

ГЕОЛОГИЯ

Н. О. Бурчак-Абрамович

**Ледник на г. Арагац (Алагез)**

Первое конкретное указание на наличие на вершине г. Арагац ледника принадлежит И. Ходзько [1], совершившему в 1847 г. восхождение на вершину его.

Далее отрывочные сведения о современном оледенении Арагаца мы находим в работах Н. Салацкого (1866 г.), Н. А. Динника (1890), А. В. Пастухова (1893), Г. И. Танфильева (1922), А. Ф. Ляйстера и Г. Ф. Чурсина (1929), Б. Л. Личкова (1930), С. В. Калесника, И. Н. Гладцына, С. С. Кузнецова, А. Л. Рейнгарда и др., но подробного описания современных ледников горы Арагац в печати еще не появлялось. Есть только вскользь брошенные упоминания о наличии на Арагаце ледников, из которых первое, и наиболее конкретное, относится еще к 1847 г. (Ходзько—1), второе—Л. В. Пастухову (1896 г.—4), третье—А. Рейнгарду (1939 г.—13). Остальные упоминания базируются, главным образом, либо на данных трех вышеуказанных авторов, либо высказывают лишь предположение о возможности на Арагаце современного оледенения (Б. Л. Личков 1931 г.).

Во время пребывания в районе вершин Арагаца (9.IX—14.IX—1945 г.) мною были произведены наблюдения над ледником, находящимся в т. н. кратере Арагаца на восточных склонах западной вершины и северных склонах южной вершины. Ледник Западной вершины был осмотрен более обстоятельно, ледник Южной вершины—лишь бегло. Ввиду отсутствия в литературе описания современных ледников Арагаца, мне кажется, что будет вполне целесообразным опубликовать свои наблюдения над ними.

Современный ледник в кратере сплошь занимает весь восточный склон Западной вершины, восточный склон перевала между Западной и Южной вершинами и северный склон южной вершины, образуя, таким образом, непрерывное полукольцо. Склоны Северной и Восточной вершин, обращенные в сторону кратера, перевалы между Западной и Северной, Северной и Восточной вершинами свободны от ледника, покрыты осыпями и травянистым ковром.

Ледник занимает нижнюю часть склонов обеих вершин, весь восточный склон вышеупомянутого перевала и прилегающую к ним часть впадины цирка (дна т. н. кратера). Приблизительная площадь ледника—1 км×1 км, а то даже и больше. Частично площадь лед-

ника сверху покрыта слоем морены и с поверхности не видна. Крутизна ледника на склонах обеих вершин достигает угла 20—45°. Книзу ледник постепенно выполаживается и на дне цирка уклон его уменьшается до угла 10°. Из описываемого ледника берет начало река Дали (правый приток р. Апаран), текущая в восточном направлении и образующая ниже кратера 4 грандиозных водопада. Над ледником поднимаются вертикальные стены западной и южной вершин, с которых часто (особенно с западной вершины) сыплются камни, происходят обвалы на крутую поверхность ледника и с грохотом скатываются вниз. Из-за этого продвигаться по леднику необходимо с осторожностью. Настоящие ледниковые трещины на описываемом леднике мной не наблюдались (за исключением одной, описание которой см. дальше). То, что Б. Л. Личковым было издано, с вершины Арагаца, принято за трещины (см. литер. обзор), повидимому, на самом деле должно быть отнесено к рывтинам, глубоко врезанным в поверхность льда и образованным стекающими с верхних крутых участков ледника тальными водами. Днем\*, при солнечной погоде, бесчисленное количество мелких ручейков со звонким шумом стекают книзу, постепенно соединяясь в нижней части ледника в относительно большие потоки. Общее направление этих потоков (рис. 1, пунктирные линии) соответственно рельефу самого ледника, в общем, более или менее параллельно друг другу и создает (если смотреть на них с высоты, издали) впечатление системы правильных трещин, протянутых по длинной оси ледника. Вдоль правой и левой периферии ледника хорошо развита гряда боковых морен, очень отчетливо видных с высоты. В низовьях ледника огромные, хаотические нагромождения моренных валов и холмов, идущих, в общем, вдоль нижнего поперечного края ледника в направлении СЗ, перегородивают своими массами циркообразное дно кратера и, благодаря этому, замыкают с востока низовья ледника.

Весь ледник западной вершины можно разделить на 3 части: а) верхнюю (западную) часть ледника, лежащую на крутом склоне у подножья стены западной вершины (рис. 1, г, F, E, G), б) среднюю часть ледника, относительно пологую (5—15°), лежащую к востоку от верхней части его (рис. 1 N) и в) нижнюю (восточную) часть, лежащую к востоку от средней части и представленную вышеотмеченной поперечной полосой морены (морена A<sub>1</sub> и B<sub>IV</sub>), внешне подобных грядам конечных морен. Кроме того, могут быть обособлены в отдельные участки правая и левая периферические боковые морены. Нижняя часть ледника лежит на высоте 3600 м н. у. м.

Описание ледника западной вершины начнем от его левого (северного) края, постепенно подвигаясь поперек его склона к югу (рис. 1, 3, 5).

\* Во время пребывания на леднике с 9.IX—14.IX днем было еще довольно тепло, но ночью, под утро морозы доходили до —3—5°C. Все ручейки ночью заморозили и вода покрывалась ледяной коркой.

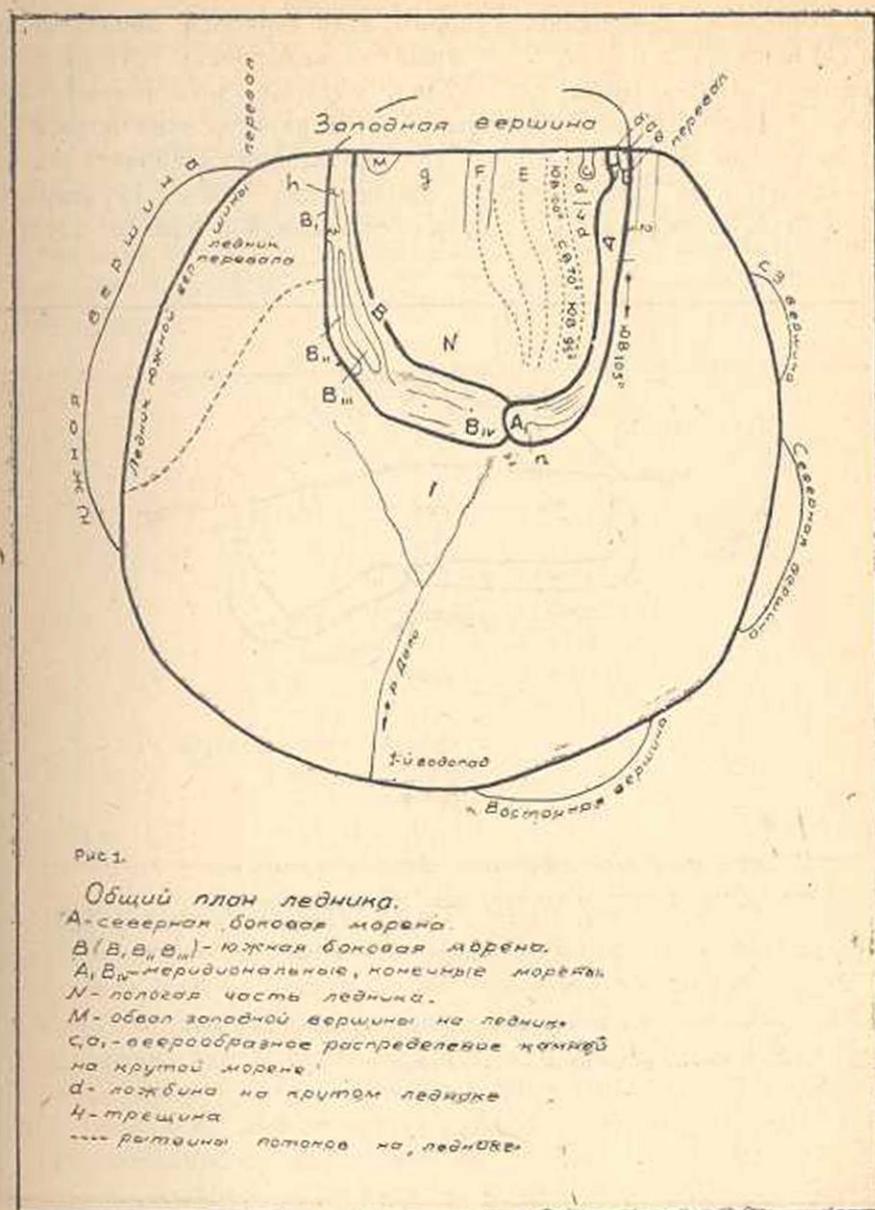


Рис. 1.

## Общий план ледника.

- А - северная боковая морена.  
 В (В<sub>I</sub>, В<sub>II</sub>, В<sub>III</sub>) - южная боковая морена.  
 А<sub>I</sub>, В<sub>IV</sub> - меридиональные, конечные морены.  
 N - пологая часть ледника.  
 М - обвал западной вершины на ледник.  
 С<sub>0</sub> - веерообразное распределение камней на крутой морене.  
 d - ложбина на крутом леднике.  
 h - трещина.  
 --- рытвина потока на леднике.

Вдоль северного (левого) края ледник окаймлен хорошо выраженной боковой мореной А, которая тянется в виде вала от верхней части ледника до самого его нижнего конца на протяжении около 700 м. Крутизна продольного гребня морены на этом направлении меняется (рис. 4), в общем не превышая  $<40^\circ$ . Общее направление данной морены на ЮВ  $105^\circ$ . В своем верховьи морена покоится на леднике, который местами в нижней части поперечного склона морены обнажается из-под груды камней, а в верхней прикрыт камнями морены. Высота левого склона морены в его верховьи около 7—8 м, угол его левого склона до  $25^\circ$ . Непосредственно к

краю морены А, с северной стороны, в ее верховьи прилегает полоса (1) шириной до 30 м, состоящая из наваленных друг на друга мореновых валунов (разм. до 1—2 м), которые, повидимому, откатились от вышеописанной морены А. Поверхность этой полосы падает на севере под углом до 10—15°, постепенно становясь все более полой. Еще далее к северу протянулась полоса (2) шириной до 30—40 м, сложенная из рыхлых отложений и камней, которые

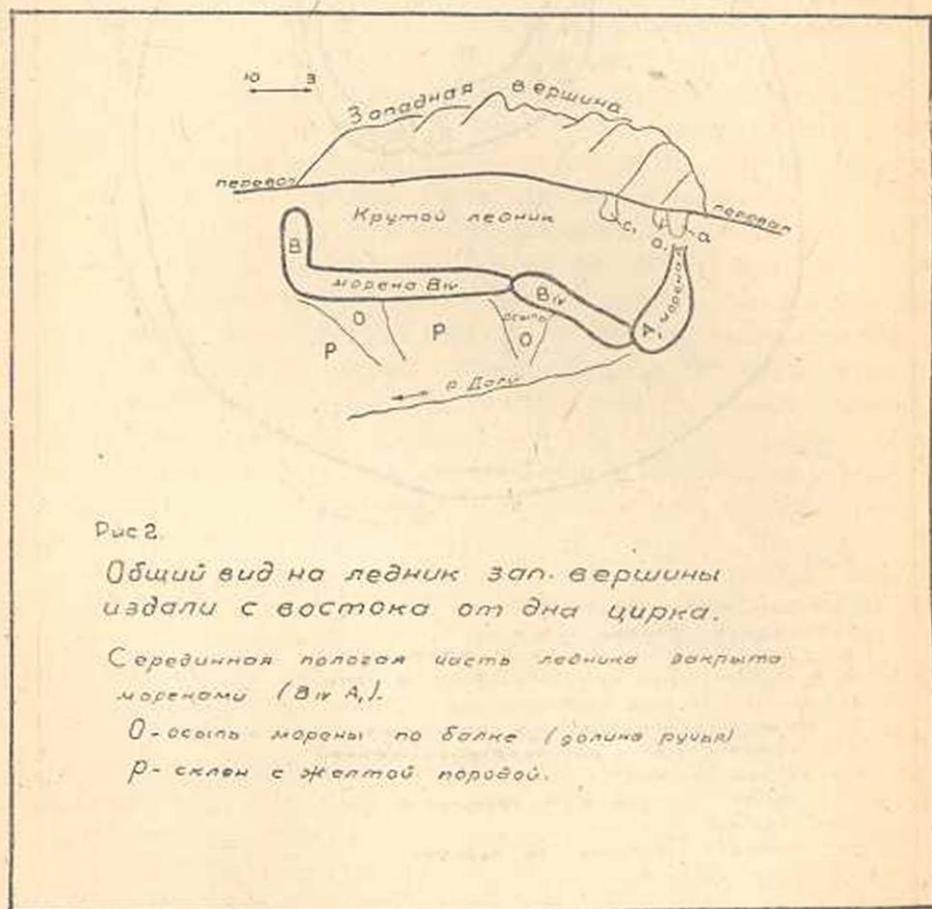


Рис. 2.

Общий вид на ледник зап. вершины издали с востока от дна цирка.

Серединная пологая часть ледника закрыта мореною (Вн А.).

О — осыпь морены по балке (долина ручья)

Р — склен с желтой породой.

частично происходят от морены, частично скатились с СЗ перевала и прилегающих с севера вершин (рис. 1 и 6).

К северу от полосы (2) поднимается склон перевала. Таким образом, между западной частью морены А и северным склоном цирка проходит продольная долина шириной до 80 м, имеющая в поперечном профиле 2 склона — уступа (склон морены и склон уступа полосы 1, рис. 6). Эта долина в большей своей части засыпана моренными валунами и осыпью с северных склонов цирка.

Постепенно, к своему верховью, морена А становится все более тонкой, с более близко залегающим от поверхности ее льдом. Мо-

рена А не доходит до подножья вертикальной стены западной вершины, оставляя кверху участок свободной ледяной поверхности (рис. 1 а) длиной до 50—60 м, падающий под углом до 30°. Эта открытая поверхность ледника сверху покрыта тонким слоем прошлогоднего зернистого снега. В самой верхней части морены А, непосредственно ниже вышеописанной заснеженной площади, вдоль наружного северного края морены, сверху, тянется моренный вал (рис. 1, б) шириной до 2—3 м, длиной до 30 м, высотой над уровнем общей поверхности морены А около 1,5—2 м. Книзу описываемый вал постепенно исчезает.



Рис. 3 -

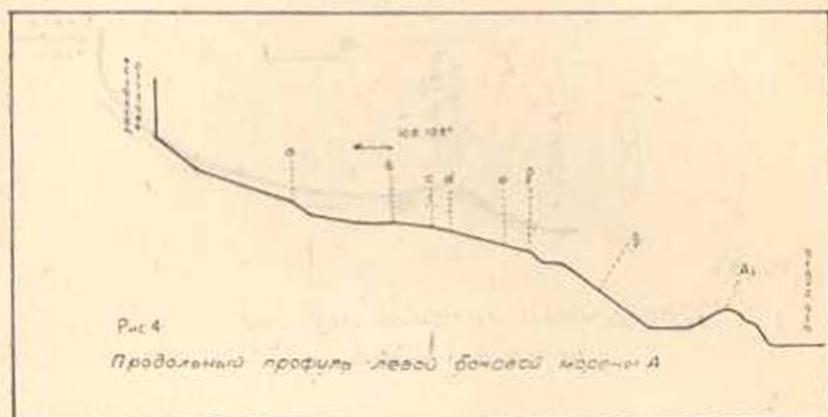
Продольный профиль ледника  
через его середину

Левая боковая морена А по своему строению менее сложна по сравнению с правой боковой мореной В. В верхней половине своего протяжения морена А состоит из одной гряды, очень четко выделяющейся на фоне ледника. В нижней части морена А образована из нескольких (до 3) более или менее параллельных и близко идущих одна от другой гряд. Наклон гребня морены на всем протяжении ее длины часто меняется от угла 0° до угла 40° (рис. 4).

Общее направление морены А ЮВ 105°. В некоторых пунктах оно слегка меняется. В нижней части морена А образует дугообразный изгиб на ЮВ 170°, т. е. принимает почти меридиональное направление (А<sub>1</sub>) и вплотную подступает к такой же меридиональной широкой полосе морены В (В<sub>IV</sub>), идущей навстречу ей (рис. 1 и 2). Здесь они образуют вместе моренные накопления, весьма похожие на конечно-моренные холмы (см. описание их ниже).

Морена А приблизительно в 150—200 м ниже своего верховья разделяется на две гряды (1,2), идущие параллельно друг другу и разделенные узкой впадиной (3). Последняя во много раз мельче, чем понижение с боков морены А. По своей ширине 2 гряды вместе с впадиной между ними приблизительно равны сплошной морене А, лежащей выше этого деления.

В пункте разделения (рис. 4, а) морена имеет вдоль по гребню относительно крутое падение ( $<35^\circ$ ) на протяжении до 12—20 м, затем гребень ниже постепенно выполаживается. У внутреннего угла разделения морены во впадину вдается короткая, узкая, сразу резко снижающаяся и быстро сходящая на нет маленькая ветвь морены. Приблизительно через 170 м ниже своего разделения обе вышеописанные гряды (1,2) снова сливаются (рис. 4, б), но между ними и дальше к низовью остается продольное мелкое понижение шириной до 2 м, глубиной до 1—1,5 м. Дно этого понижения имеет поперечное явственное продольное ребро, разделяющее обе слившиеся гряды (1,2). Понижение хорошо видно на протяжении до 70—80 м, но еще дальше вниз левая слившаяся гряда (2) постепенно сходит



на нет, так же, как и разделяющее их мелкое понижение (рис. 4, д). В средней части своей длины (рис. 4, е) морена на протяжении 100—200 м состоит из глыб рыхлой желтой породы, разм. 0,3—1 м. Поверхность гребня этого участка морены более или менее плоская, шириной до 15 м, местами на ней встречаются мелкие вогнутости рельефа. Ниже этого участка морена, образуя более крутой склон (рис. 4, ф), переходит в участок, сложенный из твердых темных пород. Повидимому, эти темные породы залегают в морене и выше, но только там они погребены под толщей вышеуказанных желтых пород. В своем низовьи (рис. 4, г) морена постепенно становится все шире и шире. Здесь на ее основной поверхности выделяются три продольные гряды, которые, постепенно загибаясь на ЮВ  $170^\circ$ , образуют дугу, обращенную выпуклостью из север. Мы вступаем в участок морены  $A_1$ , идущий в меридиональном направлении и вплотную подходящий к такой же поперечной полосе морены В ( $B_{IV}$ ). Ширина этой хаотически нагроможденной полосы до 100 м (в направлении З-В). Наиболее периферическая из трех вышеупомянутых моренных гряд в южном направлении постепенно, все более и более повышаясь, превращается в огромный моренный холм (рис. 1, п), состоящий из беспорядочного нагромождения крупных, диам. до

нескольких метров, и мелких валунов разнообразных пород (перемешивание пород разных участков западной вершины). Остальные 2 (из трех вышеупомянутых) моренные гряды, в южном направлении снживаясь, исчезают среди хаотической всхолмленности морены  $A_1$ . Моренный холм (п) возвышается над пониженной частью морены  $A_1$  метров на 10. Размеры его до  $70 \times 25$  м. Периферический склон морены  $A_1$  (и холма п) на запад, в сторону цирка, весьма крут ( $< 30^\circ$ , местами до  $45^\circ$ ). Приблизительно посередине этого склона наблюдается уступ. Высота всего восточного склона до 30—40 м.

