չեն հետազոտված				

Վերոհիշյալ սխեման այս ասպարեզում պետք է որ առաջին փորձերին և թերևս կարող էական փոփոխություններ:

G. Ter-Stepanian

On the landslide cracks classification

S u m m a r y

When analysing the causes of a landslide, the investigation of the character of cracks may be of interest for estimating the internal mechanics of this phenomenon. Yet the absence of the acceptable technical classification of the cracks prevented the author to make use of them during his investigations of a great landslide in Transcaucassia in 1941—1944 and forced him to make an attempt in this direction.

The proposed classification is based on the character of deformations, determined by stresses, which were acting on the planes of the crack before the rupture. It is proved that different types of cracks distribute in definite parts of the landslide.

A crack is a joint along each infraction of continuity of earth massif; both edges of the massif are called shoulders of the crack. Landslide cracks are divided into superficial and internal cracks. The present paper considers only the first ones.

Superficial cracks are divided into the following large groups (fig. 1), corresponding to different parts of the landslide:

- I. Upper or extension cracks;
- II. Side or friction cracks;
- III. Central or compression cracks;
- VI. Lower or creep-on cracks.

In their turn these groups are divided in the following types of landslide cracks:

I. Upper or extension cracks (fig. 2a and b) develop in the upper part of a landslide and separate the rapid moving parts from slow ones or from stables. They arise under the action of tensile forces. These cracks are opened and somewhat vertical, the shoulders are not tumbled. Two progressive types of extension cracks are discerned:

1. „Tear-off“ cracks (fig. 2a)—not long cracks, which dwindle to nothing towards the ends; the shoulders of these cracks are on the same level.

2. „Pick-down“ cracks (fig. 2b)—broad cracks with subsided downstream shoulders; often these cracks are filled with loose earth.

II. Side or friction cracks (fig. 2 c-f) which develop on both sides of the landslide between rapid moving parts and slow ones or stables. They arise under the influence of the shearing forces and sometimes under compressive and tensile forces as well. To these groups of cracks belong the following types:

3. „Move-near“ cracks (fig. 2c), when the direction of the movement of earth masses form a sharp angle with the border of the landslide. Compressive stresses are not great; the main crack is accompanied from the landslide side with a series of secondary curvilinear cracks.

4. „Press-aside“ cracks (fig. 2d), when the angle between the direction of earth movement is greater compared to the case mentioned above. These cracks from the stable side are accompanied by an earth bank formed of the material, which was slept before and soldered in to the undisturbed soil. From the internal side these cracks are like the ones described above.

5. Slip cracks (fig. 2e) arise, when the landslide moves parallel to the borders, under the action of shearing stresses only. They are rectilinear, their walls have traces of traits and grinds.

6. „Move-aside“ cracks (fig. 2f), when the earth masses stream

away from the border, develop under shearing and tensile forces. They are roughly rectilinear, have no traces of drinding.

III. Central or compressive cracks (fig. 2g and h) create in the middle part of the landslide under the influence of compressive and tensile forces. Two types are discerned:

7. „Crumpled“ cracks (fig. 2g) arise when the earth masses meet an underground obstruction; only the compressive forces are acting. These cracks are closed, the shoulders are on the same level. From both sides they have fillets, which extend across the landslide axis.

8. „Opened up“ cracks (fig. 2h) arise when sliding masses crawl over an underground obstruction. They develop according to the tensile forces. These cracks extend across the landslide. They are opened; their shoulders are on the same level.

IV. Lower or creep-on cracks (fig. 2i) are the lower marginal transversal lines, along which the sliding masses come into contact with stable ground. They arise owing to compressive and partly shearing forces. These cracks are closed, the upstream shoulder is lifted, and often reversed, while the down-stream one is immovable.

The proposed classification can be represented in the following table.

Groups of cracks	Types	Acting forces	Opened or closed	Are the shoulders on the same level	Supplementary symptoms
I. Upper or expansion	1. Tear-off	Tensile	Opened	I e s	—
	2. Pickdown	"	"	N o	—
II. Side or friction	3. Move-near	Shearing and compressive	Closed	Roughly on the same level	Without bank
	4. Press-aside	"	"	"	With bank
	5. Slip	Shearing	"	"	—
	6. Move-aside	Shearing and tensile	Opened	"	—
III. Central or compressive	7. Crumpled	Compressive	Closed	I e s	—
	8. Opened-up	Tensile	Opened	I e s	—
IV. Lower	9. Creep-on	Compressive and Shearing	Closed	N o	—

In conclusion the author hopes that his first attempt would be completed in the near future.

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Н. О. Бурчак-Абрамович

Метеорит над горой Арагац (Алагез)

В ночь на 9 сентября 1945 года мне пришлось быть в верховьях реки Амберта (правый приток р. Апарана) на южном склоне Арагаца, на высоте около 3000 м н. у. м. и примерно в 2 км ниже правого притока р. Амберт, текущего со стороны озера Баку-лич. В этом месте долина р. Амберт имеет все характерные признаки выработки ее древними ледниками (формы трогов) достигает ширины до 1 км. С обоих берегов она окаймлена высокими хребтами, хоть и закрывающими большую часть небосвода, но все же оставляющими ширину открытого участка небосвода над долиной реки, тоже довольно значительной.

В эту ночь была тихая, довольно холодная, ясная погода. Небо усыпано звездами. Около 12 часов ночи вдруг вся местность озарилась ярким светом, настолько ярким, что при нем свободно можно было бы читать, а отдаленные скалы стали четко видны. Не успел я притти в изумление (прошло несколько секунд), как из за верхней грани левобережного хребта вылетел светящийся яркий шар размером немного меньше (приблизительно около $2/3$) полной луны и быстро покотился по небосводу в направлении с ЮВ на СЗ. Путь его лежал к северу от моего бивуака за глыбой камня и к югу от главных вершин Арагаца. Полет огненного шара над долиной продолжался несколько секунд (до 5). Описав дугу, заметно понижающуюся к СЗ в сторону озера Баку-лич болид исчез за хребтом правого берега р. Амберт. Померкшие звезды снова загорелись. Трасса полета метеорита еще в течение нескольких секунд была после этого отчетливо видна в виде молочно-светлой полосы. Удара не было слышно. Очевидно, небесный странник успел залетать далеко. На следующий день я был в районе озера Баку-лич, внимательно присматривался ко всем камням на поверхности, но никаких признаков болида, возможно, что там и упавшего, не обнаружил. Обращаю внимание всех будущих исследователей, которым придется быть в районе озера Баку-лич и западнее его, на описанное мной явление. При тщательных розысках вполне возможно, что вышеуказанный метеорит, повидимому, упавший где то в этой местности, будет найден. Полеты больших метеоритов наблюдаются не так уже часто, а описаний этого явления в литературе еще меньше. Поэтому

Известия 19—8

льшу себя надеждой, что и мое случайное наблюдение об этом будет не бесполезным.

Ն. Օ. Բուրչակ-Աբրամովիչ

ՄԵՏԵՈՐԻՏ ԱՐԱԳԱՏ ԼԵՌԱՆ ՎՐԱ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հեղինակը հայտնում է, որ 1945 թ. սեպտեմբերի 9-ի գիշերը Արագած լեռան հարավային լանջին գտնված ժամանակ ինքը տեսել է լիսնուսնից մի քիչ փոքր մեծությույն ունեցող մի բոլիդ, որը համահարար ընկել է Բաքու-լճի շրջանում, ըստ երևույթին նրա արևմտյան մասում:

Նկատի ունենալով երևույթի և հենց իրեն՝ բոլիդի հաղվաղեպոթյունը հեղինակը անհրաժեշտ է համարում կազմակերպել որոնումներ հիշյալ լճի շրջանում:

N. O. Burchak-Abramovich

A meteorite above the Araghats (Alaghez)-Mountain.

The writer witnesses the phenomenon of a meteorite fall, 1945, September, 9-th, at midnight, having occurred above the Araghats-mountain and seen from the Amberd-river headings.

A great light accompanied the fall of the bolid, the latter being an enflamated ball $\frac{2}{3}$ less than the full moon size, rolled on the starry sky from SE to NW during some 5 seconds. Its trace was luminiscent several seconds longer, but no sound of the shock was to be heard. The meteorite has probably fallen somewhere in the surroundings of the Baku-Lich-lake, however no indices of it were found by the writer, when looking for them afterwards.

The possibility to discover it is not excluded in the future, if research works should be organized in this region.

8 Ա Ն Կ

ՀՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ «ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ» («ԲՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ» ՍԵՐԻԱՅԻ) ՄԵՋ 1946 թ. ԶԵՏԵՂՎԱԾ ՀՈԴՎԱԾՆԵՐԻ

Մաքսիմալիզմ

Նազարով Ա. Գ.—Ն. Մ. Գերսևանովի ֆունկցիոնալ ընդհատիչները և իմպուլսիվ ֆունկցիաները. № 6, էջ 31:

Տեխնիկա

Սիմոնյան Մ. Զ.—«Հայաստան» ներապատ կամարները. № 2, էջ 85:

Էլեկտրոտեխնիկա

Աթաբեկով Գ. Ի.—Կայունացվող պրոցեսը էլեկտրական ֆիլտրի մոտեքում, № 6, էջ 49:

Հիդրոտեխնիկա

Վարդապետով Ս. Յա.—Սղինի անցկացնելը հիդրոկայանների տուրբինների և խողովակաշարքերի միջով. № 6, էջ 31:

Հիդրոլոգիա

Սաֆարյան Ե. Զ.—Զբային մակերևույթից գոլորշիացման որոշման նոր մեթոդ. № 6, էջ 7:

Վարդապետով Ս. Յա.—Հայաստանի գետերի սառցային ուժի մը. № 8, էջ 3:

Կառուցումների տեխնոլոգիա

Գրիգորյան Գ. Ս.—Ընդերկայանական ուժն ստատիկորեն-անորոշ երկաթբետոնյա սիստեմների ժողով էլեմենտների մեջ. № 6, էջ 57:

Դիմիա

Ազատյան Վ. Դ.—Մետաղական ալյումինիումին օրգանական սինթեզում գործադրելու մասին, № 8, էջ 81:

Դարբինյան Մ. Վ.—Սևանի մագնեզիտի քլորացումը, № 8, էջ 25:

Դարբինյան Մ. Վ. և Ավետիսյան Ա. Մ.—Ծծմբաթթվական մագնիումի ստացումը մագնեզիտը զիստով և ածխաթթու դադով վերամշակելու միջոցով. № 8, էջ 57:

Դարբինյան Մ. Վ., Շեկոյան Ա. Գ. և Պողոսյան Ռ. Պ.—Դոլոմիտի վերամշակման մեթոդները. № 8, էջ 25:

Գանձանյան Ա. Գ.—Մագնեզիում-կապար միահալույթի քայքայումը ջրով: Առաջին հաղորդում. № 8, էջ 63:

Գանձանյան Ա. Գ.—Մագնեզիում-կապար միահալույթի քայքայումը ջրով: Երկրորդ հաղորդում. № 8, էջ 69:

Ռոտինյան Լ. Ա.—Նոր պրեպարատներ վոլյումենոմետր: Նախնական հաղորդում. № 8, էջ 73:

Մեղրաբանություն եւ հրաբխաբանություն

- Ասլանյան Ա. Տ.—Հայկական ՍՍՌ-ի իջևանի շրջանի կավճային դարաշրջանի նստվածքների ստրատիգրաֆիայի և ստրուկտուրայի մասին. № 2, էջ 3:
- Ասլանյան Ա. Տ.—Հող-գրունտների ֆիլտրացիայի գործակցի և մազանոթային բարձրացման չափի առնչության մասին. № 10, էջ 61:
- Ասլանյան Ա. Տ.—Նոր տվյալներ Ալավերդու հանքաշրջանի ստրատիգրաֆիայի ու տեկտոնիկայի վերաբերյալ. № 10, էջ 23:
- Արապով Յու. Ա.—ՀՍՍՌ-ի մի քանի շրջանների սկառնների միներալոգիայի և գենեզիսի առանձնահատկությունները. № 2, էջ 45:
- Զավարիցիյ Ա. Ն.—ՍՍՌ-ի ԳԱ իսկական անդամ—Մի քանի հրաբխաբանական տվյալներ՝ կապված Հայաստանի հրաբխային տուֆերի և տուֆոլավանների ուսումնասիրության հետ. № 10, էջ 31:
- Կոտլյար Վ. Ն.—Հայկական ՍՍՌ-ի Միսիանայի մոլիբդեն-պղնձային հանքավայրի ստրուկտուրան և գենեզիսը. № 2, էջ 35:
- Մադաֆյան Հ. Գ. և Արայան-Խաչվիլի Վ. Ք.—Նոր տվյալներ Բալզուշատի լեռնաշղթայի գեոլոգիայի և հանքաքերություն մասին. № 10, էջ 3:
- Վարդապետյան Բ. Ն.—Հայկական ՍՍՌ-ի Դսեղի (Թումանյանի) հրակայուն կավերի հանքավայրերը. № 2, էջ 65:
- Տեր-Ստեփանյան Գ. Ի.—Սողանքային ճեղքվածքների դասակարգման մասին. № 10, էջ 65:
- Պոչարյան Ա. Ն.—Ղափանի հանքավայրի համաձուլի հանքի ստրուկտուրայի մասին. № 2, էջ 17:

Ագրոֆիլիա

- Դավթյան Գ. Ս.—Կարաոֆլիի ամառային ցանքերի պարարտացման հարցի շուրջը. № 7, էջ 83:

Հողագիտություն

- Դավթյան Գ. Ս.—Մարդագետների հողի ջերմաստիճանի փոփոխությունը պարարտացման հետևանքով. № 2, էջ 77:

Դեմոստրիկա եւ սելեկցիա

- Բաբաջանյան Գ. Հ.—Բեղմնավորություն և ժառանգականություն. № 4, էջ 33:
- Դուլբեյան Վ. Հ.—ՀՍՍՌ-ի Գ. Ա. իսկական անդամ—Tr. Timopheev-ի խաչածնելիությունը ցորենի զանազան տեսակների հետ. № 4, էջ 3:
- Հովհաննիսյան Ս. Գ.—Ցորենի ծաղկի առեւելքների թվի տրհատական պակասեցման ազդեցությունը հատիկակալման վրա. № 9, էջ 3:
- Հովհաննիսյան Ս. Գ.—Ցորենների խաչածնումը ազատ և հարկադիր փոշոտման դեպքում (հաղորդում առաջին). № 4, էջ 23:
- Պոչոսյան Ա. Հ., Խաչատրյան Ս. Ս.—Ցոմատի արժեքավոր ձև՝ ստացված վեգետատիվ հիբրիդացման միջոցով. № 9, էջ 7:
- Սարգսյան Ս. Մ.—Սենյակի ճանճի նյարդային վարմունքը շոշափող մուտացիայի արհեստական ստացման դեպք. № 4, էջ 47:
- Տեր-Սահակյան Տ. Ս.—Հայաստանի պայմաններում ստացված կարաոֆլիի նոր հեռանկարային ձևերը. № 1, էջ 75:

Միկրոփոլոգիա

Ավագյան Ս. Ա.—Ծիրանենու բակտերիալ գորշացման ինֆեկցիայի տարածման միջոցները և վնասակարությունը. № 9, էջ 17:

Միրզաբեկյան Ռ. Օ.—Ծիրանենու բակտերիալ թուղաման հարուցիչի միջանի բիոլոգիական հատկությունները և նրա պաթոգենությունը ուրիշ կորիզավոր ծառերի համար. № 1, էջ 3:

Բուսաբանություն

Գրոսսեյմ Ա. Ա.—Ագրեջանի ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ—Astragalus L. ցեղի Hololeuce Bge սեկցիայի կովկասյան ներկայացուցիչների տեսություն. № 7, էջ 59:

Դարբինյան Գ. Հ.—Աշնանացանի զարնանացման գործոնների մասին կամ յարովիզացիայի մի նոր եղանակ. № 2, էջ 53:

Էլենիորն Յա. Ե. և Ռայեյ Բ. Լ.—Թափանցելիության կորագծերի մաթեմատիկական վերլուծությունը. № 4, էջ 61:

Իվանովա Ա. Վ.—Հայաստանի գիշիների մորֆոլոգիայի և սիստեմատիկայի հարցի մասին. № 7, էջ 17:

Խալաթյան Գ. Գ. և Լիրակոյան Մ. Ա.—Թթնու մորֆոլոգիական-որակային դիագնոստիկան. № 7, էջ 47:

Կոժին Ա. Ե.—Բազմամյա բույսերի զարգացման ստադիականության հարցերի ուսումնասիրությունը. № 7, էջ 33:

Կոժին Ա. Ե.—Միաշաք բույսերի ստադիական զարգացման պրոցեսները ֆիզիոլոգիական էություն ժամանակակից պատկերացումները. № 5, էջ 17:

Ղազարյան Վ. Հ.—Բույսերի ֆոտոպերիոդիզմի վրա լույսի որակի ազդեցության մասին. № 7, էջ 3:

Ղազարյան Վ. Հ.—Մի նոր գործիք բույսերի ներշնչավածքային զազերի ծավալային անալիզի համար (ներշնչավածքային զազանալիզատոր). № 4, էջ 71:

Յարոշենկո Պ. Դ.—Կովկասի բարձր-լեռնային շրջանի մարգագետինների և միջանի ալլոփոցենոզների փոխնարաբերությունների մասին. № 1, էջ 13:

Յացենկո-Խմելիսկի Ա. Ա.—Արևելյան հաճախենու (Fagus orientalis Lip.) բնափայտի կառուցվածքի և կազմության փոփոխությունները՝ կախված հասակից, բարձրությունից գետնի նկատմամբ և արտաքին պայմաններից. № 5, էջ 3:

Յացենկո-Խմելիսկի Ա. Ա.—Ericaceae ընտանիքի կովկասյան ներկայացուցիչների բնափայտի կառուցվածքը և նրա սիստեմատիկական ու ֆիլոգենետիկական նշանակությունը. № 9, էջ 33:

Սաևովսկի Դ. Ի.—Վրաց. ՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ—Oxytropis D. C. ցեղի կովկասյան տեսակների տեսությունը. № 5, էջ 35:

Տոնակեմյան Հ. Հ.—Մեծ Արուլ լեռան (Ջավախք) ալպյան բուսականության մասին. № 1, էջ 31:

Պալեոգեոլոգիա և պալեոգեոլոգիա

Ավագյան Լ. Ա.—Նախնադարյան եղ (Bos primigenius Boj) Հայաստանում. № 9, էջ 59:

Դարբինյան Ա. Հ.—Cardium և Meretrix սեռերի նոր տեսակներ Հայաստանի օլիգոցենյան նստվածքներում. № 1, էջ 69:

Կենդանաբանություն

- Դալ Ս. Կ.—Հայկական ՍՍՌ հարավի այծկիթները (*Caprimulgus europaeus* L.) № 3, էջ 61:
- Դերձովին Ա. Ն.—Ջրային կենդանիների կլիմայավարժումը Կովկասում. № 5, էջ 71:
- Համբարյան Պ. Պ.—Մի քանի կրծողների ուսադոտու մկանունքը. № 7, էջ 69:
- Մարկոսյան Ա. Գ.—Սևանա լճի գամարուների սխտեմատիկան. № 9, էջ 67:
- Մեշկովա Տ. Մ.—Էքսպերիմենտալ դիտողություններ Սևանի ֆորեկների նորեկների սնման վերաբերմամբ. № 3, էջ 17:
- Պավլով Պ. Ի.—Սևանի ֆորեկների պաշարների վիճակն ըստ 1939 և 1940 թ.թ. դիտողությունների. № 3, էջ 29:
- Սարկիսով Ա. Ա.—Հարավ-ամերիկյան ճահճային կուղբը (*Myopotamus coypus* Molina) Հայկական ՍՍՌ-ում. № 5, էջ 87:
- Սարկիսով Ա. Ա.—Ցիռի (*Equus hemionus*) տարածումը Հայաստանի մերձարաքսյան տափաստաններում. № 3, էջ 75:
- Սոսնիխինա Թ. Մ.—Կիրովական քաղաքի կրծողները. № 3, էջ 67:
- Վլադիմիրով Վ. Ի.—Սևանի ֆորեկների պաշարը և որսի գործակիցը. № 3, էջ 51:
- Տեր-Պողոսյան Ա. Գ.—Արարատյան դաշտի կրծողների տիգ-էկոպարազիտները. № 5, էջ 65:
- Տեր-Պողոսյան Ա. Գ.—Երևան քաղաքի և նրա շրջակայքի տիգ-էկոպարազիտները. № 5, էջ 49:
- Տեր-Պողոսյան Ա. Գ.—Հարավ-Արևելյան Հայաստանի կրծողների տիգ-էկոպարազիտները. № 3, էջ 3:
- Տեր-Պողոսյան Ա. Գ.—Հյուսիսային Հայաստանի կրծողների տղերը (*Acarina*). № 1, էջ 43:

Բույսերի պառնայանություն

- Մարջանյան Գ. Մ.—Գյուղատնտեսական կուլտուրաների ֆնասատու միջատների դեմ ԴԴՏ-ի օգտագործման փորձ. № 4, էջ 85:
- Մարջանյան Գ. Մ. և Բալանթարյան Մ. Տ.—Նորը դաշտավայրերի դեմ տարվող պայքարում. № 9, էջ 79:
- Տետրևնիկովա-Բաբոյան Դ. Ն.—Սաղոզի վազի հիվանդությունները Հայաստանում. № 1, էջ 85:

Ֆառմակոլոգիա

- Միրզոյան Ս. Մ. և Շաքնազարյան Տ. Ս.—ՀՍՍՌ-ում աճող մասնոցուկի և կուժկոտրուկի բիոլոգիական ակտիվության մասին. № 5, էջ 95:

Ֆեխնոլոգիա

- Դեվրդյան Խ. Հ.—Ցեմենտային քարի փոփոխությունները տաքացման ժամանակ. № 6, էջ 69:

Դիսական դիագնոստիկաներ

- Բուրչակ-Աբրամովիչ Ն. Օ.—Մետեորիտ Արագած լեռան վրա. № 10, էջ 81:
- Մնացականյան Ա.—Բուսաբանական մի կարևոր տեղեկություն Գրիգոր Նարեկացու մոտ. № 9, էջ 91:
- Յարոշենկո Գ. Գ.—*Staphylea pinnata* L. Հյուսիսային Հայաստանի անտառներում. № 9, էջ 87:

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ,
ПОМЕЩЕННЫХ В „ИЗВЕСТИЯХ“ (СЕРИЯ „ЕСТЕСТВЕННЫЕ
НАУКИ“) АКАДЕМИИ НАУК АРМ. ССР ЗА 1946 ГОД

Математика

Назаров А. Г.—Функциональные прерыватели Н. М. Герсегова и импульсивные функции. № 6, стр. 3.

Техника

Симонов М. З.—Тонкостенные своды „Армения“. № 2, стр. 85.

Электротехника

Атабеков Г. И.—Устанавливающийся процесс на входе электрического фильтра. № 6, стр. 49.