Ниже склона к востоку тянется дно цирка, по которому проходит русло ручья (верховье р. Дала). В долине его на протяже-

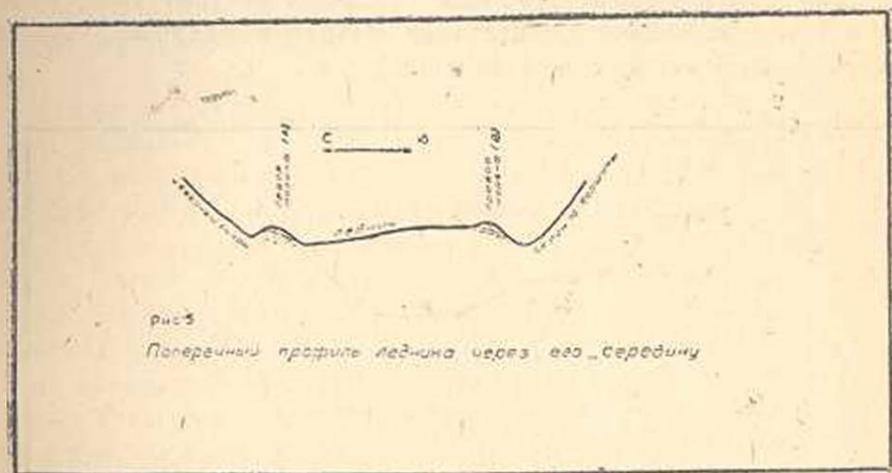


рис. 3

Поперечный профиль ледника через его середину

нии до 200 м разбросаны отдельные валуны, но сплошных толщ они не образуют.

Внутренняя часть ледника в пространстве между правой и левой периферийными боковыми моренами ( $A_1$  В) частично сплошь засыпана обвалами скал, частично более или менее чиста, либо усыпана отдельными глыбами и камнями, вмержшими в лед и потому держащимися на крутом ледяном склоне. В общем ледник вплотную подходит к вертикальной стене западной вершины, не образуя по линии контакта с ней трещин. Против участков вертикальной стены вершины, где наблюдается более сильное ее разрушение с образованием на ней кулуаров и камнепадных желобов, поверхность ледника покрыта каменными осыпями в значительно большей степени, чем против пунктов вертикальной стены, стоящей прочно и не посылающей книзу камней. Такие спокойные участки ледника, местами почти совершенно свободные от камней, выделяются чистым белым цветом. Камни, падающие из кулуаров, распределяются по поверхности широким веером, более узким вверху и постепенно расширяющимся книзу. Мелкие камни остаются выше, более крупные скатываются ниже, самые крупные глыбы внизу веера, у подножья крутой части склона образуют вал.

В северной половине ледника, по крутому склону его, проходит довольно глубокая долина (рис 1, d), достигающая внизу пологой части ледника. Боковые склоны ее падают под углом до 10—15°. Длина ложбины до 300 м, средняя ширина до 20—30 м. Ложбина ледника, повидимому, обязана своим происхождением рельефу склонов цирка. По склонам ложбины стекает множество ручьев, которые к низу собираются, образуя главную водную артерию ледника. К низу ложбина (рис. 1, d) значительно расширяется.

В нижней, более пологой части крутого участка ледника наблюдаются своеобразные „ледниковые грибы“, образованные ледяным постаментом, на котором покоится глыба камня. Отдельные глыбы достигают до 1 м в диаметре. Высота ледяного постаamenta 0,8—1 м, диаметр до 1 м. Конечно, попадаются „ледниковые грибы“ и других размеров, как больших, так и меньших.

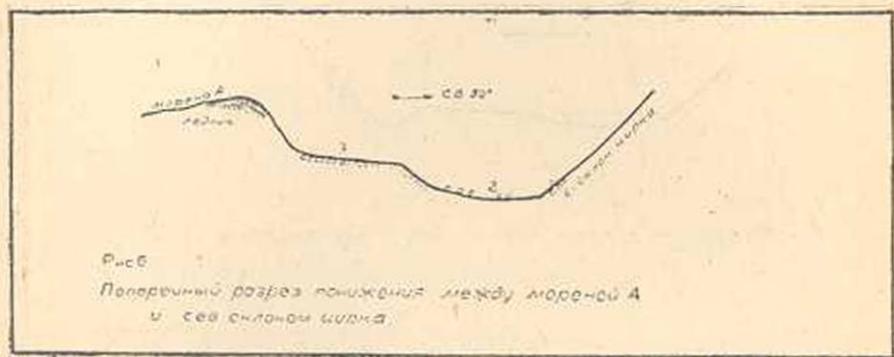


Рис 6

Поперечный разрез понижения между мореной А и северным склоном цирка.

Ручьи, стекающие по склону ледника, образуют во льду рытвины, глубиной до 0,3—1 м и больше, шириной до 0,5—1 м. Чем ниже по склону, тем рытвины глубже и шире, т. к. они образуются из постепенно сливающихся мелких ручейков в более мощные потоки. Глубина ложбины главного потока в самом низовье пологой части ледника, являющегося, повидимому, одним из главных потоков всего ледника западной вершины, доходит до 2—3 м (если не больше), при ширине до 1,5 м. Стены его, врезанные в лед, вертикальные. В более крутой части ледника (например, на склонах вышеописанной ложбины) параллельно текущие ручейки часто разделены друг от друга ледяными продольными барьерами, шириной у основания до 0,5—0,8 м, высотой до 0,5—1 м. Кверху они обычно заострены. Длина таких барьеров обычно достигает 5—10 и более метров. На гребне и более пологих склонах этих барьеров часто скопляется много мокрых, мелких землястых и песчаных осадков.

В левом (северном) боковом склоне ложбины (d) в одном месте наблюдается трещина (рис. 1,3), идущая в общем поперек склона с простираем Ю-С. Длина ее около 10 м, ширина до 0,5 м, глубина до 3—4 м. Трещина имеет неправильно изогнутую форму, что, повидимому, связано с подледниковым рельефом. Частично сверху

трещина замаскирована снежным мостом (мощностью до 1 м). На мостике лежат каменные глыбы. Под потолком мостика свешиваются ледяные сосульки (сталактиты). У южного края трещины образовался ледяной грот глубиной до 3 м, высотой до 0,8 м с горизонтальным дном. В трещину сверху стекает вода ручьев. В профиле стены трещины видно строение льда, в верхней части лед состоит из горизонтальных слоев, в нижней без заметной слоистости. В слоистой части хорошо видно столбчатое строение льда (диаметр отдельных столбиков льда до 1 м, редко более). В неслоистой нижней части лед сплошной, более прозрачный, плотный.

Продвигаясь по склону ледника, далее к северу от ложбины (d), мы переходим на довольно крутой склон ледника ( $<30-40^\circ$ ), относительно мало покрытый камнями. Против этого участка ледника (рис. 1, E) шириной до 100 м высится крепкая вертикальная стена западной вершины, дающая малую осыпь камней. Поверхность этого участка склона ледника имеет своеобразное ступенчатое строение. Ступени, в общем, идут поперек склона. Ширина площадок ступеней до 0,5—1—2 м. Длина (поперек склона) обычно 2—5—10 м. Площадка ступеньки либо ровная, либо наклонена наружу, реже внутрь. Камни обычно располагаются по периферии площадки, реже посредине ее. Повидимому, ступенчатость поверхности можно объяснить задерживанием камней на определенном уровне, благодаря неровностям рельефа поверхности ледника и затем последующему большему ставиванию льда на участках, свободных от камней. В меньшей выраженной степени ступенчатость поверхности иногда наблюдалась и в других участках склона ледника. Далее, к югу от вышеописанной полосы (E), край ледника снова сильно засыпан разнообразным обломочным и глинистым материалом, мощностью иногда свыше 1 м, местами совершенно скрывающих ледяную поверхность. Породы, покрывающие склон ледника западной вершины совершенно тождественны породам участка стены западной вершины, против которой они отлагались по склону. Смешивание разных пород начинает происходить только в самой нижней части ледника, например, в низовьях морен А и В. Таким образом, желтым рыхлым породам участка ледника (рис. 1, F) соответствует такой же цвет тех же пород на стене западной вершины. Далее, к югу идут темноцветные твердые породы (рис. 1, g), также местами сплошь покрывающие крупными и мелкими глыбами склон ледника. Постепенно склон ледника здесь становится положе ( $<15-20^\circ$ ). В одном пункте (рис. 1, m) когда-то произошел огромный обвал стены вершины. Под ним вся поверхность ледника засыпана на протяжении нескольких сотен метров. Размеры отдельных глыб обвала нередко достигают 10 м. Правая боковая морена (B) окаймляет южную периферию ледника западной вершины. Рельеф ее сложнее, чем левой морены (A). В верхней части она явно состоит из двух параллельных гряд (B и B<sub>1</sub>), разделенных вытянутой по склону ледника долиной (рис.

1, h). Ширина базальной части морены В в верхней части ее длины около 50—80 м, морены В<sub>I</sub> около 70 м, ширина долины (h) около 30 м. Левый (северный) склон морены В в верхней (крутонаклонной) части ледника весьма пологий, правый склон круче (до 20°). Долина h в верхней части ее склона состоит из глыб, ограничивающих ее морены В и В<sub>I</sub>. Внизу склон представлен льдом и уплотненным снегом. Моренная гряда В<sub>I</sub> достигает высоты 12—15 м. Крутизна склонов ее до 25—30°. Длина около 200 м. Общее направление гребня морены В<sub>I</sub> на восток, но местами направление слегка меняется (морена изгибается). К низовью высота морены В<sub>I</sub> постепенно уменьшается и оканчивается крутым склоном (до 30°). У своего конца она разделяется на 3 короткие, расходящиеся веером в стороны, грядки. Правый (южный) склон морены В<sub>I</sub> (также и В<sub>II</sub>), являющийся вообще периферийным склоном для ледника западной вершины, значительно выше левого (внутреннего, северного) склона. Высота правого склона достигает до 25—30 м. Он обращен к глубокому понижению, разделяющему ледники Западной и Южной вершин. Верхняя часть морены В<sub>I</sub> (по поперечному профилю) сложена из глыб твердых темноцветных пород Западной вершины, базальная часть из желтых более рыхлых пород, из которых состоит южный перевал и ближайший к нему участок южной вершины.

Ниже моренной гряды В<sub>I</sub> (т. е. восточнее) тянется в том же приблизительно направлении моренная гряда (В<sub>II</sub>). От морены В<sub>I</sub> она отделена поперечной долиной и ее можно было бы рассматривать как продолжение морены В<sub>I</sub>. Длина ее около 300—400 м. Состоит из желтых пород, тождественных с базальной частью морены В<sub>I</sub>. Крутизна склонов до 25°. Гребень относительно узкий, хорошо выраженный в виде ровного вала.

Параллельно моренной гряде В<sub>II</sub>, отделенной от нее узкой долиной, тянется моренная гряда В<sub>III</sub>. По высоте и ширине она приблизительно одинакова с В<sub>II</sub>, но форма ее менее правильна. Состав ее—твердые темноцветные породы Западной вершины. Преобладают крупные глыбы размерами от 0,5—1 м, но попадаются и огромные валуны размером до 6 м в 3 измерениях. Большая часть поверхности крупных валунов покрыта коркой темного загара.

Все вышеописанные моренные гряды (В, В<sub>I</sub>, В<sub>II</sub>, В<sub>III</sub>) должны быть объединены в один сложный комплекс правой боковой морены, при детальном изучении которого, может быть, удалось бы установить разновозрастность и раздельность этапов образований отдельных ее гряд. В нижней части ледника морена В круто поворачивает на север, вдоль восточной периферии ледника, теряет свое отчетливое разделение на гряды (В<sub>IV</sub>) и в этом отрезке представляет из себя весьма широкую моренную холмистую полосу, состоящую из хаотического нагромождения каменных глыб. В промежутках между коренными буграми раскиданы пониженные участки, обычно заполненные талой водой (озерки), либо покрытые льдом

и снегом. Широкое моренное пространство  $B_{IV}$  вплотную подступает к такой же поперечной полосе ( $A_1$ ) моренного всхолмления нижнего конца левой боковой морены А.

Морены  $B_{IV}$ , В и  $A_1$  разделяют относительно неглубокое понижение рельефа, по которому и можно установить линию стыка. Талые воды ледника прорываются сквозь морену под глыбами валунов, главным образом, в этом пункте. Восточный периферийный склон морены  $B_{IV}$  и  $A_1$  необычайно высок (рис. 3), достигая нескольких десятков метров (до 30—40 и даже больше); крутизна его местами доходит до 40—45°.

Моренную полосу  $B_{IV}$  и  $A_1$  можно считать за конечные морены, которые накопились в результате непрерывного сноса боковыми моренами (А, В) сверху обломочного материала Западной вершины. Пространство между вышеописанной поперечной конечной моренной полосой ( $B_{IV}$  и  $A_1$ ) и крутонаклонной частью ледника, прилегающей к Западной вершине (рис. 1, d, E, g, F, M), занято пологонаклонным ледниковым полем (N), покрытым сверху снегом. На поверхности его валунов очень мало, местами нет совершенно. Ясно видная водораздельная линия, идущая приблизительно в направлении З-В, делит это поле на две, почти равные части. Благодаря наличию этой переломной линии рельефа, большая часть талых вод по поверхности ледника стекает в сторону морены А, часть в сторону морены В. Наклон поверхности ледникового поля <10—15°. Направление наклона поля (его северной половины) меняется. Так, в части, непосредственно прилегающей к крутому склону ледника, оно в общем падает на ЮВ 100°, восточнее, в более пологой части, оно изменяется на СВ 70°, а еще восточнее, близко к С, но в самой восточной суженной части, у места стыка морен  $B_{IV}$  и  $A_1$ , рельеф уже круто падает на ЮВ 95°. Очертание рытвин потоков передает это изменение рельефа в виде дуговидных продольных полос, хорошо видных издали (рис. 1, пунктирные линии).

Ледник, занимающий перевал между Западной и Южной вершинами, почти освобожден от каменных глыб, покрыт сверху твердым зернистым снегом. Крутизна склона до 30—40°, местами даже больше. Ледник перевала соединяет ледник Западной и Южной вершин в сплошную полосу. Западная часть ледника северного склона Южной вершины также относительно мало покрыта каменными глыбами, тогда как в восточной части местами камни засыпали ледник почти сплошь. Есть несколько продольных и поперечных гряд, сложенных из крупных и мелких камней, упавших со стен Южной вершины, но таких четко образованных боковых морен, какие мы описали на леднике Западной вершины, тут не наблюдается. В нижней части ледники Западной и Южной вершины разделяются глубоким понижением рельефа.

Кроме ледника кратера Арагаца, мной были исследованы два снежника на ЮЗ склоне Южной вершины:

Первый снежник, относительно наиболее низко расположенный, площадью около  $90 \times 50$  м. Ориентирован приблизительно на ЮВ  $140^\circ$ . Поверхность рыхлая. Наблюдаются рытвины глубиной до 0,3—0,5 м, шириной до 0,5—1 м, с пологими склонами. Рытвины имеют направление по склону сверху вниз. Из-под снега выбегает по нижнему краю снежника талая вода. Под снегом зернистый лед. Уклон снежника около  $20^\circ$ .

Второй снежник расположен выше предыдущего. Ширина площади его вверх по склону около 50 м, поперечно—около 200 м, угол склона доходит до  $40^\circ$ . Поверхность снега грязная от земляных частиц, стеблей, мелких камешков. Есть продольные рытвины, аналогичные вышеописанным. Наблюдается несколько меридионального направления трещин (?), закрытых снегом. По некоторым из трещин, сверху, стекает вода, образующая корыто глубиной до 1 м, шириной до 0,4 м. В профиле трещин виден сверху снег, в глубину постепенно становящийся зернистым, обледенелым. На глубине 0,6 м появляется прозрачный лед. Направление большинства рытвин (трещин) на СЗ  $340^\circ$ .

Кроме вышеописанных двух снежников большие белые пятна снежников (льдов) наблюдались мной издали в разных местах Арагаца, например, на северных склонах Западной, Северной и Восточной вершин, в понижении рельефа к западу от Западной вершины, возле верхнего водопада верховья р. Дали и, наконец, значительно ниже кратера у главного водопада (2-го) р. Дали, где большой снежник лежит в круто спускающейся ложбине у правого берега реки.

Институт Геологических Наук  
Академии Наук Арм. ССР.