Гидротехника

Вартазаров С. Я.—К вопросу пропуска шуги через турбины и турбопроводы гидроэлектростанций. № 6, стр. 31.

Гидрология

Вартазаров С. Я.—Ледовый режим рек Армении. № 8, стр. 3.

Сафарян Е. Д.—Новый метод определения величины испарения с водной поверхности. № 6, стр. 7.

Теория сооружений

Григорян Г. С.—Распор в изгибаемых элементах железобетонных статически-неопределимых систем. № 6, стр. 57.

Химия

Азатян В. Д.—К применению металлического алюминия в органическом синтезе. № 8, стр. 81.

Дарбинян М. В.—Хлорирование Севанского магнезита. № 8, стр. 25.

Дарбинян М. В. и Аветисян А. М.—Получение сернокислого магния обработкой магнезита гипсом и углекислотой. № 8, стр. 57.

Дарбинян М. В., Шекоян С. Г. и Погосян Р. У.—Изыскание методов переработки доломита. № 8, стр. 41.

Канкян А. Г.—Разложение сплава магний-свинец водой. Сообщение I. № 8, стр. 63.

Канкян А. Г.—Разложение сплава магний-свинец водой. Сообщение II. № 8, стр. 69.

Ротинянц Л. А.—Новый прецизионный волюмометр. Предварительное сообщение. № 8, стр. 73.

Геология и вулканология

- Арапов Ю. А.*—Особенности генезиса и минералогии скарнов некоторых районов Армянской ССР. № 2, стр. 45.
- Асланян А. Т.*—К стратиграфии и структуре меловых отложений Иджеванского района Арм. ССР. № 2, стр. 3.
- Асланян А. Т.*—Новые данные по стратиграфии и тектонике Алавердского рудного района. № 10, стр. 23.
- Асланян А. Т.*—О зависимости между коэффициентом фильтрации и высотой капиллярного поднятия почво-грунтов. № 10, стр. 61.
- Вартапетян Б. С.*—Дсехское (Туманянское) месторождение огнеупоров в Армянской ССР. № 2, стр. 65.
- Заварицкий А. Н.*—Действительный член АН СССР—О некоторых данных вулканологии в связи с изучением четвертичных туфов и туфолов Армении. № 10, стр. 31.
- Котляр В. Н.*—Структура и генезис Мисханского молибденово-медного месторождения в Армении. № 2, стр. 35.
- Кочарян А. Е.*—О структуре Комсомольского рудника Кафанского месторождения. № 2, стр. 17.
- Магакян И. Г. и Ароян-Иашвили.*—Новые данные по геологии и рудоносности Баргушатского хребта. № 10, стр. 3.
- Тер-Степанян Г. И.*—О классификации оползневых трещин. № 10, стр. 65.

Агрохимия

- Давтян Г. С.*—Влияние удобрений на урожай летних посадок картофеля. № 7, стр. 83.

Почвоведение

- Давтян Г. С.*—Изменение температуры почвы луга в результате применения удобрения. № 2, стр. 77.

Генетика и селекция

- Бабаджанян Г. А.*—Оплодотворение и наследственность. № 4, стр. 33.
- Гулканян В. О.*—Действительный член АН Арм. ССР.—Скрещиваемость *Tr. Timopheevi* с разными видами пшеницы. № 4, стр. 3.
- Оганесян С. Г.*—Влияние уменьшения количества тычинок цветка пшеницы на зернообразование. № 9, стр. 3.
- Оганесян С. Г.*—Скрещиваемость пшениц при свободном и принудительном опылении. Сообщение первое. № 4, стр. 23.
- Погосян С. А. и Хачатрян С. С.*—Перспективная форма томата, выведенная путем вегетативной гибридизации. № 9, стр. 7.
- Саркисян С. М.*—Случай искусственного получения мутации, затрагивающей нервные поведение у комнатной мухи. № 4, стр. 47.
- Тер-Саакян Т. С.*—Новые перспективные формы картофеля, выведенные в условиях Арм. ССР. № 1, стр. 75.

Микробиология.

- Авакян С. А.—Пути инфекции и вредоносность бактериального побурения абрикоса. № 9, стр. 17.
- Мирзабекян Р. О.—Некоторые биологические свойства возбудителя увядания абрикоса и его патогенность для других косточковых пород. № 1, стр. 3.

Ботаника

- Гроссгейм А. А.—Действительный член АН Азерб. ССР—Обзор кавказских представителей секции *Hololeuce* Вге рода *Astragalus* L. № 7, стр. 59.
- Дардинян Г. А.—О факторах яровизации озимых или новый метод яровизации. № 4, стр. 53.
- Иванова А. В.—О морфологических и систематических особенностях чешуйчатых можжевельников Армении. № 7, стр. 17.
- Казарян В. С.—О влиянии качества света на фотопериодизм растений. № 7, стр. 3.
- Казарян В. О.—Прибор для объемного анализа внутритканевых газов растений (внутритканевый газоанализатор). № 4, стр. 71.
- Кожин А. Е.—Вопросы изучения стадийности многолетних растений. № 7, стр. 33.
- Кожин А. Е.—Современные представления о физиологической сущности процессов стадийного развития однолетних растений. № 5, стр. 17.
- Сосновский Д. И.—Член-корреспондент АН Груз. ССР—Обзор кавказских видов рода *Oxytropis* D. С. № 5, стр. 35.
- Тонакян Г. А.—Об альпийской растительности горы Большой Абул (Джавахетия). № 1, стр. 31.
- Халатян Г. Г. и Киракосян М. А.—Морфологически-качественная диагностика шелковицы. № 7, стр. 47.
- Элленгорн Я. Е. и Райхель Б. Л.—Математический анализ кривых проницаемости. № 4, стр. 61.
- Ярошенко П. Д.—О взаимоотношениях лугов и некоторых других фитоценозов в высокогорьях Кавказа. № 1, стр. 13.
- Яценко-Хмелевский А. А.—Изменения в составе и строении древесины восточного бука (*Fagus orientalis* Lipsky) в зависимости от возраста, высоты над почвой и внешних условий. № 5, стр. 3.
- Яценко-Хмелевский А. А.—Строение древесины кавказских представителей сем. *Ericaceae* и его систематическое и филогенетическое значение. № 9, стр. 33.