Поступило—19 VII 1946.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ходзько Н.—Общий взгляд на орографию Кавказа. Зап. Кавк. отд. имп. русск. геогр. о-ва, кн. II, 1861, стр. 238.
2. Салацкий Н.—Очерк орографии Кавказа. Зап. Кавк. отд. имп. русск. геогр. о-ва, т. VII, 1-й вып. 1866, стр. 72, 73.
3. Динник Н. Я.—Современ. и древние ледники Кавказа. Зап. Кавк. отд. имп. русск. геогр. о-ва, кн. XIV, вып. I, 1890, стр. 305.
4. Пастухов А. В.—Восхождение на Алагез. Изв. Кавказ. отд. имп. русск. геогр. о-ва, т. XI, 2-й вып. 1896, стр. 4.
5. Танфильев Р. И.—География России, Украины и примык. к ней с запада территории Европ. России и Кавказа, ч. А, вып. I, 1922, Одесса, стр. 316.
6. Лейстер А. Ф. и Чурин Г. Ф.—География Закавказья. Очерки по физ. геогр. и этнографии ЗСФСР. Закинга, 1929, стр. 68.
7. Личков Б. Л.—К характеристике геоморфологии и стратиграфии Алагеза. Ч. I. Алагез—потухший вулкан Армянского нагорья, т. I АН СССР, тр. Совета по изуч. произв. сил. Серии Закавказская, вып. 3, 1931, стр. 47.

8. Կալեսնիկ Ս. Վ.—Общая гляциология, 1930, стр. 356.
9. Гладкий И. И.—Геоморфология СССР, ч. 1, 1939, стр. 323.
10. Кузнецов С. С.—Вопросы геоморфологии Закавказья. Геология СССР. Закавказье, т. 1, т. X, 1941.
11. Рейнгард А. Л.—Геоморфологическое расчленение. Геология СССР, Закавказье, ч. 1, 1941, стр. 524.
12. Կալեսնիկ Ս. Վ.—Горные ледниковые районы СССР. Итоги работ ледников. экспед. 2 МПГ, вып. III, 1937, стр. 42.
13. Рейнгард А.—Следы древних ледников на Алагезе. Природа, № 8, 1939, стр. 66.

Ն. Օ. Քուրչակ-Աբրահամյի

## ԱՐԱԳԱՄ ԼԵՌԱՆ ՍԱՌՑԱԴԱՇՏԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ի Մ

Հողվածուժ տրվում է լեռան ժամանակակից սառցադաշտի ու ֆիոնի մորֆոլոգիական նկարագրերը, ինչպես և մորենների նկարագրերը, նրանց բնույթը, չափն ու ձևը, գլոբվածքային կուտակումները և դրանք կազմող ապարներն ու իրեն՝ սառցադաշտի կառուցվածքը: Սառցադաշտն Արագածի խառնարանում գրավում է լեռան Արևմտյան գագաթի ողջ արևելյան լանջը, Արևելյան և Արևմտյան գագաթների միջև ընկած լեռնանցքի արևմտյան լանջը և Հարավային գագաթի հյուսիսային լանջը, կաղմելով մի անընդհատ կիսաշրջան: Ապարանի վտակ Դալի գետն սկիզբ է առնում այդ սառցադաշտից և իր ճանապարհին առաջացնում է չորս վիթխարի ջրվեժներ:

Г. И. Тер-Степанян

### Об измерении оползневых трещин

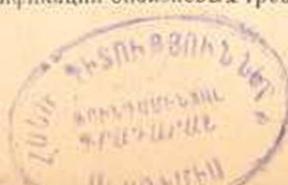
Автор имел возможность обратить внимание исследователей на важность анализа поверхностных трещин при изучении оползней.\*

При инструментальной съемке трещин их протяжение и очертание картируется сравнительно просто; определение типа трещин применительно к предложенной классификации также не представляет затруднений. Но для анализа оползневой картины помимо качественных характеристик существенными являются и количественные данные и в первую очередь размеры главных трещин. В самом деле, две трещины одного и того же типа и равной длины могут иметь различное значение, в зависимости от их остальных размеров в поперечном сечении.

Для характеристики этих размеров трещины необходимо знание по крайней мере трех величин — ее раскрытия или ширины  $B$ , разности уровней плеч или амплитуды  $A$  и глубины трещины  $H$ . В свежих трещинах с неповрежденными плечами измерение ширины и амплитуды не представляет затруднений; также несложно определение глубины опусканием стальной рулетки, прута или аналогичного приспособления в трещину. Правда, что в этом случае измеряется не полная глубина трещины, а лишь та часть ее, где трещина еще имеет некоторую ширину, порядка нескольких миллиметров. Эта достижимая глубина трещины отличается от полной, т. е. от той глубины, где трещина, постепенно утоняясь, перестает быть заметной, в отличие от полной глубины, она может быть обозначена как эффективная.

Измерение и картирование эффективной глубины открытых поверхностных трещин, несомненно, может представить практический интерес. Однако, часто на оползнях встречаются засыпанные или частично засыпанные трещины, с обрушившимися плечами; это особенно часто случается с крупными трещинами сброса, анализ которых представляет наибольший интерес. Обычно для таких трещин даются сведения только об их ширине, причем нередко в геологи-

\* Г. И. Тер-Степанян — О классификации оползневых трещин. Изв. АН Арм. ССР (Естеств. науки) № 10, 65, 1946.



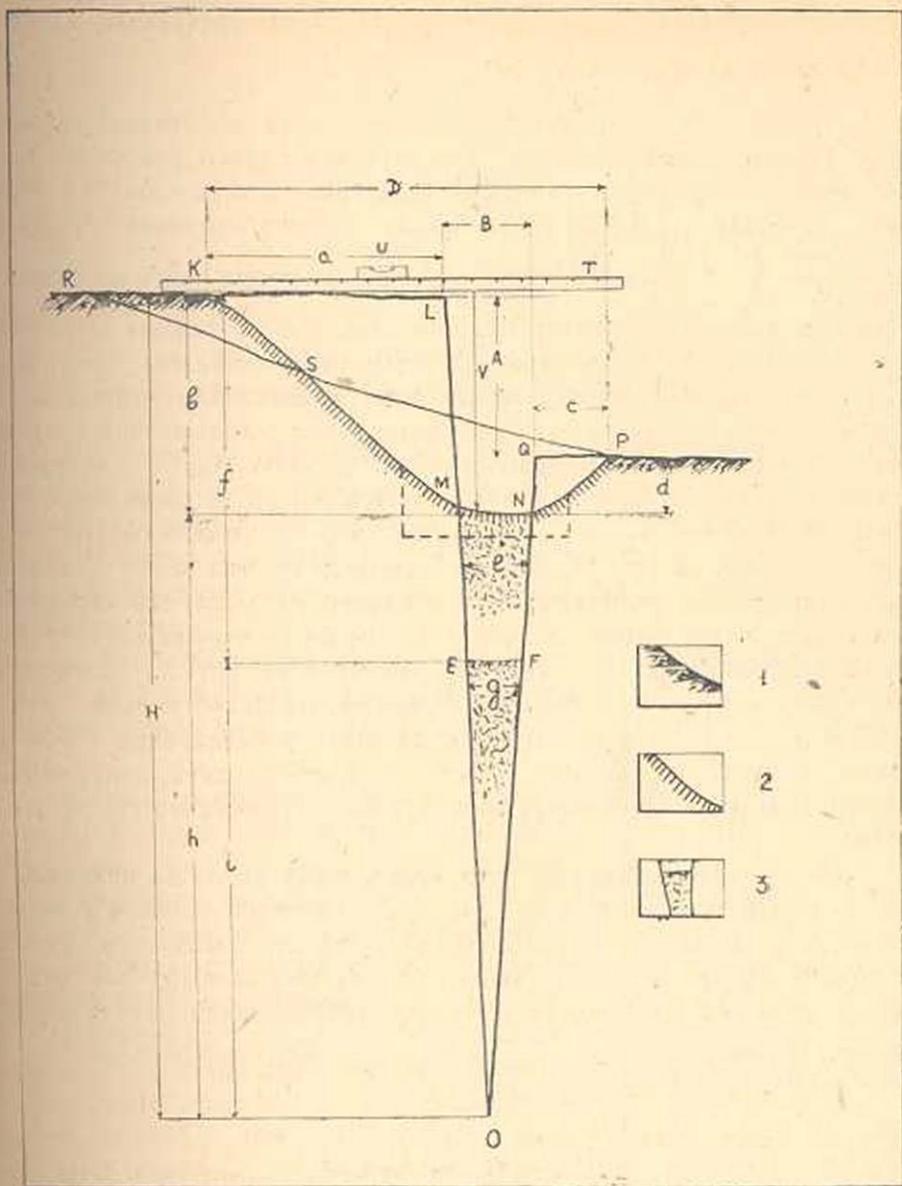
ческих отчетах можно встретить указания об одной или нескольких трещинах, ширина которых достигает метра или более. При этом под таким термином подразумевают среднюю ширину полосы обнаженного грунта, лишенного дернового покрова, часто наклоненного по отношению к поверхности земли и иногда образующего впадину, идущую вдоль такой трещины. Из рисунка видно, что в этих случаях шириной трещины называют величину  $D$ ; очевидно, однако, что действительная ширина трещины  $B$  значительно меньше. Подобная путаница может служить источником ошибочных суждений. Еще более неправильны в этих случаях соображения о возможной глубине трещины, если они вообще делаются. Между тем, имеется возможность достаточно точно получить все три упомянутых выше величины и для засыпанных или частично засыпанных трещин, не производя дорого стоящих и обычно неосуществимых шурфовых работ на всю глубину трещины; вся работа заключается только в производстве несложной расчистки глубиной в несколько сантиметров, как показано пунктиром на рисунке. Для производства необходимых замеров служит горизонтальная рейка с делениями  $T$  и уровнем  $U$  и отвес  $V$ . Из рисунка видно, что:

*Амплитуда* плеч трещины  $A \approx b - d$ . Если дно трещины не имеет впадины, т. е. трещина полностью засыпана и образует простой уступ рельефа, т. е.  $d = 0$ , то в этом случае амплитуда  $A' = b$ .

*Ширина* трещины может быть ясно обнаружена по структуре грунта на дне расчистки или по цвету; всегда легко отличить плотный ненарушенный грунт стенок трещины от рыхлого грунта с нарушенной структурой, находящегося в полости трещины. Пренебрегая утонением трещины в пределах ее видимой части, можно считать, что ширина  $B = e$ .

*Глубина* засыпанной трещины определится из следующих соображений. Примем, что сужающаяся книзу трещина в сечении имеет треугольное очертание; эта трещина засыпана продуктами обрушения плеч трещины, т. е. что площадь треугольника  $MNO$  должна равняться сумме площадей треугольников  $KLM$  и  $NQP$ . Из геометрических соображений  $H = b + h = b + \frac{ab + cd}{e}$ . В случае, если трещина полностью заполнена землей до уровня низового плеча, т. е. при  $d = 0$  ширина трещины  $H' = b + \frac{ab}{e}$ . Заметим, что в этом случае отрывка расчистки для обнаружения действительной ширины трещины  $B = e$  должна идти несколько глубже, чем в первом случае, так в начальной стадии засыпания трещины может обваливаться материал и с низового плеча и, поэтому, измеренное раскрытие трещины у самой поверхности будет больше, чем истинное.

Наконец, в случае, если не вся трещина засыпана землей (а лишь до линии  $EF$ ), то в натуре должна быть измерена глубина



Поперечное сечение засыпанной трещины.

1. Невозрежденная дневная поверхность, покрытая дерном; 2. обнаженная поверхность склонов обрушенных плеч трещины; 3. полость трещины, заполненная продуктами обрушения; KLMO и PQNO—очертание плеч трещины до обрушения; KMNP—очертание трещины после обрушения плеч.  
 Чертеж сжат в вертикальном направлении.

засыпки трещины  $f$ . Эффективная глубина трещины  $H^* = f + i = f + \frac{ab+cd}{e}$ . Если эта глубина засыпки  $f$  значительна по сравнению с  $d$ , то следует оценить сужение трещины на этой глубине и в расчет

внести соответствующую величину  $g$ ; тогда эффективная глубина определяется из выражения  $H'' = f + \frac{ab+cd}{g}$ .

Предлагаемые формулы для определения эффективной глубины дают приемлемые результаты. Так, в одном случае измерение дало для верхового плеча  $a=b=0,5$  м и для низового  $c=d=0,3$  м; ширина трещины  $e=0,1$  м; эффективная глубина составит  $H=0,5 + \frac{0,25+0,09}{0,1} = 3,9$  м. Заметим, что при обычных методах оценки размеров такой трещины принималось бы, что ее ширина  $D=b+e+c=0,5+0,1+0,3=0,9$  м вместо действительной ширины  $B=0,1$  м.

Предлагаемый метод определения эффективной глубины засыпанных трещин основан на следующих двух упрощающих допущениях: 1) что продукты обрушения плеч трещины идут на ее заполнение и, таким образом, не учитываются потери на смыв или выдувание. Вследствие этого допускается, что на заполнение трещины пошло больше материала, чем на самом деле, что ведет к *завышению* вычисляемой величины; 2) что плотность залегания насыпного грунта в трещине равна плотности залегания ненарушенного грунта и таким образом не учитывается разрыхление грунта. Вследствие этого допускается, что объем заполнения трещины меньше, чем в действительности, что ведет к *занижению* определяемой глубины. Таким образом погрешности, вносимые при этих двух допущениях, отчасти взаимно компенсируются и общая ошибка может оказаться малой.

В заключение заметим, что изложенный метод не применим к очень старым трещинам, где процессы денудации привели к значительному сглаживанию неровностей рельефа, как показано на рисунке тонкой линией RSP. Он также неприменим для грунтов, содержащих крупнообломочный материал, способный закупорить трещины.

Институт Геологических Наук  
Академии Наук Арм. ССР

Поступило 19 III 1948 г.

#### Գ. Հ. Ցեր-Ստեփանյան

### ՍՈՂԱՆՔԱՅԻՆ ՃԵՂՔԵՐԻ ԶՎՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

#### Ա. Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Սողանքների բարակազրման ժամանակ սովորաբար նշվում են ճեղքի բնույթը, նրա տարածումը և երկարությունը: Հետաքրքիր են նաև մնացած չափերը՝ ճեղքի լայնությունը, ամպլիտուդը և խորությունը:

Այդ տվյալների սրտումը փյաժ պատեր ունենցող ճեղքերի համար դժվար է: Հեղինակը նկարագրում է հասարակ չափումների և ոչ բարդ հաշվումների օգնությամբ այդ տվյալները սրտող մի եղանակ:

ГЕОЛОГИЯ

Л. М. Радопуло и А. А. Габриелян

**О возрасте интрузии у с. Ташлу  
 Ведийского района Арм. ССР**

В среднем течении р. Веди, в 3 км северо-восточнее районного центра Веди и 0,5 км севернее с. Ташлу, между двумя ущелиями речек Кетуз и Шор-Ахбюр, на площади ок. 1,75 кв. км выходит небольшая интрузия основных пород, представленная роговообманковыми габбро-порфиритами, роговообманковыми кварцевыми диоритами и диоритами.

К. Н. Паффенгольцем [2] указывается на наличие в этой интрузии авгитовых габбро-диоритов и диоритов, а В. Ф. Захаровым [1]—присутствие только габбро-диабазы, которые нами встречены не были.

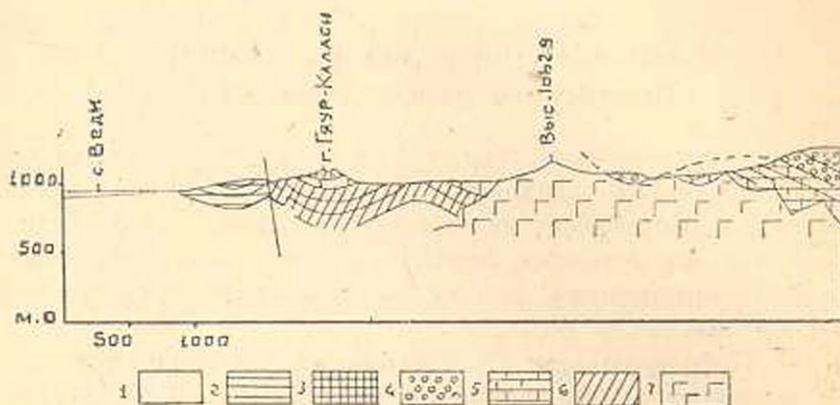
Впервые указанная интрузия была исследована В. П. Симоновым [3], который относит ее к нижнемеловому возрасту на основании того, что в гальках сеноманских конгломератов им были встречены обломки габбро-диабазов. В дальнейшем Захаров, описывая эту же интрузию, склонен отнести ее к наиболее вероятному для Кавказа юрскому возрасту—по времени киммерийской или андийской фазы складчатости.

Паффенгольд интрузию считает верхнеэоценовой, обосновывая это тем, что интрузивные породы отчетливо прорывают эоценовые отложения и перекрываются вулканогенной толщей нижнего (?) олигоцена. В 1947 г., при изучении третичных отложений данного района, нами получены некоторые новые данные, которые позволяют уточнить возраст и стратиграфическое положение указанной интрузии. Приводим краткую характеристику геологического строения района интрузии.

Интрузия приурочена к СВ крылу антиклинальной складки, развитой к северу от районного центра Веди и протягивается в северо-западном направлении. В ядре этой антиклинали обнажаются зеленовато-серые грубозернистые песчаники и конгломераты турона, на которых согласно залегают желтовато-белые, розоватые и светло-красные плотные, плитчатые мергели и известняки сенона. На СВ крыле антиклиналы указанные отложения сенона падают на СВ 50—60° под углом 20—30°, а на участке, где они прорываются интру-

зией, пласты этих отложений осложнены мелкой второстепенной складчатостью и местами поставлены на голову.

На том же крыле антиклинали, на сенонских мергелях и известняках залегает перемежающаяся свита темно-серых, светло-серых и зеленовато-серых конгломератов, песчаников и глин, мощностью до 1 км нижнего эоцена, переходящая выше в фаунистически хорошо охарактеризованные нуммулитовые известняки среднего эоцена.



Разрез через интрузию у с. Ташлу

1. Аллювий.
2. Олигоцен: песчаники.
3. Средний эоцен: нуммулитовые известняки и глины.
4. Нижний эоцен: конгломераты, песчаники и глины.
5. Сенон: известняки и мергели.
6. Турон: песчаники и конгломераты.
7. Роговообманковые габбро-порфиры, роговообманковые кварцевые диориты и диориты.

В составе галек конгломератов основания разреза нижнего эоцена в большом количестве встречаются обломки нижележащих известняков и мергелей сенона, а также прорывающих их интрузивных пород.