Палеонтология и палеозоология

- Авакян Л. А.—Первобытный бык (*Bos primigenius* Boj) в Армении. № 9, стр. 59.
- Габриелян А. А.—Новые вины родов *Cardium* и *Meretrix* из олигоценовых отложений Армении. № 1, стр. 69.

Зоология

- Владимиров В. И.—Промысловый запас и коэффициент вылова севанских форелей. № 3, стр. 51.

- Гамбарян П. П.—Мускулатура переднего пояса некоторых грызунов. № 7, стр. 69.
- Даль С. К.—Козодои (*Sarimulgus europaeus* L.) Юга Армянской ССР. № 3, стр. 61.
- Державин А. Н.—Акклиматизация водных животных на Кавказе. № 5, стр. 71.
- Маркосян А. К.—Систематика гаммарусов озера Севан. № 9, стр. 67.
- Мешкова Т. М.—Экспериментальные наблюдения за питанием мальков севанских форелей. № 3, стр. 17.
- Павлов П. И.—Состояние запасов севанских форелей по наблюдениям за 1939 и 1940 гг. № 3, стр. 17.
- Саркисов А. А.—О распространении онагра (*Equus hemionus*) в приараксинских степях Армении. № 3, стр. 75.
- Саркисов А. А.—Южно-Американский болотный бобр (*Myopotamus coypus* Molina) в Армянской ССР. № 5, стр. 87.
- Соснихина Т. М.—Грызуны города Кировакана. № 3, стр. 67.
- Тер-Погосян А. Г.—Клещи-эктопаразиты грызунов Араратской долины Арм. ССР. № 5, стр. 65.
- Тер-Погосян А. Г.—Клещи-эктопаразиты грызунов г. Еревана и его окрестностей. № 5, стр. 49.
- Тер-Погосян А. Г.—Клещи-эктопаразиты (*Asarina*) грызунов Северной Армении. № 1, стр. 43.
- Тер-Погосян А. Г.—Клещи-эктопаразиты грызунов Юго-Восточной Армении. № 3, стр. 3.

Защита растений

- Марджанян Г. М.—Опыт применения ДДТ в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур. № 4, стр. 85.
- Марджанян Г. М. и Калантарян М. А.—Новое в борьбе с полемками. № 9, стр. 79.
- Тетеревникова-Бабаян Д. Н.—Болезни виноградной лозы в Арм. ССР. № 1, стр. 85.

Фармакология

- Мирзоян С. А. и Калантарян Т. С.—О биологической активности наперстянки и горицвета, произрастающих в Арм. ССР. № 5, стр. 95.

Технология

- Геворкян Х. О.—О поведении цементного камня при нагревании. № 6, стр. 69.

Научные заметки

- Бурчак-Абрамович Н. О.—Метеорит над горой Арагац (Алагез). № 10, стр. 81.
- Мнацаканян А.—Важное ботаническое сведение у Григория Нарекаци. № 9, стр. 91.
- Ярошенко Г. Д.—*Staphylea pinnata* L. в лесах Северной Армении. № 9, стр. 87.

AUTHOR INDEX TO ALL VOLUMES, 1946

Mathematics

- Nazarov A. G.*—The N. M. Gersevanov's Functional Interruptors and the Impulsive Functions. № 6, p. 3.

Technics

- Simonian M. Z.*—Thiwalled Vaults „Armenia“. № 2, p. 85.

Electrotechnics

- Atabekov G. I.*—Sustaining Process on the Electric Filter Entrance. № 6, p. 49.

Hydrotechnics

- Vartasarov S. I.*—To the Question of Transportation of Frazil-Ice through Penstocks and Turbines of Hydroelectric Stations. № 6, p. 31.

Hydrology

- Safarian E. G.*—New Method of Calculation of Evaporation from Water Surface. № 6, p. 7.
Vartasarov S. I.—The Winter Regime on Rivers of Armenia. № 8, p. 3.

Theory of constructions

- Grigorian G. S.*—Thrust in Reinforced Concrete Members Inbending of Statically Indeterminate Systems. № 6, p. 57.

Chemistry

- Azatyán V. D.*—The Use of the Metallic Aluminum in the Organic Synthesis. The Friedel-Crafts Reaction. № 8, p. 81.
Darbinian M. V.—The Chlorination of Sevan Magnesite. № 8, p. 25.
Darbinian M. V. and *Avetisyan A. M.*—The Obtaining of Magnesium Sulphate by Treating Magnesite with Gypsum and Carbon Dioxide. № 8, p. 57.
Darbinian M. V., Shekoian S. G. and *Poghossian R. H.*—Investigation of Dolomite Treating Methods. № 8, p. 41.
Kankanian A. G.—Decomposition of Magnesium-Lead Alloy by means of Water. Information I. № 8, p. 63.
Kankanian A. G.—Decomposition of Magnesium-Lead Alloy by means of Water. Information II. № 8, p. 69.
Rotinanz L. A.—A new Precision Volumenometer. № 8, p. 73.

Geology and Volcanology

- Arapov U. A.*—The Peculiarities of Mineralogy and Geochemistry of Scarnes in some Regions of the Armenian SSR. № 2, p. 45.

- Aslanian A. T.*—New Data on the Stratigraphy and Tectonics of the Alaverdy Ore-Bearing Region. № 10, p. 23.
- Aslanian A. T.*—On the Dependence between the Filtration Coefficient and the Height of the Capillary Elevation of the Soil-grounds. № 10, p. 61.
- Aslanian A. T.*—Stratigraphy and Structure of Cretaceous Deposits of Ijevan Region (Armenia). № 2, p. 3.
- Kocharian A. E.*—About the Structure of the Komsomol-Mine of the Ghaphan Deposit. № 2, p. 17.
- Kotliar V. N.*—Structure and Genesis of Molybdena-Copper Mine of Mishkhan of the Armenian SSR. № 2, p. 35.
- Magakian I. G.*—and *Aroian-Jashvili V. Ch.*—New Data on the Geology and Ore-Bearing of the Bargushat-Range (Sisian Region, Armenian SSR). № 10, p. 3.
- Ter-Stepanian G. L.*—On the Landslide Cracks Classification. № 10, p. 65.
- Vardapetian B. S.*—Dsekh (Tumanian) Deposit of Refractories in Armenia. № 2, p. 65.
- Zavaritsky A. N.*, Member of the Academy of Sciences of the USSR—Some Volcanological Data in Connection with the Study of Volcanic Tuffs and Tufflavas of Armenia. № 10, p. 31.

Agricultural chemistry

- Davtyan G. S.*—The Influence of Fertilisers on Summer Plantings of Potato in Armenia. № 7, p. 83.

Soil science

- Davtyan G. S.*—Variation of Temperature of Meadow Soil Results from Fertilization. № 2, p. 77.

Genetics and Selection

- Babajanian G. H.*—Fertilization and Heredity. № 4, p. 33.
- Gulkanian V. H.*, Member of the Academy of Sciences of the Armenian SSR. The Crossing Ability of Triticum Timopheevi Zhuk. with various Species of Wheat. № 4, p. 3.
- Ohanesyan S. G.*—Influence of Flower Stamens of Wheat on the Kernel Formation. № 9, p. 3.
- Hovhannessian S. G.*—Wheat Crossing in Free and Forced Pollination. № 4, p. 23.
- Poghosian S. H.* and *Khachatryan S. S.*—Valuable Kinds of Tomato Obtained through Hybridization. № 9, p. 7.
- Sarkisian S. M.*—A Case of Artificially Induced Mutation of Nervous Behaviour by *Musca Domestica* L. № 4, p. 47.
- Ter-Sahakian T. S.*—The new Perspective Forms of Potato, Obtained in Armenia. № 1, p. 75.

Microbiology

- Avakian S. A.*—The Ways of Infection and Injurious Effect of Bacterial Browning of Apricot. № 9, p. 17.
- Mirzabekian R. O.*—Some Biological Characters of the Pathogenic Cau-

sing Wilting of the Apricot-Tree and its Pathogenecity for other Kernelled Fruit-Trees. № 1, p. 3.

Botany

Darbinian G. H.—On the Factors of Yarovization of winter Wheals or a new Method of Yarovisation. № 4, p. 53.

Ellenhorn I. E. et Rayhel B. L.—L'analyse mathématique des courbes de perméabilité. № 4, p. 61.

Grossheim A. A., Member of the Academy of Sciences of the Azerbajdzhan SSR.—Review of the Caucasian Species of the Section Holo-leuce Bge of Genus *Astragalus* L. № 7, p. 59.

Ivanova A. V.—The Morphology and Classification of the Genus *Juniperus* of the Armenian SSR. № 7, p. 17.

Jaroshenko P. D.—About Interrelation of the Meadows and Some other Phytocoenoses in the Caucasian High Mountainous Regions. № 1, p. 13.

Kazarian V. O.—An Apparatus for the Analysis of the Volume of the Gases in the Blant Body. № 4, p. 71.

Kazarian V. O.—The Influence of Differing Quality of Light on Photoperiodical Response. № 7, p. 3.

Khalatian G. G. and Kirakosian—Morphological-Qualitative Diagnostic of Mulberry-Tree. № 7, p. 47.

Kozhin A. E.—Modern Outlooks of Physiological Nature of the Processes of Phasic Development of Annual Plants. № 5, p. 17.

Kozhin A. E.—Some Questions of the Study of Phasic Development of Perennial Plants. № 7, p. 33.

Sosnovsky D. J., Correspondent Member of Academy of Sciences of the Georgian SSR—Review of the Caucasian Species of the Genus *Oxytropis* D. C. № 5, p. 35.

Tonakanian H. H.—About the Alps-Vegetation of Great Aboul Mountain (Djavakhetia). № 1, p. 31.

Yatsenko-Khmelevsky A. A.—The Wood Structure of the Caucasian Ericaceae and its Systematical and Phylogenetical Value. № 9, p. 33.

Yatsenko-Khmelevsky A. A.—Variations in Structure of Wood of the Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lip.) as Influenced by Age, Hight from the Soil Level and the Environment. № 5, p. 3.

Paleontology and Paleozoology

Avakian L. A.—*Bos Primigenius* Boj in Armenia. № 9, p. 59.

Gabrielian A.—New Species of the Genera *Cardium* and *Meretrix* from the Oligocene Deposits of Armenia. № 1, p. 69.

Zoology

Dahl J. K.—Nightjar (*Caprimulgus Europaeus* L.) of the Southern Part of Armenian SSR. № 3, p. 61.

Derjavin A. N.—Acclimatization of the Aquatical Animals in the Caucasus. № 5, p. 71.

Gambarian P. P.—Musculature of the Humeral Belt of Some Rodents. № 7, p. 69.