Важно отметить, что на небольшой вершинке, ок. 0,5 км к северу от высоты 1062,9 сохранился останец вышеуказанных конгломератов нижнего эоцена, залегающий непосредственно на самой интрузии. К югу от описанной антиклинали, на вершине Гяур-Каласи, имеется хорошо выраженная центриклиналь, сложенная среднеэоценовыми нуммулитовыми известняками и глинами, залегающими трансгрессивно на отложениях сенона и турона. По южному крылу центриклинали проходит крутой взброс, вследствие чего ниже-олигоценские желтовато-бурые песчаники составляют контакт с конгломератами турона.

На основании приведенных данных можно заключить, что основная интрузия у с. Ташлу явно прорывает сенонские известняки и мергели и отчетливо перекрывается ниже-эоценовыми

конгломератами (с гальками описанных интрузивных пород); это обстоятельство довольно точно датирует возраст интрузии как верхнемеловый.

Институт Геологических Наук  
Академии Наук Арм. ССР

Поступило 2 II 1948.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров В. Ф.—Гидрогеология Эриванской низменности. Мат. к общ. схем. исп. водн. рес. Кура-Араксинского бассейна, вып. 8. 1931.
2. Парфенко-Гольц К. Н.—Интрузивные породы бассейнов озера Севан и р. Вели-чай Даралатага и Нахкрая. Интрузивы Закавказья. Тр. Груз. Гос. Геол. Упр., вып. II, 1911.
3. Симова В. Г.—Гидрогеология и геология южных Киров. Рукопись. Армводхоз. 1930.

Լ. Մ. Ռադոսլովո, Ա. Հ. Գարեհիլյան

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ-ՎԵԴԻԻ ՇՐՋԱՆԻ ԹԱՇԼՈՒԻ ԳՅՈՒՂԻ  
ՄՈՏ ԳՏԵՎՈՂ ԻՆՏՐՈՒԶԻԱՅԻ ՀԱՍԱԿԻ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Թաշլու գյուղի մոտ, Քեհուզ և Շոտադրյուր փոքրիկ ձորակների միջև դանվող անգամառում մերկանում է հիմքային ապստների ոչ մեծ մի ինտրուզիա, կազմված հորնրլինդային զաբրրո-պորֆիրիտներից, հորնրլինդային քվարցային դիորիտներից և դիորիտներից:

Այդ շրջանում հեղինակների կատարած ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ նշված ինտրուզիան պատում է սենյնի կրաքարերն ու մերգելները և որոշակի կերպով ծածկվում սառըին էոցենյան կոնկլոմերատներով:

Այդ փաստը բավական հիշատակեցող կերպով ցույց է տվյալ ինտրուզիայի վերին կավձային հասակը:

Н. А. Фокин

### Агаракское молибденово-медное месторождение

Агаракское молибденово-медное месторождение находится в юго-восточной части Армянской ССР. Месторождение известно с сороковых годов прошлого столетия и частично эксплуатировалось, о чём свидетельствуют небольшое количество старых выработок и отвалы шлаков, но начало геологическому изучению его было положено лишь в 1925 году. Некоторым препятствием к широкому развороту разведочных работ служила довольно значительная отдаленность его от железной дороги. С окончанием в 1941 г. строительства линии Баку-Джульфа интерес к месторождению значительно возрос.

Во всесоюзном масштабе Агаракское месторождение стоит в ряду крупнейших месторождений медно-порфировых руд, а по запасам молибдена занимает второе место, уступая лишь Каджаранскому. В отношении расстояния от железной дороги, доступности и удобства освоения Агарак имеет ряд преимуществ по сравнению с Каджараном.

#### Породы, их распространение и взаимоотношения.

Агаракское месторождение приурочено к полосе сиенито-гранитов, шириною около 2 км, простирающейся в близком к меридиональному направлении, на протяжении около 15 км. Полоса сиенито-гранитов залегает между двумя крупными, разновозрастными интрузивными массивами—кварцевыми монцонитами на востоке и порфировидными гранодиоритами на западе, входящими в состав громадного Мегри-Охчинского интрузива. Резкого контакта между сиенито-гранитами и кварцевыми монцонитами не установлено, тогда как гранодиориты имеют с первыми явно активный контакт.

Сиенито-граниты подверглись интенсивным дизъюнктивным деформациям, имевшим место до внедрения интрузии гранодиоритов, в результате воздействия которых были образованы разломы, близкого к меридиональному простирания, послужившие местами внедрения асхистовых отщеплений гранодиоритовой интрузии, оформившихся в виде вытянутого штока гранодиорит-порфира и более мелких даек того же состава. Продолжавшиеся тектонические движения нарушили шток гранодиорит-порфира, застывший до оконча-

ния кристаллизации интрузива, и окружающие его участки сиенито-гранита и образовали в них ряд зон раздробления и брекчирования, имеющих северо-восточное простирание и северо-западное падение, сопровождаемых более мелкими тектоническими трещинами.

Характерной особенностью как собственно участка месторождения, так и района, прилегающего к нему, является исключительная насыщенность сиенито-гранитов, кварцевых монцонитов и в меньшей степени — гранодиорит-порфиров меланократовыми ксенолитами, являющимися, по видимому, остатками кровли или кусками ранее оставших основных продуктов дифференциации магмы.

Интрузивные породы, обнажающиеся в пределах участка месторождения, на значительных площадях покрыты осадочными отложениями — красной брекчией, древним аллювием и современными аллювиально-делювиальными образованиями. Незначительным распространением пользуются песчанисто-углистые отложения и черные брекчии. Древнейшими из перечисленных являются песчанисто-углистые отложения, относимые к плиоцену, занимающие небольшую площадь на поверхности и пересеченные горными выработками на глубине около 40 м от поверхности в виде небольших прослоек, заключенных в зоне разлома. Красные брекчии, условно относимые к верхне-третичному возрасту, охватывают весьма значительную площадь и представляют собою элювиальные отложения, образованные в основном за счет сиенито-гранитов. Черная брекчия, состоящая из обломков сиенито-гранитов, сцементированных черной песчанистой массой, пронитанной медной зеленью, теноритом и отчасти ковеллином, служила в прошлом столетии объектом эксплуатации.

Из результатов произведенных исследований с совершенной очевидностью вытекает весьма характерная особенность, а именно — очень большое петрографическое сходство интрузивных пород как непосредственно участвовавших в формировании месторождения, так и связанных с ними. Общность минералогического состава всех четырех пород свидетельствует о едином магматическом очаге и последовательном внедрении дифференциатов одной и той же магмы.

В результате детального геологического картирования и петрографического изучения пород представляется возможным составить следующую схему последовательности формирования участка месторождения и непосредственно прилегающего к нему района.

В послеолигоценное время породы основного состава, возраст коих пока остается неясным, были интродуцированы кварцевыми монцонитами, причем, следует полагать, что процесс интрузии состоял из нескольких фаз. Исходя из общеизвестной теории последовательности внедрения продуктов интрузивной деятельности, можно полагать, что сиенито-граниты, будучи более кислыми дериватами, внедрились после монцонитов. Останцы древних пород основного состава представлены меланократовыми ксенолитами. Следующий этап магматической деятельности проявляется в виде внедрения интрузии порфировидных

гранодиоритов, сопровождавшийся образованием гипабиссальных тел. При приближении к поверхности передовые порции магмы проникали по разломам и крупным трещинам и образовывали своего рода купола. Вполне естественно, что эти купола застывали и кристаллизовались быстрее, чем главный массив, чем и объясняется порфиридная структура гранодиорит-порфиров. Автор склонен рассматривать тело гранодиорит-порфира не как дайку, а как один из куполообразных спутников гранодиоритового интрузива.

Присутствие биотита и роговой обманки в породах, слагающих участок месторождения, является одним из свидетельств того, что как сиенито-гранит, так и гранодиорит были интродуцированы в низы верхней зоны. Гранофиоровые сростания кварца и калиевого полевого шпата, отсутствие мусковита и развитие альбитизации подтверждают это предположение.

### Структурная характеристика

Рудное поле Агаракского месторождения заключено между двумя, почти параллельными, тектоническими нарушениями, имеющими противоположные азимуты падения. Первое—так называемый Спетринский разлом—прослеживающееся в сиенито-гранитах на протяжении более 700 м, падает на запад. Констатируется выполаживание его к северу. Второе нарушение представлено крупнейшей зоной разлома, простирающейся по азимуту СВ 20—40° в пределах массива гранодиоритов, имеет восточное падение, под углом 60—70°. Почти параллельно этой зоне проходит разлом, приуроченный к контакту сиенито-гранитов с гранодиоритами, имеющий восточное падение. Контакт между гранодиорит-порфирами и сиенито-гранитами проходит параллельно Спетринскому разлому и имеет также, как и последний, западное падение.

Сопоставление элементов залегания этих, наиболее крупных элементов тектоники, и наличие несомненного поднятия западного крыла Спетринского разлома позволяет сделать вывод о горстообразном поднятии всего блока, расположенного между Спетринским разломом и разломом у контакта сиенито-гранитов с гранодиоритами, а может быть и западным разломом в гранодиоритах. Кроме описанных выше меридиональных разломов имеется ряд крупных нарушений северо-восточного простирания, представляющих собою зоны раздробления брекчированная и иногда смятия сбросо-сдвигового характера, в которых констатируется повышенное содержание рудных минералов. Помимо разломов и зон смятия имеется очень большое количество более мелких тектонических трещин, выполненных глинами притирания с преобладающим северо-восточным простиранием и северо-западным падением.

Общая структурная схема свидетельствует о тангенциальных напряжениях, действовавших в близком к широтному направлению.

Доказательством этого может служить меридиональное простирание основных элементов тектоники, т. е. четырех крупнейших разломов и меридиональная ориентировка гипабиссальных образований.

### Оруденение и его локализация

Рудовмещающими породами Агаракского месторождения являются сиенито-граниты и гранодиорит-порфиры, причем, среднее содержание полезных компонентов не изменяется при переходе из сиенито-гранитов в гранодиорит-порфиры. Наиболее благоприятными для рудоотложения участками явились зоны интенсивного раздробления и брекчированья, которые не только были более доступны для проникновения гидротерм, но и облегчили процессы осаждения рудных минералов вне зависимости от того, какую породу пересекают эти зоны.

Оруденение распространено по всей, вытянутой, в меридиональном направлении полосе, ограничиваемой с востока Спетринским разломом, а с запада—западным контактом сиенито-гранитов с гранодиоритами, но концентрация рудных минералов варьирует в довольно широких пределах. В результате систематизации и изучения результатов химических анализов нескольких тысяч проб установлено, что наибольшая концентрация рудных минералов проявляется вдоль восточного контакта гранодиорит-порфира с сиенито-гранитами, распространяясь как в пределах восточной части штока, так и в сиенито-гранитах, прилегающих к лежащему боку штока. По мере удаления от контакта к западу оруденение идет на убыль.\* Совершенно несомненным является также ограничение Спетринским разломом распространения оруденения к востоку.

В процессе выявления условий локализации оруденения мы имеем право сделать вывод о приуроченности промышленного, наиболее богатого медного оруденения к краевой, восточной части штока гранодиорит-порфира, т. е. „малой интрузии“ и непосредственно прилегающей к нему полосе сиенито-гранита, т. е. ее „оболочке“ и ожидать дальнейшего повышения содержания молибдена ниже изученных участков. Процессы осаждения и замещения имели наибольшее развитие в зонах брекчированных, раздробленных и перемятых пород.

### Минералогический состав руд

Первичными рудными минералами Агаракского месторождения являются пирит, халькопирит и молибденит. На отдельных участках отмечено присутствие незначительных количеств магнетита и гематита. В единичных случаях, под микроскопом, наблюдались—борнит, блеклые руды, сфалерит и пирротин. Химические анализы показали незначительное содержание олова. Количество вторичных сульфидов

\* Отмечается повышение содержания молибдена с глубиной при некотором понижении содержания меди.

в рудах относительно невелико. Но тем не менее они присутствуют в большей части просмотренных шлифов, изготовленных из образцов, отобранных на верхних горизонтах месторождения. Они представлены халькозином и ковеллином.

Из числа окисленных минералов наиболее широким распространением пользуется малахит. Азурит значительно уступает малахиту и проявляется в виде лучистых стяжений, обычно совместно с последним. Лимонит встречается в виде землистых масс и псевдоморфов по пириту и, возможно, халькопириту. Молибдит очень редок. В виде землистой массы бледножелтого цвета, выполняющей прожилки, он спорадически встречается на поверхности. В исключительных случаях наблюдался ковеллит. Жильные минералы представлены кварцем, кальцитом и гипсом. Минералы гидротермально измененных пород характеризуются серицитом, хлоритом и мелколистоватым биотитом. Благородные металлы—золото и серебро—содержатся в очень незначительном количестве.

Схема последовательности выделения минералов представляется в следующем виде:

В течение первой, более высокотемпературной стадии раствора, отлагавшие последовательно пирит, кварц, молибденит и халькопирит, при незначительных количествах магнетита, импрегнировали вмещающие породы вне зависимости от их химического состава, т. е. в равной степени сиенито-гранит и гранодиорит-порфир.

Во вторую, более низкотемпературную стадию, поднялась новая порция гидротерм, отложившая кварц в виде тонких прожилков. Принесенные ею металлы отложились в этих прожилках, а также по плоскостям трещин отдельности в виде пирита, халькопирита и молибденита, причем, как это не парадоксально, но следует признать, что в эту стадию молибденит отлагался последним. Аналогичное явление наблюдал Д. Е. Уайт в Ньюфаундленде.

Супергенная фаза характеризуется развитием халькозина, борнита и ковеллина по краям, реже по трещинам халькопирита и пирита, замещением пирита лимонитом, медных сульфидов малахитом и азуритом и окислением молибденита в молибдит.

На поверхности рудоносного участка почти повсеместно отмечаются проявления выщелачивания и окисления. Те же явления наблюдаются и в устьях подземных выработок, но на глубину воздействие этих процессов не распространяется. Крутые склоны ущелья способствуют исключительно быстрому протеканию процессов эрозии, и следует полагать, что в агаракских условиях эти процессы опережают и процессы окисления и процессы выщелачивания. Хотя замещение первичных сульфидов вторичными наблюдается на всех горизонтах и несколько более интенсивно проявляется на верхних горизонтах южной части месторождения, тем не менее полноценная зона вторичного обогащения не может быть выделена, т. к. первичные сульфиды являются преобладающими даже на поверхности.

### Генезис месторождения

Шток гранодиорит-порфира, затвердевший значительно раньше главного интрузивного тела, был подвергнут воздействию продолжавшихся тектонических движений и эти нарушения, в основном, повидимому, наложенные на разломы и трещины, оформленные до внедрения интрузива, послужили путями для проникновения последующих эманаций магматического очага и местами отложения полезных компонентов. Благоприятным обстоятельством явилось то, что большая часть этих рудоподводящих каналов обращена в сторону интрузива. Это значительно облегчило проникновение гидротерм и препятствовало рассеянию металлических составляющих на большую площадь.

Основным рудоподводящим каналом мыслится нарушение, приуроченное к контакту лежащего бока гранодиорит-порфира с сиенито-гранитом, откуда гидротермы распространялись к востоку и западу. Препятствием к дальнейшему распространению на восток послужил Спетринский разлом, характеризующийся наличием мощной прослойки глинистых образований. Препятствий к продвижению на запад не было и потому в этом направлении имеет место рассеяние и постепенное затухание оруденения. Поскольку брекчирование способствует замещению, вполне понятно, что наиболее обогащенными оказались крупные зоны разломов, секущие участок месторождения по диагонали.

Главный высокотемпературный период минерализации дал вкрапленное оруденение, в котором рудные минералы представлены пиритом, магнетитом, молибденитом и халькопиритом, и должен рассматриваться как гипотермальный.

Последующий период, имевший место несколько позднее, после образования новых трещин, являющихся результатом натяжения при завершении остывания гипабиссальных образований, проявляется проникновением новых порций кремнекислоты и металлических компонентов, заполнивших часть трещин и оформившихся в виде прожилков. В этот же период, а может быть и позднее, гидротермы, поднимавшиеся под меньшим давлением и при меньшей температуре и обладавшие поэтому пониженной способностью проникать во вмещающие породы, отлагали рудные минералы по плоскостям трещин отдельности. В эту фазу, которая должна быть отнесена к мезотермальной, отлагались быстро выпадавшие из раствора и, потому мелкокристаллические—пирит, халькопирит и молибденит, причем последний, видимо, позднее остальных. Наличие безрудных кварцевых прожилков, выполняющих трещинки, смещающие кварцево-сульфидные прожилки, говорит о последней гидротермальной фазе, принесшей лишь незначительные количества кварца.

Воздействие гидротермальных процессов проявляется также в

исключительно интенсивной силицификации и серицитизации рудомещающих пород.

В заключение следует отметить, что запасами, выявленными и подсчитанными к изстоящему времени, потенциальные возможности месторождения далеко не исчерпываются и перспективы расширения полезных площадей более чем благоприятны.