- Markossian A. K.*—Toxonomy of Gammarus of the Lake Sevan. № 9, p. 67.
- Meshkova T. M.*—The Experimental Observation of Feeding the Fry of Trout of Sevan Lake. № 3, p. 17.
- Pavlov P. I.*—Condition of Stock of Sevan Lake Trout According to the Survey for 1939 and 1940 Years. № 3, p. 29.
- Sarkissov A. A.*—On the Question of Existence of Onager (*Equus Hemionus*) at the Steppes of Arax River of Armenia. № 3, p. 75.
- Sarkissov A. A.*—South-American Bog Beaver (*Myopotamus Coypus* Molina) in Armenian SSR. № 5, p. 87.
- Sosnikhina T. M.*—Rodents of Town Kirovakan, № 3, p. 67.
- Ter-Poghossian A. G.*—Ticks (Acarina) of Rodents of Armenia. № 1, p. 43.
- Ter-Poghossian A. G.*—Ticks-Ectoparasites of Rodents of Ararat Valley of the Armenian SSR. № 5, p. 65.
- Ter-Pogossian A. G.*—Tick-Ectoparasites of Rodents in South-Eastern Armenia. № 3, p. 3.
- Ter-Poghossian A. G.*—Ticks-Ectoparasites of Rodents of Erevan City and its Environs. № 5, p. 49.
- Vladimirov V. J.*—The Stocks of Sevan Trout and the Coefficient of its Caught. № 3, p. 51.

Plant Protection

- Marjanian G. M.*—Tests of Use of DDT Against Pestes of Agricultural Plants. № 4, p. 85.
- Marjanian G. M. and Kalantarian M. A.*—Something New in the Control against Field Voles. № 9, p. 79.
- Teterevnikova-Babaian D. N.*—The Diseases of Grape-Vine in Armenia. № 1, p. 85.

Pharmakology

- Mirzoian S. M. and Shahnazarian T. S.*—On the Biological Activity of the Foxglove And Adonis Grown in the Armenian SSR. № 5, p. 95.

Technology

- Gevorkian Ch. O.*—The Behaviour of Cement-Stone at Heating. № 6, p. 69.

Scientific Notes

- Burcak-Abramovich N.*—A Meteorite above the Araghat (Alaghes) Mountain. № 10, p. 81.
- Mnazakanian A.*—An Important Botanic Information of Gregory Narekatzy. № 9, p. 91.
- Jaroshenko G. D.*—*Staphylea Pinnata* L. in the Forests of Northern Armenia. № 9, p. 87.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Գեոլոգիա

- Լ. Գ. Մադադյան, Վ. Բ. Արսյան-Իսախանյան—Նոր տվյալներ Բարդուշատի լեռնաշղթայի գեոլոգիայի և հանքարերությունից մասին. 38
- Ա. Տ. Ասլանյան—Նոր տվյալներ Ալավերդի հանքաշրջանի ստրատիգրաֆիայի և աեկտոնիկայի վերաբերյալ. 21

Հրաբխաբանություն

- Ա. Ն. Զավարիցկիյ, ՍՍՍՐ ԳԱ ինկական անդամ—Մի քանի հրաբխաբանական տվյալներ՝ կապված Հայաստանի հրաբխային առ. ֆերի և առ. ֆուլվաների ուսումնասիրման հետ. 31

Ինժեներական գեոլոգիա

- Ա. Տ. Ասլանյան—Հող-գրունտների ֆիլտրացիայի գործակցի և մաղանթային բարձրացման չափի առնչության մասին. 61
- Գ. Ի. Տեր-Ասեֆյան—Սողանքային ճեղքվածքների դասակարգման մասին 65

Դիտական դիտողություններ

- Ն. Ս. Բարչակ-Արախանյան—Մեծերիտ Արագած լեռան վրա. 27

С о д е р ж а н и е

Геология

- И. Г. Магакян, В. Х. Ароян-Ишвили.—Новые данные по геологии и рудоносности Бардусатского хребта. 3
- А. Т. Аслanian.—Новые данные по стратиграфии и тектонике Алавердского рудного района. 23

Вулканология

- А. Н. Забавицкий, действ. член АН СССР—О некоторых данных вулкано-логии в связи с изучением четвертичных туфов и туфолов Армении. 31

Инженерная геология

- А. Т. Аслanian—О зависимости между коэффициентом фильтрации и высотой капиллярного поднятия почво-грунтов. 61
- Г. И. Тер-Степанян—О классификации оползневых трещин. 65

Научные заметки

- Н. О. Бурчак-Абрамович—Метеорит над горой Арагац (Алагез). 81

CONTENTS

Geology.

- I. G. Magakyan and V. Ch. Aroyan-Jashvili*—New Data on the Geology and Ore-Bearing of the Bargushat-Range. 3
- A. T. Aslanian*—New Data on the Stratigraphy and Tectonics of the Alaverdy Ore-Bearing Region. 23

Volcanology

- A. N. Zawaritsky*—Member of the Academy of Sciences of the USSR—Some Volkanological Data in Connection with the Study of Volcanic Tuffs and Tufflavas of Armenia. 31

Engineering geology

- A. T. Aslanian*—On the Derendence between the Filtration Coefficient and the Height of the Capillar Elevation of the Soil-Graunds. 61
- G. I. Ter-Stepanian*—On the Landslid Cracks Classification. 65

Scientific notes

- N. O. Burchak-Abramovich*—A Meteorite above the Araghats (Alaghez) Mountain. 31



ԽՐԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈՄԻՏԵՆ Գ. Դ. Ազատյան (պատ. խմբագրի տեղակալ), Ա. Դ. Արարատյան, ՀՍՍՐ ԳԱ իսկական անդամ Ի. Վ. Եղիազարով, ՀՍՍՐ ԳԱ իսկական անդամ Մ. Դ. Թումանյան (պատ. խմբագիր), ՀՍՍՐ ԳԱ իսկական անդամ Կ. Ն. Գաֆֆենդել, Ա. Ա. Բրիտեր:

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: В. Д. Азатян, (зам. ответ. редактора), А. Г. Араратян, действительный член АН Арм. ССР И. В. Егнazarов, действительный член АН Арм. ССР К. Н. Шафренгольц, А. А. Рихтер, действительный член АН Арм. ССР М. Г. Туманян (ответ. редактор).

Подписано к печати 7/1 1947 г. объем 6 п/л, в п. л. 53,500 печ. зн.
Тираж 1000. ВФ 00902. Зак. № 1030. Изд. № 362.

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