Армянское Геологическое Управление

Поступило 18 XI 1947

Կ. Ա. Ճոկիր

## ԱԳԱՐԱԿԻ ՄՈԼԻԲԴԵՆ-ՊՂՆՁԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ի Մ

Ագարակը գտնվում է Մովեսական Միութեան խոշորագույն մոլիբդեն-պղնձային հանքավայրերի շարքը, իսկ մոլիբդենի պաշարներով նա գրավում է երկրորդ տեղը, զիջելով միայն Բաջարանին, որի համեմատությամբ Ագարակի հանքավայրն ունի մի շարք առավելություններ յուրացման հարմարությունների, մասշտաբային և երկաթգծին մոտ գտնվելու տեսակետից:

Ագարակի հանքավայրն ընկած է 2 կմ լայնությամբ և մոտ 15 կմ երկարությամբ միջօրեականին մոտ ուղղությամբ ձգվող սիննիտ-գրանդիտ-բրտային դոսու հետո Վերջինս ընկած է երկու տարրեր հասակի ինտրուզիվ գանգվածների՝ արևելելքում — քվարցային մոնցոնիտների, արևմուտքում — պորֆիրային գրանոգիորիտների միջև: Գրանոգիորիտային ինտրուզիայի ներդրումից առաջ սիննիտ-գրանիտները ենթարկվել են ինտենսիվ զիդրոնեկտիվ զեֆիրոմացիայի, որի հետևանքով առաջացել են միջօրեական տարածում ունեցող մի շարք խախտումներ: Որոշ տեղերում այդ խախտումները նպաստել են գրանոգիորիտային ինտրուզիայի ասիմետրային անջատումների ներդրմանը, որոնք հանդես են գալիս գրանոգիորիտ-պորֆիրի երկարացված շտոկների և փոքր դոյակների ձևով:

Ագարակի հանքադաշտն ամփոփված է երկու, համարյա իրար դուգանա, հակադիր անկում ունեցող տեկտոնական խախտումների միջև: Այս խախտումներին գրեթե զուգահեռ անցնում է նաև մեկ այլ խոշոր խախտում, կապված սիննիտ-գրանիտների և գրանոգիորիտների կոնտակտի հետ:

Բացի վերոհիշյալ միջօրեական խախտումներից կան նաև հյուսիս-արևելյան տարածում ունեցող մի շարք այլ խոշոր խախտումներ, որոնք իրենցից ներկայացնում են բեկորատման, ճեղքան դոսաներ, որոնց մեջ հաստատված է հանքային միներալների պարունակելու մեծ Բացի խախտումներից և ճեղքան դոսաներից կան նաև բազմաթիվ ավելի փոքր տեկտոնական ձեղքեր, որոնք մեծ մասամբ բնորոշվում են հյուսիս-արևելյան տարածմամբ և հյուսիս-արևմտյան անկումներով և լցված են շիման կավերով:

Ագարակի հանքավայրի հանքերը պարունակում են սիննիտ-գրանիտ-

ները և գրանիտ-պորֆիրը, ըստ որում օգտակար կոմպոնենտների միջին պարունակութիւնը սիենիտ-գրանիտներից գրանոդիորիտ-պորֆիրներին անցնելու դեպքում չի փոփոխվում:

Հանքայնացման տեղայնացման համար ամենանպաստավոր տեղամասերի դերում հանդես են գալիս ինտենսիվ բեկորատման և ճվման դոնաները: Հանքային միներալների ավելի մեծ կուտակում նկատվում է գրանոդիորիտ-պորֆիրի և սիենիտ-գրանոդիորիտների կոնտակտի շուրջը:

Ազարակի հանքավայրի սկզբնական հանքային միներալներն են, պիրիտը, խալկոպիրիտը և մոլիբդենիտը: Առանձին տեղամասերում նշվում է մագնետիտի և հեմատիտի փոքր քանակութեան ներկայութիւնը: Երկրորդային սուլֆիդները քանակը հանքանյութով համեմատաբար շատ չէ և ներկայացված է խալկոզինով և կոլեկլինով:

Ի վերջո հարկավոր է նշել, որ մինչև օրս հայտնաբերված ու հաշված պաշարներով ամենևին չեն սպասվում հանքավայրի պոտենցիալ հնարավորութիւնները և ավելի քան բարեհաջող են օգտակար տարածութիւնները հեռանկարները:

Б. С. Вартпетян

## К вопросу о контролирующей структуре Кафанского месторождения

Вопросу о структуре Кафанского рудного поля посвящен целый ряд работ. Однако, все они, приводя подробное описание отдельных структурно-тектонических элементов в части их морфологической характеристики, элементов залегания и пр., не дают нужных выводов о роли структурных элементов в процессе оруденения. При таком положении вещей нельзя создать твердой базы для обоснованного направления геологической разведки месторождения.

Правда, следует признать, что переход от фиксации фактов к конкретным научным и практическим выводам является самым трудным и ответственным моментом в работе всякого исследователя, но наряду с этим нельзя не считаться с суровыми законами производства, требующими каждый раз выводов даже из небольших фактов. Исходя из такой постановки вопроса, ниже приводится взгляд на контролируемую тектоническую структуру Кафанского рудного поля, который создан у автора в процессе его работы по детальной и перспективной разведке месторождения. Для выводов использован весь фактический материал по долголетнему изучению и эксплуатации месторождения.

Крупная Зангезурская (Конгур-Алангезская) гранитоидная интрузия и приуроченные к ней толщи интродуцированных пород образуют одну весьма выраженную металлогеническую провинцию, в которой, в числе др. месторождений, находится Кафанское медное и полиметаллическое месторождение, расположенное в южной Армении.

Оруденение Кафанского месторождения приурочено к вулканогенным породам нижней юры, представленной толщей кварцевых и плагиоклазовых порфиритов, их туфов и туфобрекчий. Рудоносная толща кварцевых и плагиоклазовых порфиритов книзу постепенно переходит в новую мощную толщу эпидотизированных порфиритов нижней юры и трансгрессивно перекрывается толщей туфо-порфиритовых пород с подчиненными пачками туфопесчаников и известняков среднеюрского возраста.

Весь комплекс юрских пород порван интрузиями (гранодиори-

ты, диориты, габбродиориты, кварцевые порфиры, диабазы и диабазовые порфириты), являющимися дериватами гранитной магмы и на месторождении морфологически представленными в виде небольших штоков и даек.

В тектоническом отношении Кафанское месторождение характеризуется наличием одной куполовидной асимметричной, так называемой, Кафанской антиклинальной складки, сильно осложненной на крыльях второстепенной складчатостью и крупными дизъюнктивными нарушениями. Такая структура благоприятствовала последующему внедрению интрузии и локализации, связанного с ней оруденения в пределах дизъюнктивных нарушений.

Проведенными работами установлена совершенно отчетливая генетическая связь месторождения с кислыми интрузиями.

По своему пространственному положению в отношении гранитоидной интрузии, наличие которой предполагается на глубине месторождения и подтверждается фактом нахождения в соседнем Мегринском районе группой гранитоидной интрузии, оруденение Кафана относится к криптоботолитовому типу, а по ассоциации минералов — к группе мезотермальных месторождений.

Кафан является классическим примером жильного типа оруденения и одновременно с этим чрезвычайно типичным месторождением прожилково-вкрапленного оруденения штокверкового характера. Нахождение на месторождении одновременно двух различных типов оруденения обусловлено сложной тектонической структурой Кафанского рудного поля.

Согласно классификации К. Н. Паффенгольца, по своему тектоническому положению район Кафанского месторождения находится в стыке складчатой зоны Армении и Нахичеванской тектонической зоны. Он отличается наличием ряда складок общекавказского направления, осложненных крупными дизъюнктивными нарушениями, вытянутыми преимущественно параллельно складчатости.

Структура Кафанского рудного поля, как вытекает из геологического строения южного Зангезура, в таком виде, в каком она существовала к моменту рудообразования, была окончательно сформирована в пиренейскую орогеническую фазу. Судя по асимметричному строению Кафанской антиклинали, при общем движении масс, по данным К. Н. Паффенгольца, для данного района в направлении с юго-запада на северо-восток, здесь движение происходило в обратном направлении — с северо-востока на юго-запад.

От тех же тангенциальных усилий, которые создали складку в момент их максимального напряжения, шло (одновременно или несколько позже складки) образование крупных разломов северо-западного, северо-восточного и близмеридионального простираний. Далее уже, сопряженно с крупными разломами, возникла система сравнительно небольших трещин, вытянутых диагонально к направ-

лению крупных разломов и действовавших тангенциальных усилий и имеющих преимущественно широтное простирание.

С образованием системы сопряженных трещин, видимо, тангенциальные усилия теряют свое напряжение и этим завершается дорудный этап формирования структуры месторождения. На эту дорудную структуру, в последующие два этапа, при новых импульсах бокового давления, легли интеррудные и пострудные тектонические нарушения. Последние вызвали только небольшие перемещения рудных тел и поэтому не играют существенной роли в их оценке.

Не вдаваясь в подробности описания всех мелочей тектоники месторождения, в настоящей статье мы освещаем характеристику главных структурных элементов и их роль в процессе оруденения.

Взаимное расположение в пространстве крупных дорудных разломов и сопряженных с ними трещин образует характерную структуру Кафанского рудного поля.

В пределах группы рудников имени Ленина отмечаются следующие структурные формы, образованные крупными дорудными разломами

1. *Дагдаган-Саяддашская положительная структурная форма* — «трехскатная крыша», образованная Восточным и Западным Саяддашскими и Дагдаганским разломами.

2. *Саяддаш-Башкёндская отрицательная структурная форма* — «двухскатная крыша», обращенная основанием вверх и образованная Восточно-Саяддашским и Башкёндским разломами.

3. *Башкёнд-контактная положительная структурная форма* — «двухскатная крыша», образованная Башкёндским и Экранирующим разломами.

Внутри крупных структурных форм — «крыш», между разломами, образующими «крышу», располагаются сопряженные с последними трещины, составляющие с ними острые углы и вытянутые, преимущественно, в широтном направлении.

В сопряженных трещинах отмечаются две, резко отличающиеся друг от друга, системы: в центральной части блока, ограниченного и контролируемого «крышей», выступает первая система в виде одиночных, сравнительно больших и выдержанных трещин; они преимущественно широтного простирания; редко встречаются меридиональные сопряженные трещины. В периферии блока, близко к разломам, выступает вторая система сопряженных трещин. Она представлена серией ветвящихся мелких трещин, имеющих всевозможные направления, но в общей массе составляющих пучки широтного простирания.

Густая сеть мелких трещин в приразломных участках образует громадные тектонические зоны сильно раздробленных пород.

Из приведенного не трудно заключить, что для структуры Кафанского рудного поля характерно наличие следующих главных элементов:

1. Асимметричная антиклинальная складка, образованная тангенциальным давлением.

2. Структурные формы в виде „крыш“, образованных крупными дорудными разломами, возникшими так же, как и асимметричная антиклинальная складка, от тех же тангенциальных усилий.

3. Две системы сопряженных с крупными дорудными разломами трещины: а) выдержанные одиночные трещины, приуроченные к центральной части блока, ограниченного „крышей“, и б) густая сеть мелких трещин, приуроченных к периферии блока и образующих в приразломных участках зоны раздробленных пород.

Перечисленные структурные элементы сыграли чрезвычайно важную роль в процессе рудообразования. Прежде всего асимметричная антиклинальная складка сыграла региональную роль, как крупная структура, вмещающая интрузию и генетически связанное с ней оруденение. Крупные дорудные разломы служили экранами, препятствующими циркуляции металлоносных растворов и способствующими локализации оруденения. Это положение бесспорно доказывается следующими фактами:

1. Большинство дорудных разломов представлено мощными зонами расланцованных перемятых пород, неблагоприятными для внедрения металлоносных растворов. Поэтому не случайно, что во всех отмеченных разломах оруденение абсолютно отсутствует.

2. Рудные тела в Казфане имеют ясно выраженное склонение в сторону падения крупных дорудных разломов. Последние, преграждая циркуляцию металлоносных растворов, вызвали локализацию оруденения вдоль плоскости своего падения. Поэтому рудные тела, следуя за разломами, склонены в сторону их падения.

3. Рудные тела у крупных дорудных разломов, не теряя своей мощности и минералогического состава, без признаков выклинивания или нарушения кончаются. Классическим примером этого положения служит экранирующий разлом, проходящий в восточном фланге Комсомольского рудника по контакту между рудоносной и нерудоносной толщами. Этот разлом в действительности является абсолютным экраном. Всюду, где разлом вскрыт горными выработками на разных горизонтах Комсомольского рудника, видно, как он явно ограничивает оруденение с востока. Все эксплуатационные и разведочные выработки, вырабатывающие или проследивающие богатые рудные жилы рудника на восток, приостановлены у экранирующего разлома, ибо жилы здесь, не теряя своей мощности и качества, внезапно кончаются. Многие выработки, пройденные за разлом, в его висячем боку абсолютно никакого оруденения не обнаружили.

Не вызывает сомнения, что если отдельные дорудные разломы имели экранирующие качества, то положительные структурные формы, образованные этими разломами и представленные в виде „крыш“, являлись идеальной и вместе с тем крупной структурной единицей,

экранирующей циркуляцию металлоносных растворов и вызвавшей оруденение в больших масштабах.

Это положение является бесспорным и доказывается фактом нахождения известных рудников под экранирующими „крышами“.

Две системы, сопряженных с крупными дорудными разломами трещин, сыграли в процессе рудоотложения роль рудных полостей. Выдержанные одиночные трещины, приуроченные к центральной части блока, ограниченного „крышей“, служили благоприятной структурой для образования рудных жил.

\* Густая сеть мелких трещин, приуроченных к периферии блока и образующих в приразломных участках зоны раздробленных пород, видна классической структурой для образования прожилково-вкрапленного оруденения.

Чрезвычайно важно в общей структурной схеме Кафанского месторождения выделить элементы, сыгравшие в процессе оруденения роль рудоподводящих каналов.

Рассмотренные выше крупные дорудные разломы, по понятным причинам, не могли служить рудоподводящими каналами. Крупный меридиональный дорудный разлом с крутым падением, преимущественно на запад, и другие более мелкие нарушения того же простирания и падения, с наличием в них руды и вообще минерализации, вероятно, сыграли роль главных рудоподводящих каналов. Существовали на месторождении и второстепенные или промежуточные подводящие каналы, как, например, крупные жильные трещины. Являясь рудными полостями, они одновременно подвели металлоносные растворы от главных подводящих каналов к участкам жильных трещин.

Вообще же на месторождении подводящие металлоносные растворы каналы подчинены системе меридиональных трещин, крутопадающих на запад, в сторону оси антиклинальной складки, под сводом которой естественно допустить нахождение тела гранитоидной интрузии, являющейся источником металлоносных растворов.

О направлении тока металлоносных растворов именно с запада на восток говорит наблюдаемая по рудному полю первичная горизонтальная зональность, в которой с запада на восток отмечается закономерный переход высокотемпературных минералов в низкотемпературные.

Из всего сказанного о структуре Кафанского рудного поля следует, что „экранирующая крыша“, с расположенными внутри ее одиночными выдержанными трещинами (широтные жильные трещины) зон дробления и наличием рудоподводящего канала, служила главной структурой, локализирующей оруденение.

## Բ. Ս. Վարդապետյան

## ՂՍՓԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՎԵՐՍՏՈՒԳՈՂ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՁԸ

## Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Ղափանի հանքադաշտի ստրուկտուրան բնորոշվում է գմբեթաձև անհամաչափ ծալքի առկայութեամբ, որը թևերում բարդացած է երկրորդական ծալքալորութեամբ և խոշոր դիզյունկալիվ խախտումներով:

Ճանգի նցիալ ճնշման հետևանքով առաջացած անհամաչափ անտիկլինալին ծալքն իր մեջ պարփակելով ինտրուզիաները և նրանցից ծնունդ առած հանքայնացումը, կատարել է խոշոր ստրուկտուրայի դեր:

Խոշոր մինչհանքային խախտումներով կազմված «տանիքանման» ստրուկտուրային ձևերը, առաջացած ինչպես և անհամաչափ անտիկլինալին ծալքը, միևնույն տանգենցիալ ուժերի շնորհիվ էկրանավորող դեր են կատարել և նպաստել են հանքայնացման տեղայնացմանը:

Խոշոր մինչհանքային խախտումների հետ զուգակցվող ճեղքերի երկու սիստեմ հանքանյութերի ձևավորման պրոցեսում խաղաղել են հանքային խոտչների դեր:

Խոշոր մինչհանքային խախտումներով կազմված «տանիքանման» ստրուկտուրային ձևերի առկայութունը և հանքայնացման խիստ տեղայնացումը նրանց սահմաններում թույլ են տալիս Ղափանի հանքադաշտի ստրուկտուրայի համար առաջադրել «էկրանավորող տանիքների» սխեման:

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

А. П. Демехин и В. Х. Ароян

Минеральные источники бассейнов  
р. р. Вохчи и Мегри-гет

Задачей настоящего очерка является краткая характеристика гидро-минеральных ресурсов в Кафанском и Мегринском районах, являющихся наиболее перспективными в отношении развития горно-рудной промышленности, в связи с чем, несомненно поднимутся вопросы о курортно-лечебном обслуживании ее работников.

Прежде чем перейти к описанию наиболее существенных минеральных источников района, кратко остановимся на его геологическом строении.

В пределах Сюника представлены породы почти всех геологических формаций начиная с докембрия, причем последний сложен метаморфическими сланцами, получающими распространение в районе с. с. Алидара-Нювади на площади до 30 кв. км. По С. С. Мкртчяну это рассланцованные диориты, амфиболитовые и кварцитовые сланцы, резко отличающиеся своей характерной зеленовато-черной окраской.

Аналогичная толща метаморфических сланцев, переходя на правый берег р. Аракс, получает значительное распространение в горах Иранского Карадага.

В возрастном отношении указанные рассланцованные диориты являются аналогами таких же рассланцованных роговообманковых габбро, описанных К. Н. Паффенгольцем в Ахтинском районе у с. Арзакан. Метаморфическая толща интенсивно дислоцирована и образует ряд складок с преобладающим общекавказским направлением. В С-С-З направлении эти породы полосой протягиваются вплоть до с. Шишкерт, где сланцы тектонически выклиниваются, будучи срезаны надвигом. Фауны в сланцах не встречено, но параллелизуя их с идентичными сланцами Дзиркульского кристаллического массива, где в верхних горизонтах встречены археоциаты нижнего кембрия, указанную толщу пока можно отнести к данному возрасту.

Стратиграфически выше этих докембрийских отложений располагается толща пока немых метаморфизованных известняков и вулканогенных пород—порфиритов, туфов, туфолесчаников и туфоконгломератов с подчиненными прослоями известняков. Последние, встреченные впервые Мкртчяном, залегают в сложных тектонических

условиях, прослеживаясь в виде узкой полосы у с. Шишкерт вдоль надвига Хуступского хребта. Мощность указанной свиты достигает до 1250 м и перекрывается она, без видимого углового несогласия, мощным базальным конгломератом с лежащими выше тонкослоистыми известняками и глинистыми сланцами. Общая мощность последней толщи достигает 800 м.

В известняках Мкртчяном обнаружена фауна [2] *Spirifer ex gr. Verneuli Murch*, *Rhynchonella* sp. и др. брахиоподы, что устанавливает их возраст как верхний девон. В этом случае вся немая толща метаморфизованных известняков и вулканогенных пород, лежащая на докембрии и перекрываемая верхним девоном, Мкртчяном условно отнесена к силур-нижне-средне-девонскому времени, причем известняк этой толщи прослеживается по р. р. Шишкерт, Ачели, пересекает ущелье р. Вохчи и прослеживается по р. Гиратах. Наблюдаемая мраморизация известняков обусловлена, повидимому, воздействием гранодиоритовых интрузий.

По данным К. Н. Паффенгольца и Мкртчяна известняки круто падают на З и надвинуты на толщу юрских вулканогенных пород, получающих широкое развитие к востоку [3].

Описываемым известнякам (силур?) сопутствует и свита вулканогенных пород.

Толща пород верхнего девона (мощн. до 700 м), залегающая трансгрессивно, представлена в низах конгломератами, туфоконгломератами, серней глинистых и слюдястых сланцев, переходящих в в рассланцованные, грубо и тонко-слоистые известняки и кварциты.

Указанный комплекс верхне-девонских пород, фаунистически охарактеризованных, падает на юго-запад под углом 50—65° и перекрывается мощной вулканогенной толщей нижнего (?) эоцена.

По простиранию к северо-западу мощность конгломератов уменьшается, известняки же протягиваются в бассейн р. Гехи и выклиниваются тектонически в пределах Баргушатского хребта. Вся эта толща при общем падении на юго-запад осложнена второстепенной складчатостью и сопровождается широко развитыми нарушениями дизъюнктивного порядка.

Следующей возрастной единицей являются юрские отложения, получающие широкое развитие к востоку-северо-востоку от так называемого Хуступского надвига. Представлены они, вероятно, всеми тремя отделами и образуют в районе Кафана крупную брахантиклиналь. Нижний и средний отделы юры представлены вулканогенными породами, верхний — осадочными карбонатной фации. Указанные породы лежат вне пределов наших исследований и поэтому дальнейшие данные о них опускаем.

Второстепенную роль для исследованного района играют и меловые отложения, представленные обоими отделами, но неполными. Фиксируются они в различных частях этой области, причем наибольшее развитие они приобретают к востоку от Кафана, и лишь не-

большие площади их встречены по р. Гехи и устью р. Аракс. Литологически эти отложения представлены, в основном, разнообразными известняками, иногда мергелями и песчаниками.

Небольшое распространение получают и отложения эоцена, представленные, главным образом, вулканогенной фацией, занимая значительную площадь в верхней части бассейна р. Вохчи. Литологически они выражены авгитовыми порфиритами, прослаиваемыми иногда туфами, туфоконгломератами, туфобрекчиями и туфопесчаниками. Общая мощность свиты достигает свыше 800 м. В большой степени на характере этих пород сказалось влияние гранодиоритовых интрузий.

Более молодые отложения олигоцена и миоцена в пределах рассматриваемого района развития не получают. Ничтожное распространение имеют отложения плиоценового времени, встречаемые в верховьях р. Мегри-гет, на площади в 2 кв. км и представленные свитой озерных угленосных отложений. Значительное распространение имеют постплиоценовые отложения—аллювиальные, делювиальные, ледниковые и др. накопления.

Широкое развитие в пределах рассматриваемого района получают интрузивные породы, образуя в западной части огромное поле так называемой Вохчи-Мегринской интрузии или Зангезурской (Конгур-Алангезский) массив. В восточной части характер интрузивов несколько иной. Они образуют небольшие жилкообразные или штокообразные тела, удаленные друг от друга на значительные расстояния. Возраст интрузий третичный, причем верхний возрастной предел Зангезурского массива определяется трансгрессивно налегающей свитой осадочных отложений плиоцена.

Остановимся несколько подробнее на Вохчи-Мегринской интрузии, в пределах которой, в основном, расположены исследованные источники, заимствуя эти данные из сводной работы Мкртчяна и Паффенгольца по Кафанскому листу [3].

Вохчи-Мегринский массив „является одним из наиболее крупных интрузивных массивов Закавказья. Занимает он в пределах описываемой территории площадь в 800 кв. км, продолжаясь далее на юг, на правобережье реки Аракс в Иран. Судя по имеющимся литературным материалам, он обнажается на значительной площади в пределах Иранского Карадага. Массив этот, состоящий из нескольких разновремененно внедряющихся интрузий, прорывает в западной своей части в Нах. АССР вулканогенные и песчано-мергельные отложения эоцена; в юго-восточной же части—комплекс метаморфических пород докембрия. В состав описываемой интрузии входят разнообразные породы от кислых до ультраосновных, связанных в одних случаях постепенными переходами, в других—образующие резкие контакты. По данным В. Г. Грушевого, С. А. Мовсеяна, И. Н. Ситковского, преобладающими по распространению являются породы монцититового ряда, образующие большое количество петрографи-

ческих разновидностей. Среди них констатированы сиениты, сиенитодиориты, кварцевые и бескварцевые монзониты. Относительно менее развиты диориты, габбро-диориты, габбро, еще реже встречаются ультраосновные породы типа пикритов. Сравнительно широко распространены кислые породы, дающие меньшее число петрографических разновидностей. Эта группа пород, представленная гранитами и гранодиоритами, образует самостоятельный комплекс внутри массива. Особую группу составляет комплекс щелочных пород—щелочных и нефелинсодержащих сиенитов, открытых в 1939 г. Мкртчяном и Ю. А. Араповым в юго-восточной части интрузии.

По мнению Грушевого, Вохчи-Мегринский массив представляет собой батолит, формирование которого происходило из единого магматического очага в третичную эпоху. При этом наблюдалось в интрузии большое разнообразие пород; он объясняет это либо влиянием кровли, либо же процессами глубинной дифференциации и последовательным внедрением дифференцированной магмы в отдельные фазы магматической деятельности. Об этом свидетельствует наличие интрузивных контактов между отдельными, составляющими массив породами\*. [3].

Одним из наиболее важных моментов в вопросе генезиса источников является тектоника области. Основными тектоническими элементами ее служат две антиклинали брахиального типа, протягивающиеся в общекавказском направлении. Одна из них—восточная, так называемая Кафанская или Запгеzurская, резко асимметричная, с пологим северо-восточным и крутым юго-западным крыльями, глубоко размыта и в сводовой части ее обнажаются нижнеюрские порфириты. На пологом крыле антиклинали наблюдается вторичная складчатость, а в ядре широко развиты нарушения дизъюнктивного типа. Вторая—юго-западная антиклиналь—Мегринская—сильно нарушена внедрением интрузивных масс Мегринского плутона, являющегося одним из крупных интрузивов Малого Кавказа. Данная антиклиналь эродирована в значительной степени меньше Кафанской. Древнейшими вскрытыми породами являются верхнемеловые известняки. Центральная часть антиклинали—ядро—занято интрузивными породами.

Между двумя описанными антиклиналями располагается узкая синклиальная зона, протягивающаяся в том же направлении. Последняя заката антиклинальными поднятиями и осложнена крупными разрывами, сопровождаемыми надвигом палеозойских пород на дислоцированную вулканогенную толщу юры, образующую Запгеzurскую антиклиналь.

На фоне этих основных структурных единиц пликативного характера чрезвычайно широкое развитие получают дизъюнктивные нарушения, причем по своим морфологическим особенностям последние Л. Б. Каждном подразделяются на надвиги и сбросы (и взбросы) [1]. Первые охватывают собой структуры, начиная „от мел-

ких подвижек вдоль плоскостей кльважа до крупнейших надвиговых зон с амплитудой порядка сотен метров\*.

К наиболее крупным нарушениям этого типа относится так называемое Гиратахское нарушение, протягивающееся в СЗ направлении и прослеживающееся от р. Аракс, через с. Шишкерт до верховьев р. Гиратах.

По линии этого крупнейшего разлома породы палеозойского комплекса надвинуты в СВ направлении на вулканогенную свиту юрских отложений Кафаянского района. Мощность этой зоны достигает, по данным Каждана, более полукилометра. Падение плоскостей зоны ориентируется на ЮЗ. Того же СЗ направления, тем же исследователем фиксируется несколько значительных надвигов в бассейне р. р. Гехи и Ачели, причем наиболее крупные из них прослеживаются у с. Кирс. К этому же типу нарушений относятся две надвиговые зоны, расположенные параллельно друг другу, сохраняя СЗ направление. Одна из этих зон прослеживается в верховьях р. Гард от г. Газансар до г. Акмечит. Возможно, что указанное нарушение имеет значительное протяжение к ЮВ, переходя в надвиговую зону, фиксируемую у с. Таштун, по долине р. Гоз-гоз.

Второе, параллельное первому, нарушение намечается от Каджаранского месторождения в направлении на г. Дава-бойны.

Прослеживается нарушение и в ЮЗ части района в виде так называемого Агаракского надвига, сохраняя то же простирание, но обнаруживая падение плоскости на СВ.

Еще более широкое развитие получают дизъюнктивные нарушения типа сбросов и взбросов. По данным Каждана „выделение всех нарушений этого типа практически невозможно вследствие их исключительно широкого развития по всей территории района“.

„Сбросовые зоны представляют собой сложные системы отдельных, примерно параллельных групп тектонических швов, чередующихся с участками менее раздробленных пород. Мощность их чрезвычайно различная, варьирует в широких пределах. Крупные тектонические зоны, общей мощностью в несколько километров, состоят из сочетания многих, более мелких, расположенных примерно параллельно друг к другу“.

Таких тектонических зон Кажданом намечается несколько, а именно: зона СВ простирания в басс. р. Гехи. Вторая зона, протягивающаяся со стороны верховьев р. р. Парасв-чай и Тазмара-чай (Нах. АССР) в направлении Каджаранского месторождения. Простирание зоны в среднем СВ 40—50°, падение тектонических плоскостей 65—90°. Третья зона, того же СВ простирания, прослеживается в центральной части района, протягиваясь со стороны Нахичеванской АССР в район среднего течения р. Мегри-гет. Наконец, южнее прослеживается еще одна зона СВ простирания, проходящая в районе Агаракского месторождения.

Среди более молодых крупных разломов фиксируется так на-

зывается Таштунский (Дебаклинский) разлом, проходящий через с. Личк и Таштунский перевал к Каджаранскому месторождению, в направлении, близком к меридиональному. К этому же типу нарушений относится, возможно, и так называемый Спетринский разлом, проходящий в район рудного поля Агаракского месторождения.

Краткое перечисление основных тектонических зон позволяет прийти к выводу, что эта область пережила весьма сложную стадию тектонического формирования. Из приведенных данных можно отметить, что намечаемые тектонические зоны резко отличаются друг от друга по целому ряду признаков, возможно, коренным образом влияющих на характер источников, их расположение и т. д.

В то время как надвиговые зоны обычно имеют СЗ простирание, сбросовые зоны, более молодые, ориентируются в СВ направлении. Резко различается и характер пород, выполняющих зону нарушения. В то время как в первом случае породы отличаются большой сдавленностью, сильным расланцеванием и интенсивной милонитизацией, во втором случае в сбросовых швах почти совершенно отсутствуют милонитизированные структуры, и материалом, выполняющим, по данным Каждана, являются раздробленные, часто до состояния дресвы и мелкого щебня, перетертые породы, причем последние у более древних сбросов сцементированы гидротермальным кварцем и карбонатами, а в более молодых—глинистым материалом. Характер пород, выполняющих эти тектонические зоны, по-видимому, существенным образом влияет на появление вод на дневной поверхности, образуя в одном случае значительные препятствия для поднятия воды наверх и, наоборот, позволяя ей подниматься в более свободных условиях—в другом.

#### Описание источников и их характеристика.

*Источник № 1—Кирский.* Находится по левому берегу р. Кирс, среди густой заросли трав. В 2—3 м выше современного выхода имеется щит железисто-известковистых отложений, а ниже выхода имеются налеты гидроокислов железа.

У выхода устроен примитивный каптаж. Дебит 0,07 л/сек,  $t$ —ра 12°C 20.VII—1946 г.; вода насыщена углекислотой.

*Источник № 2—Аджебаджский.* Расположен у с. Аджебадж, по левому берегу р. Гехи. Выход расположен на пойменной террасе, на высоте около 0,5 м над уровнем воды. Склон над источником сложен метаморфизованной туфопорфиритовой толщей.

Кроме основного выхода, в пределах поймы, имеются еще несколько второстепенных. Дебит главного выхода 0,05 л/сек, второстепенных—в сумме 0,03 л/сек.

У выхода устроен примитивный каптаж. Вода насыщена углекислотой; по типу похожа на воду источников № 16 и № 1. Ниже выхода источника имеются налеты гидроокислов железа. Температура воды 12°C 22. VII—46 г.

*Источник № 3—Гярдский (нижний).* Находится в 6 км выше с. Гярд (Кяргы) по левому берегу одноименной реки, у впадения в нее левого большого притока. Выход находится на пойменной террасе, близ линии тектонического контакта порфировидных гранитов с толщей туфопорфиритов. Вода слабо минерализована (в виду вероятного смешивания ее с речной водой). Дебит 0,02 л/сек, температура 9°C 26. VII—46 г.

*Источник № 4—Гярдский (средний).* Находится в 6,5 км выше с. Гярд, по левому берегу реки, на пойменной террасе, на участке, сложенном порфировидным гранитом. Вода углекислая, отлагает налеты железных окр. На вкус довольно приятная. Дебит 0,04 л/сек, т—ра 9°C 26. VII—46 г.

*Источник № 5—Гярдский (верхний).* Расположен в 7,5 км выше с. Гярд, близ тектонического контакта порфировидных гранитов с толщей порфиритов и туфов.

Источник углекисло-железистый, отлагает железистый охристый налет красно-оранжевого цвета. Дебит 0,04 л/сек, т—ра 9°C 26. VII—46 г.

*Источник № 6—Капсарский (главный).* Расположен по левому борту р. Кап-Сар, в 5 км к западу от с. Шабадин и в 7 км от с. Каджаран. Источник выходит в пойме, примитивно каптирован в виде родника.

Вода совершенно прозрачна, обильно выделяет углекислоту, приятна на вкус. Дебит 0,9 л/сек, т—ра 7°C 4. VIII—46 г.

*Источник № 7—Капсарский (верхний).* Расположен в 4,5 км к западу от с. Шабадин.

Вода обильно выделяет углекислоту, приятна на вкус. Дебит 10 л/сек, т—ра 10°C 2. VIII—46 г.

Главный выход расположен на высоте 6 м над рекой. У реки, и в самом ее русле, наблюдаются незначительные выходы углекислоты и минеральной воды. По правому берегу реки, между источниками № 9 и № 7, также наблюдаются незначительные выходы углекисло-железистых источников.

*Источник № 8—Капсарский (средний).* Расположен в 4 км к 3 от с. Шабадин.

Выход расположен на высоте 10 м над рекой. Вода углекисло-железистая. Дебит 4 л/сек, т—ра 11°C 2. VIII—46 г.

*Источник № 9—Капсарский (нижний).* Находится по левому борту р. Кап-Сар, вода вытекает на склоне.

Источник углекисло-железистый. Дебит в нескольких выходах около 0,03 л/сек, т—ра 11°C 2. VIII—46 г. Выход расположен на высоте 12 м над рекой.

*Источник № 10—Давачинский.* Расположен на левом борту р. Давачи, на участке молибденового месторождения Давачи.

Источник углекисло-железистый; ниже выхода воды известко-

висто туфовые отложения образуют небольшой щит. Дебит источника 0,01 л/сек,  $t$ -ра 12°C 20. VIII—46 г. На вкус вода приятная.

*Источник № 11—Кап-Сар—Егасаринский (Яглу-даринский).* Находится на левом берегу р. Вохчи, ниже слияния ее двух составляющих— рек Кап-Сар и Егасар (Яглу-дара).

Источник выходит на участке, сложенном порфиоровидным гранодиоритом.

На месте выхода имеется 2 щита известковисто-железистых отложений.

Источник почти иссяк и только в нескольких местах, в пределах одного щита, просачиваются капельки минеральной воды и выделяются пузырьки газа. Дебит совершенно незначительный, порядка 2 л/час 11. VII—46 г.

*Источник № 12—Егасаринский.* Расположен по левому борту р. Егасар в 2 км от устья ее. Вода сильно железистая, углекислая. Дебит 0,01 л/сек,  $t$ -ра 11°C 4. VIII—46 г.

*Источник № 13—Дараяуртский.* Расположен по р. Егасар на левом борту, у реки.

Источник вытекает из наносов, состоящих из глыб гранита-гранодиорита и дресвы этих же пород.

В 100 м над источником, в обрывах, обнажаются порфиоровидные граниты-гранодиориты. Ниже выхода источника наблюдаются яркие желтые и оранжевые налеты гидроокислов железа. Дебит—около 0,08 л/сек (в нескольких выходах),  $t$ -ра воды 11°C 2. VII—46 г.

Вода углекисло-железистая, приятна на вкус; насыщенность газом средняя.

*Источник № 14—Егасаринский (верховья).* На левой составляющей р. Егасар выше устья, на правом борту, в пойме. Источник железисто-углекислый. Дебит 0,05 л/сек,  $t$ -ра 11°C 4. VIII—46 г.

*Источник № 15—Шабдинский.* Расположен у с. Шабдин, по правому берегу р. Охчи, под обрывами порфиоровидного гранита-гранодиорита. Вытекает из под скалы, прикрытой щебнем и глыбами гранита-гранодиорита. Источник каптирован с помощью железной трубы.

Вода прозрачная, без запаха, бесцветная, сильно газирована. Дебит 0,04 л/сек,  $t$ -ра 8°C 1. VII—46 г.

Местные жители пользуются водой этого источника для питья.

*Источник № 16—Сагкарский.* Расположен по реке Саг-Кар. Минеральная вода вытекает среди пойменной террасы, а склоны ущелья сложены окварцованными монцонитами, местами с медно-молибденовым прожилково-вкрапленным оруденением.

На месте выхода устроен примитивный каптаж. Отлагает железистый налет, образуя ниже выхода небольшой железисто-известковистый щит. Вода приятная на вкус. Дебит 0,05 л/сек,  $t$ -ра 9°C 11. VII—46 г. Вода сильно насыщена газом, углекисло-железистая.

*Источник № 17—Пхрутский.* Находится в ущелье правого большого притока р. Пхрут.

Вода углекисло-железистая; вытекает из трещин измененных монзонитов. Дебит незначительный.

*Источник № 18—Каратгинский.* Расположен у с. Каратга, в ущельи ручья, на пойменной террасе, над которой обнажаются эзохренные порфириды. Дебит 0,05 л/сек, т—ра 12°C 15. VIII—46 г. Источник железисто-углекислый. У выхода устроен примитивный каптаж.

*Источник № 19—Шарвенанцкий.* Расположен у с. Шарвенанц, в ущельи небольшого ручья.

Источник железисто-углекислый, выходит среди порфиритов. Дебит 0,03 л/сек (несколько выходов), т—ра 12°C 15. VIII—46 г.

*Источник № 20—Севкарский.* Расположен у с. Севкар, в ущельи одноименной речки. Источник вытекает среди порфиритов, по трещине с простираем СВ 40° (падение вертикальное). Дебит 0,05 л/сек, т—ра 12°C 15. VIII—46 г.

Вода железисто-углекислая, довольно приятная на вкус. Источник широко известен местному населению окружающих деревень, которые пользуются минеральной водой в лечебных целях.

*Источник № 21—Таштунский.* Расположен по правую сторону р. Таштун, среди порфировидных гранодиоритов, по трещине, простирающейся на ЮЗ 240° с почти вертикальным падением. В нескольких выходах наблюдается бурное выделение газа. Источник углекисло-железистый. Дебит 0,02 л/сек, т—ра 12°C 21. VIII—46 г.

*Источник № 22—Личкский.* Расположен у с. Личк, по правому борту небольшого левого притока р. Мегри-гет.

Источник углекисло-железистый; вода приятная на вкус, сильно газирована. Выходит среди галечников; ниже расположен известковистый щит с налетами железистых охр. Дебит 0,01 л/сек, т—ра 11°C 21. VIII—46 г.

*Источник № 23—Мегринский (нижний).* Расположен у с. Личк, по правому борту р. Мегри-гет в 6 м над уровнем реки, среди галечников порфиридного гранодиорита.

Два выхода с дебитом 0,03 и 0,01 л/сек расположены на одной горизонтали в 5 м друг от друга; еще несколько незначительных выходов расположено выше по течению реки. Ниже выходов минеральной воды и напротив них, на левом берегу реки Мегри-гет, наблюдаются известковистые щиты и отложение железистых охр. Источник железисто углекислый, т—ра 10°C 12. VIII—46 г.

Вода сильно газированная и приятная на вкус.

*Источник № 24—Мегринский (второй снизу).* Расположен у с. Личк, на правом берегу р. Мегри-гет.

Источник выходит на пойме, по трещинам в порфиroidных гранодиоритах. Падение трещины СВ, уг. 80°. Имеется несколько выходов железисто-углекислой воды. Суммарный дебит 0,01 л/сек, т—ра 11°C 22. VIII—46 г.

Источники отлагают известковистый туф и железистые охры.

*Источник № 25—Мегринский (верхний).* Расположен в 6 км к западу от с. Личк, по правому берегу р. Мегри-гет, среди порфиroidных гранодиоритов, по трещине СВ простирания.

Имеется несколько выходов, из них 2 более мощные с дебитом в сумме 0,03 л/сек, т—ра 9°C 22. VIII—46 г.

Наблюдаются известковистые и железистые отложения. Вода углекисло-железистая, сильно газированная, приятная на вкус.

*Источник № 26—Мегринский (третий снизу).* Расположен в 10 м гипсометрически ниже минерального источника № 25, на пойме. Дебит 0,07 л/сек 22. VIII—46 г. Вода углекислая, слабо газированная.

*Источник № 27—Айринский.* Расположен по правому борту р. Айри-гет, в 4,5 км от устья, на пойме р. Айри, среди галечников порфиroidного гранодиорита. Источник железисто-углекислый. Дебит 0,05 л/сек. Вероятно смешивается с пресной водой, т. к. минерализация слабая. Температура 11°C 25. VIII—46 г.

*Источник № 28—Курисский.* Находится у с. Курис, над шоссе в с. Агарак, выходит среди наносов. Углекислый, слабо газированный. Дебит 0,01 л/сек, т—ра 12°C 31. VIII—46 г.

*Источник № 29—Агаракский.* Находится в ущельи р. Агарак, у верхней окраины с. Агарак, по правому борту р. Агарак. Выходит из наносов, на участке, сложенном оруденелыми сиенито-гранитами.

Углекисло-железистый; имеется известковистый щит, наблюдаются железистые налеты на камнях. Дебит 0,02 л/сек, т—ра 12°C 1. IX—46 г.

Как видно из прилагаемой схематической карты, все описанные источники приурочены к тектоническим нарушениям, причем доминирующее положение в данном случае приобретают дизъюнктивные нарушения, располагающиеся в северо-восточном румбе. Последние, как было указано выше, представляют собой наиболее удобные водовыводящие пути в силу характера нарушения и пород, заполняющих эти зоны нарушений.

Нужно отметить значительную роль речных ущелий в вопросе появления источников на дневную поверхность. С одной стороны, по видимому, сами ущелья приурочены к зонам нарушения и в этом случае речная система совпадает с их направлением.

К таким выходам принадлежат следующие группы источников, располагающиеся по линии ущелья: №№ 3, 4 и 5 и источники №№ 11, 12, 13 и 14. С другой стороны реки, пересекая тектониче-

ские зоны, в силу глубокой эрозии в значительной степени облегчают воде доступ на дневную поверхность, как это, например, имеет место в верховьях р. Охчи, на участке, где выходят источники №№ 6, 7, 8 и 9. Лишь немногие источники—№№ 21, 22, 23 и №№ 28 и 29, будучи приурочены к зонам разлома, не связаны с последующей речной эрозией.

Температура источников невысока: колеблется в пределах от 7 до 12°, что позволяет отнести источники к группе холодных, хотя наличие у с. Мульк обломков арагонита в полосе, совпадающей с зоной развития минеральных источников, позволяет говорить о том, что в недалеком, вероятно, прошлом здесь выходили и термальные источники, отлагавшие арагонит.

Коснемся химизма минеральных вод.

Одним из основных инградентов рассматриваемых источников является углекислота. Присутствие последней обуславливает и характер минерализации источников этого района вообще.

Встречающаяся углекислота, несомненно, ювенильного происхождения, причем температура самих источников благоприятствует повышенному содержанию газа.

Из анионов преобладающее количество в водах (за исключением ист. № 22) занимают гидрокарбонаты, достигая 46,9%. Следующее место занимают  $\text{Cl}^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ , причем содержание  $\text{Cl}^-$  достигает в некоторых случаях до 30,9% (источник № 22) и занимает первое место. В остальных источниках обычно на втором месте после гидрокарбонатов стоят сульфаты в количестве от 7,5% до 17,7%.

Из катионов преобладающими являются  $\text{Ca}^{++}$  в количестве от 20,2% до 31,8% и  $\text{Mg}^{++}$  от 6,5% до 20%. Обычно  $\text{Ca}^{++}$  занимает первое место, уступая его  $\text{Mg}^{++}$  лишь в одном случае (источник № 20).

В значительно меньшем количестве встречаются щелочи ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ), колеблющиеся в пределах от 5% до 10%, причем последние занимают иногда второе место после  $\text{Ca}^{++}$ —источники №№ 2 и 22. Содержание Fe достигает от 0,06% до 4,5% (источник № 5). Пользуясь формулой Курлова, описанные источники могут быть отнесены к хлоридно—и сульфатно-гидрокарбонатным, натриево-кальциево-магнезиально-кальциевым (с перестановкой в некоторых случаях как в анионах, так и в катионах).

По Пальмеру, исследованные воды относятся частью к I классу—источники №№ 2, 6, 18 и 20, частью к III классу—источники №№ 1, 5, 7, 13, 15, 22 и 29.

Все они характеризуются в подавляющем количестве наличием 2-ой щелочности ( $A_2$ ), т. е. временной жесткостью. Исключение составляют источники №№ 22 и 29, для которых на первом месте стоит 2-ая соленость ( $S_2$ ), характеризующая их как воды, обладающие постоянной жесткостью.

Переходя к генезису этих вод, необходимо кратко остановиться на происхождении некоторых, наиболее характерных химических

компонентов. Одни из них могут быть отнесены за счет привноса со значительных глубин и принадлежат к элементам ювенильного порядка. Сюда относятся углекислота и, возможно, хлор. Наличие в воде щелочных металлов связывается, повидимому, с выщелачиванием их водой, насыщенной углекислотой, из полевых шпатов гранитов, гранодиоритов, сyenитов и т. д., получающих исключительно широкое развитие в пределах исследуемого района.

С аналогичным происхождением связывается и присутствие в водах кальция, магния и гидрокарбонатов. Наличие сульфатов обязано, повидимому, выщелачиванию сульфидов (пирит, халькопирит, возможно, в молибденит), во многих случаях присутствующих в породах.

Воды в силу низкой температуры и обилия углекислоты в подавляющем большинстве приятны на вкус и в некоторых случаях используются местным населением в лечебных целях: источник № 15—Шабандинский, № 20—Севкарский.

Из обследованных углекислых источников особый интерес, благодаря своему удобному расположению, представляют источники №№ 1, 15, 16, 18 и 20.

По дебиту и близости к будущему Каджаранскому промышленному району интересны источники №№ 6 и 7.

Указанные источники, безусловно, заслуживают более детального изучения и исследований.

Институт Геологических Наук  
АН Арм. ССР.

Поступило 20 X 1947

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Каждан В. Л.—Роль геологических структур в формировании рудных месторождений Загезурского района. Фонд Арм. ГУ, 1947.
2. Мкртчян С. С.—Новые данные по стратиграфии южного Загезура. Изв. АН Арм. ССР № 4, 1944.
3. Мкртчян С. С. и Паффенгольц К. Н.—Геологическая карта Кавказа. Лист V—38—XI (Кафан) 1946. Фонда Арм. ГУ.

Յ. Պ. Գեմյոսիսի եւ Վ. Ք. Արոյան

### ՈՒՋԻ ԵՎ ՄԵՂՐԻ ԳԵՏԵՐԻ ԱՎԱԶԱՆՆԵՐԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Տվյալ ախարհը ծանոթացնում է Ռիչի և Մեղրի գետերի ալպանյաների հանքային աղբյուրների հետ:

Գեոլոգիական կառուցվածքի տեսակետից այդ շրջանն իրենից ներկայացնում է արտակարգ բազմազան և բարդ պատկեր, ուր արտահայտ-

ված են մինչքեմքերից մինչև ժամանակակից գերլուդիական ֆորմացիաների համարյա բոլոր ապառները: Մինչքեմքերին ներկայացված է մետամորֆոսին թերթաքարերով, որոնց վրա տեղադրված է ըստ Ս. Մկրտչյանի տվյալների կրաքարերի և հրաբխածին ապառների մի համր հաստվածք: Համաձայն այդտեղ հանդիպած ֆաունայի հաստվածքի վերին հորիզոններում տեղադրված կրաքարերը և թերթաքարերը պատկանում են վերին գեյնին, իսկ ստորին հորիզոններում տեղադրված նույն տիպի ապառներին պայմանականորեն վերադրվում է ստորին գեյնյան և սիլուրյան հասակ:

Հաջորդն ըստ հասակի համարվում է յուրայի հրաբխածին հաստվածքը, որը լայն տարածում ունի շրջանի արևելյան մասում: Կավճի, էոցինի և ավելի երևտասարդ հասակի նստվածքները խիստ սահմանափակ տարածում ունեն: Առավել խիստ դառգացում ունեն ինտրուզիվ ապառները, որոնք կազմում են Չանգեզուրի (Կոնդուր-Ալանդյոզի) լեռնաշղթան, որի սահմաններում էլ ելք են գտնում հանքային աղբյուրները:

Շրջանի տեկտոնիկական արտահայտված է պլիկլատիվ և դիպլունկտիվ տիպի խախտումներով: Առաջին տիպին պատկանում են ընդհանուր Կովկասյան տարածման Ղափանի և Մեղրու անտիկլինները, որոնց միջև ընկած է խորմներով և մակաշարժերով բարդացած մի ճմլված անկլինալ զոնա: Լայն են տարածված դիպլունկտիվ խախտումները: Վերջիններս կառվի է բաժանել երկու տիպի՝ վրաշարժային և վարնետվածքային (կամ վերնետվածքային). առաջին տիպը կողմնորոշվում է հյուսիս-արևելյան ուղղությամբ, իսկ երկրորդը՝ հյուսիս-արևելյան: Այդ կարգի խախտումները հանքային ջրերի հայտարկման հարցում ռեզիոնալ դեր են խաղում:

Ուսումնասիրված հանքային աղբյուրները, թվով 29 հարում են պրոֆիրածն զբանիտների, գրանոսինիտների և ավելի հին մոնցոնիտների կամ տեֆոպրոֆիրիտային հաստվածքի կոնտակտին:

Հիշյալ աղբյուրները սառն են՝ ունեն 7-ից մինչև 12 աստիճան ջերմություն: Կուռլովի բանաձևի համաձայն զբանք կարող են դասվել քլորիդային և սուլֆատ հիդրոկարբոնատային նատրիում-կալիումական-մագնեզիում-կալցիումական տիպին:

Ըստ Պալմերի ջրերը դասվում են I և III դասերին (հարուստ են ածխաթթվով):

Ֆենեղիտի աեսակետից որոշ քիմիական կոմպոնենտներ կարող են վերադրվել զգալի խորություններից բարձրացած յուվենիլ կարգի էլեմենտներին. նրանցից են CO<sub>2</sub> և հալանաբար Cl: Արկալիական մետաղների առկայությունը հավանաբար կապվում է գրանոսինիտների և մոնցոնիտները մեջ գտնվող դաշտային շղաթների արկալիազերման հետ: Նույն պրոցեսի հետ են կապվում HCO<sub>3</sub>, Ca և Mg առկայությունը SO<sub>4</sub> լամբի առկայությունը, պետք է ենթադրել, հետևանք է սուլֆիդների (սիրիտ) խալկոպրիտ, մոլիբդենիտ արկալիազերման:

Հանքային ջրերի որոշ մասը տեղական բնակչությունն օգտագործում է:

Նրանցից հատուկ ուշադրություն արժանի են № № 1, 14, 16, 18 և 20 աղբյուրների ջրերը, ըստորում բացառիկ ուշադրության են արժանի № 6 և 7 աղբյուրները՝ իբրև ապագա բալնոլոգիական բազա: Դաջարանում կատարվող շինարարության և նրա հետագա շահագործման կապակցությամբ:



Л. А. Варданянц

Член-корреспондент АН Арм. ССР

### О ложных двойниках андалузита

В основных руководствах и справочниках по минералогии нет никаких указаний на то, что кристаллы андалузита образуют двойники и в достаточной степени укоренилось представление, что этот минерал не дает двойниковых сростков. Тем больший интерес представляет появившаяся в 1940 г. небольшая статья М. И. Ициксона [1], в которой детально описаны сростки кристаллов этого минерала из месторождения Минчи-Цассуат на Северном Кавказе, истолкованные им как двойники по мало вероятному закону  $\perp(213)$ . В этой статье Ициксона дава также сводка имеющихся в литературе немногочисленных указаний на возможность двойникового у андалузита.

Найденный Ициксоном закон двойникового является для андалузита своего рода парадоксом, так как грани бипирамид представлены у него только тремя формами (111), (121) и (112) и появляются очень редко [V. Goldschmidt, 3; С. Hintze, 4]. Бипирамида же (213) у андалузита ни разу не наблюдалась. Значительно вероятнее были бы здесь двойники с двойниковой осью, перпендикулярной к часто встречающимся сильным граням призм.

Вывод Ициксона вызывает некоторое сомнение также и в связи с тем, что на приложенной к его статье стереографической диаграмме двойника оптическая ориентировка обоих индивидов не соответствует ромбической сингонии, так как оси индикатрисы Ng и Nm не совпадают с кристаллографическими осями, а составляют с ними угол около 15°.

Для решения данного вопроса нами было выполнено исследование аналогичных образований в андалузитовых сланцах Мало-Мукуланского месторождения в окрестностях Тырнауза на Северном Кавказе. Это исследование показало, что заключение Ициксона является ошибочным, так как описанные им сростки представляют ложные двойники. В связи с этим мы находим целесообразным опубликовать результаты нашего исследования.

Андалузитовые сланцы Мало-Мукуланского месторождения представляют контактово измененные юрские глинистые сланцы и песчаники в кровле интрузии Эльджуртинского гранита. Андалузит в этих



плоскостей А, В и С, первая из которых параллельна оси X, вторая — оси Y и третья — оси Z.

Нетрудно доказать, что второй индивид двойника может быть выведен из первого путем его поворота вокруг нормали к одной из этих трех плоскостей, притом на угол  $2a$  вокруг нормали к плоскости А, параллельной оси X, на угол  $2b$  вокруг нормали к плоскости В и на угол  $2c$  вокруг нормали к плоскости С, параллельной оси Z. Двойниковая ось совпадает при этом с биссектрисами углов таких поворотов.

Таким образом, у андалузита индивиды такого двойникового сочетания кристаллов всегда должны иметь три общих призматических грани (плоскости) А, В и С, соответственно параллельные осям X, Y и Z и, следовательно, оба индивида имеют три общих вектора, перпендикулярных к двойниковой оси и лежащих в плоскостях симметрии, причем один из векторов перпендикулярен к оси X, второй — к оси Y и третий к оси Z.

Легко доказать также и то, что если у двух кристаллов класса ромбической бипирамиды (независимо от того, соприкасаются ли они или нет) появляется, в силу тех или иных случайных условий, общая одноименная призматическая плоскость, а вместе с тем и общая к ней нормаль, лежащая в плоскости симметрии, то обязательным следствием этого будет наличие и остальных двух общих призматических плоскостей и перпендикулярных к ним векторов. Следовательно, в классе ромбической бипирамиды случайное совпадение какого-либо одноименного вектора двух индивидов, лежащего в одной из плоскостей симметрии XY, XZ или YZ, будет адекватным двойниковому взаиморасположению этих индивидов.

Вполне понятно, что такое совпадение одноименных векторов двух индивидов может быть как закономерным, т. е. подчиняющимся требованиям теории двойниковых образований, так и совершенно случайным. В обоих случаях геометрическая картина двойника будет безупречной, но первый из них будет действительным двойником, а второй — ложным.

По общепризнанным теориям [В. В. Никитин, 2], наиболее вероятными двойниковыми осями являются векторы, параллельные или перпендикулярные к какому-либо сильному направлению в кристалле. Поскольку выше было выяснено, что в двойниках андалузита три призматических грани должны быть общими для обоих индивидов, постольку мы должны признать, что осью его двойников должна быть, вероятнее всего, ось зоны тех или иных сильных призматических граней. Число таких зон у андалузита очень ограничено, и вероятными законами двойникования могли бы быть у него, по видимому, лишь следующие:  $[100]$ ,  $[010]$ ,  $[001]$ ,  $[011]$ ,  $[101]$ ,  $[210]$ ,  $[110]$  и  $[120]$ . Из них первые три закона должны давать полную параллельность и поэтому в обычных условиях могут быть распознаваемы не всегда. Кроме того, у андалузита по теории могут быть, по види-

тому, двойники и по бипирамидам (111) и (121), поскольку в первом случае в зоне двойниковой оси присутствует сильная грань призмы (110), а во втором случае—грани призмы (210) и (011).

Очевидно, что при большом числе кристаллов, расположенных близко друг к другу и частично соприкасающихся, у нескольких из них возможно случайное совпадение одноименных векторов, расположенных в одной из плоскостей симметрии XY, XZ или YZ. Вероятность такого совпадения может быть определена приближенно следующим образом. Примем, что такой вектор выражен физически в виде конуса, с углом при вершине, равным E, и что совпадение векторов имеет место тогда, когда эти конусы пересекаются или, по крайней мере, касаются друг друга. Это будет соответствовать предельной ошибке совмещения одноименных векторов в  $\pm E$ .

Общее число таких векторов во всем кристалле равно

$$K = \frac{4 \cdot 4 \cdot \pi}{0,0175^2 \pi \cdot E^2} \cong \frac{50000}{E^2},$$

где 0.0175 линейная мера дуги в  $1^\circ$ , а число их в трех плоскостях симметрии XY, XZ и YZ равно  $P = \frac{360 \cdot 3}{E} \cong \frac{1000}{E}$ .

Отсюда вероятность совмещения для каждого отдельного вектора, лежащего в плоскости симметрии, с одноименным ему вектором второго кристалла равна  $1:K$  или  $0.00002 \cdot E^2$ , а для всех таких векторов общая вероятность совмещения равна  $P:K$  или, приблизительно,  $0.02 \cdot E$ .

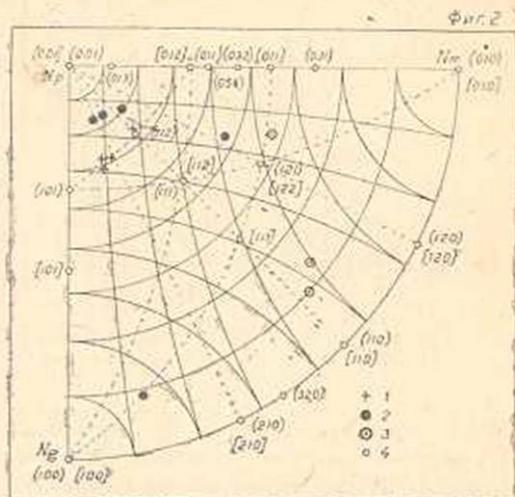
В том случае, когда  $E=2^\circ$ , геометрическая картина двойника будет очень точной, так как на федоровской диаграмме такого двойника ось его будет определяться треугольником погрешностей со сторонами не более  $2-3^\circ$ . В этом случае общая вероятность возникновения таких, двойникового типа сочетаний будет равна около 4%. При  $E=10^\circ$  общая вероятность совпадения одноименных векторов, лежащих в плоскостях симметрии, будет равна уже около 20%, причем в этом случае картина двойника будет в большинстве мало точной, а на федоровской диаграмме положение двойниковой оси будет определяться треугольником погрешностей со сторонами до  $10-25^\circ$ , а порой и более.

Таково теоретическое положение вещей, определяющее для андалузита возможность случайного возникновения сочетаний двойникового типа. При этом отнюдь не обязательно, чтобы индивиды в таких сочетаниях всегда соприкасались или прорастали друг друга. Прораствание кристаллов является здесь лишь частностью, зависящей только от расстояния между ними.

На втором этапе исследования нами отыскивались в шлифах сростки того типа, как описанные Ициксоном, т. е. состоящие из двух удлиненных кристаллов, прорастающих друг друга под косым углом. Оказалось, что такие сростки очень многочисленны и встречаются по несколько раз в каждом шлифе. Федоровские измерения

показали, что далеко не всегда, но все же довольно часто, такие сростки дают геометрическую картину двойника, ось которого определяется треугольником погрешностей со сторонами не более  $5-10^\circ$ . Цифровые результаты этих измерений даны в таблице 1 (№№ 1—5), а положение двойниковой оси в кристалле показано на диаграмме (фиг. 2). Поверхность соприкосновения индивидов в таких сростках почти всегда неправильная и не совпадает с сильными гранями кристалла, как и в сростках, исследованных Ицкисоном.

Кроме того, в шлифах отыскивались близко друг к другу расположенные, но разобщенные кристаллы, с более или менее параллельным расположением одной из плоскостей спайности по (110). Федоровские измерения показали, что такие сочетания почти всегда дают картину двойниковости, правда не очень точную. В трех случаях (см. табл. 1, №№ 6—8 и фиг. 2) невозможность соприкосновения индивидов была подтверждена специальным графическим построением.



Фиг. 2. Расположение проекций двойниковых осей в отдельных сростках и в парных (двойниковых) сочетаниях разобщенных кристаллов. 1—сростки, исследованные М. И. Ицкисоном; 2—сростки, исследованные автором; 3—оси геометрических двойников разобщенных кристаллов, по материалам автора; 4—проекции граней и осей зон.

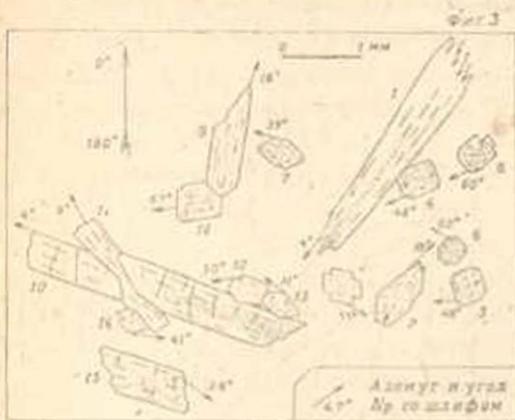
Табл. 1

Координаты двойниковой оси в отдельных сростках и в парных (двойниковых) сочетаниях разобщенных кристаллов. Цифры в градусах, с точностью до  $\pm 0,5^\circ$ .

	Номер шлифа	Ng	Nm	Np	Примечания
1	11—120	78	75	20	Сросток
2	11—130	74	49	49	.
3	.	76	81	18	.
4	.	15	77	81	.
5	6—000	75	84	18	.
6	11—119	75	37	57	Сочетания раз-
7	.	53	40	76	общенных кри-
8	11—120	48	44	80	сталлов

Для сравнения на фиг. 2 показаны также и данные Ицкисова, которые можно толковать двояко, ибо у него оси индикатрисы Ng

и  $Nm$  не совпадают с кристаллографическими осями (см. выше). По первому толкованию, основываясь на взаиморасположении индикатрис,



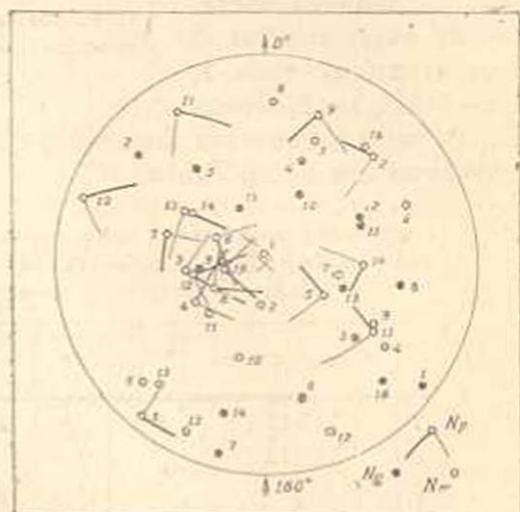
Фиг. 3. Зарисовка группы из 16 кристаллов. Для каждого кристалла показаны: номер в группе, азимут восходящего направления оси  $Np$  (стрелка) и угол ее с плоскостью шлифа.

является очень характерным совершенно незакономерное расположение двойниковых осей, в корне противоречащее теориям двойниковых образований (фиг. 2). Основываясь на этом, мы должны были бы сделать вывод, что все эти „двойники“ являются только случайными сростками и сочетаниями кристаллов, т. е. ложными двойниками.

Для подтверждения этого вывода был проведен третий этап исследования. С этой целью был взят случайный шлиф (№ 11—123) и в нем была исследована группа скученно расположенных 16 кристаллов разной величины (фиг. 3). В каждом из кристаллов было определено положение оптической индикатрисы (фиг. 4) и после этого была проверена на двойниковость каждая пара кристаллов.

рис, координаты двойниковых осей будут те же, что и у Ициксона. По второму толкованию, если основываться на взаиморасположении плоскостей спайности по (110) обоих индивидов, координаты будут равны  $71^\circ$ ,  $71^\circ$  и  $18^\circ$ . Причина ненормального положения индикатрисы в кристаллах, исследованных Ициксоном, остается для нас неизвестной.

Для всех этих „двойниковых“ сочетаний кристаллов, как соприкасающихся, так и разобщенных, яв-



Фиг. 4. Расположение оптической индикатрисы в группе из 16 кристаллов. Для облегчения чтения диаграммы дуги главных сечений индикатрисы показаны в каждом кристалле только около оси  $Np$ , притом жирной линией для дуги, соединяющей ее с осью  $Ng$ .

В этой группе каждый отдельный кристалл может дать с другими по 15 парных сочетаний, а общее число таких равно 120. Проверка показала, что „двойники“ образует каждый из 16 кристаллов, притом в количестве от 2 до 6, т. е. от 13 до 40, а в среднем около 27% от возможного числа сочетаний. В „двойниковом“ расположении находятся следующие кристаллы:

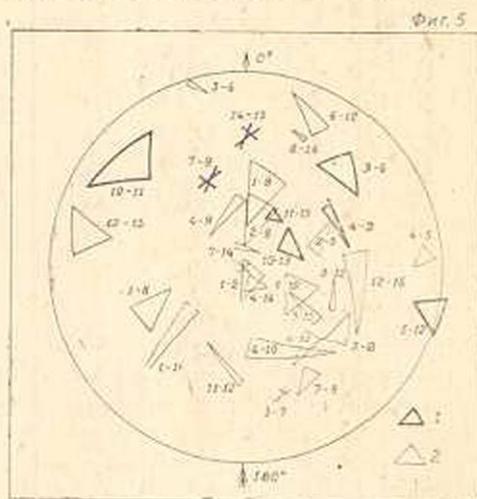
№ 1 с №№ 2, 6, 8, 16	№ 9 с №№ 4, 7
„ 2 „ „ 1, 5, 8	„ 10 „ „ 4, 6, 11, 13
„ 3 „ „ 4, 6, 7, 8, 12	„ 11 „ „ 10, 12, 15
„ 4 „ „ 3, 5, 8, 9, 10, 14	„ 12 „ „ 3, 5, 6, 11, 15, 16
„ 5 „ „ 2, 4, 12, 15	„ 13 „ „ 6, 10
„ 6 „ „ 1, 3, 10, 12, 13	„ 14 „ „ 4, 7, 15
„ 7 „ „ 3, 8, 9, 14	„ 15 „ „ 5, 11, 12, 14
„ 8 „ „ 1, 2, 3, 4, 7, 16	„ 16 „ „ 1, 8, 12

Общее число таких сочетаний во всей группе равно 32, т. е. около 27% от возможного их количества.

В 8 случаях, т. е. в 6,5%, геометрическая двойниковость оказалась очень точной, почти как у свежих плагиоклазов (фиг. 5, сочетания 3—4, 3—7, 3—12, 7—9, 7—14, 8—16, 11—12 и 14—15), причем только в двух из них (7—9 и 14—15) кристаллы соприкасаются, и то лишь вне шлифа, на их продолжении. В остальных же 6 случаях кристаллы совершенно не могут соприкоснуться. Затем, в 24 сочетаниях геометрическая двойниковость оказалась, в большинстве, мало точной, причем и здесь лишь в небольшом числе случаев (3—6, 4—8, 5—12, 10—11, 10—13 и 11—15) кристаллы действительно соприкасаются или могут соприкасаться на их продолжении.

Координаты „двойниковых“ осей во всех 32 случаях определялись как половина угла между одноименными осями индикатрисы и даны в таблице 2 с точностью до  $\pm 0.5^\circ$ . На фиг. 6 „двойниковые“ оси нанесены по этим координатам на проекцию кристалла.

На фиг. 6 ясно видно, что оси двойниковых сочетаний как у действительных сростков, так и у разобценных кристаллов распо-



Фиг. 5. Треугольники погрешностей „двойниковых“ осей в группе из 16 кристаллов. 1—кристаллы соприкасаются в шлифе или вне шлифа на их продолжении. 2—кристаллы совершенно не соприкасаются.

Таблица 2

Координаты двойниковых осей в группе из 16 кристаллов. Цифры с точностью до 0,5°, в градусах.

№ № кристаллов	$N_g$	$N_m$	$N_p$	Точность двойника	Наличие соприкасания кристаллов
1-2	81,5	14	78,5		
1-6	70	55	40,5		
1-8	72,5	35	61		
1-16	84	56	34,5		
2-5	79	59,5	33		
2-8	65,5	49	50,5		
3-4	46,5	43,5	82		
3-6	74	21	78,5		Соприкасаются
3-7	33	58,5	81,5	Хорошая	
3-8	14,5	80	81,5		
3-12	27	63	88	Хорошая	
4-5	67	42	56,5		
4-8	34	56,5	84		Соприкасаются
4-9	37	85	53,5		
4-10	82	31	60		
4-14	64	57,5	44		
5-12	51	57,5	56		Соприкасаются
5-15	76	87	13,5	Удовлетвор.	
6-10	49	52,5	62		
6-12	47,5	45	78,5		
6-13	25,5	66,5	80		
7-8	46,5	49	73		
7-9	52	76,5	41,5	Хорошая	Соприкасаются
7-14	83,5	40,5	50	Хорошая	
8-16	72	18	84,5	Хорошая	
10-11	74,5	77,5	20		Соприкасаются
10-13	26,5	73	71		Соприкасаются
11-12	88	35	55,5	Хорошая	
11-15	30	72	66,5	Удовлетвор.	Соприкасаются
12-15	61	59,5	43,5		
12-16	34	57,5	82,5		
14-15	41	52	75,5	Хорошая	Соприкасаются

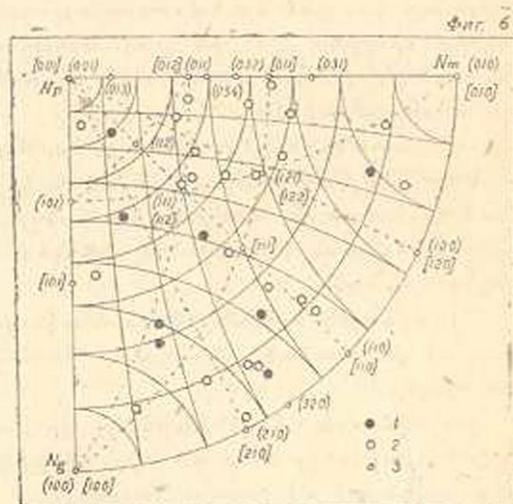
жены по отношению к кристаллу андалузита вполне равномерным и в то же время „диким“ образом, лишь в очень редких случаях (да и то почти всегда у совершенно разобращенных кристаллов) совпадая с проекциями граней или осей зон. Вместе с тем в данной группе из 16 кристаллов количество таких „двойников“, как очень точных, так и мало точных, достаточно хорошо совпадает с найденной нами

выше теоретической вероятностью возникновения ложных двойников. Таковая была определена нами в 20%, в том числе 4% „двойников“ высокой точности, реально же мы имеем 27%, в том числе 6—7% случаев высокой точности. При этом 75% „двойников“ (как точных, так и мало точных) в исследованной нами группе принадлежат кристаллам, совершенно не соприкасающимся друг с другом.

На основании всего этого можно считать вполне установленным, что двойникового типа сростки, описанные Ицкисоном и наблюдавшиеся нами, представляют ложные двойники, вероятность возникновения которых у андалузита, в силу наличия у него трех плоскостей симметрии, очень высока и определяется, примерно, в 5—20%, в зависимости от желательной точности геометрической картины таких двойников.

Проведенное нами исследование показывает также, что нужна большая осторожность при установлении нового и, тем более, мало вероятного закона двойникования у кристаллов, обладающих тремя взаимно перпендикулярными плоскостями симметрии, так как легко ошибиться, приняв ложные двойники за действительные.

На это обстоятельство до сих пор обращалось, повидимому, мало внимания. Показателем этого может служить то, что в течение шести лет, после появления статьи Ицкисона, нам не пришлось встретить ни в печати, ни в устных высказываниях тех или иных возражений против его выводов.



Фиг. 6. Расположение проекций „двойниковых“ осей в группе из 16 кристаллов по отношению к кристаллографическим элементам андалузита. 1—кристаллы соприкасаются в шлифе или на их продолжении вне шлифа. 2—кристаллы совершенно не соприкасаются. 3—проекции граней и осей зон

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ицкисон М. И.—Двойник андалузита из контактово-метасоматических пород ледника Сонгутидон (Северный Кавказ) Изв. АН СССР, серия геологическая, № 2, 1940.
- 2 Никитин В. В.—Универсальный метод Федорова. Вып. 3, 1915.
- 3 Goldschmidt V.—Atlas der Krystallformen, Heidelberg, 1913.
- 4 Hintze C.—Handbuch der Mineralogie. Bd. 2, 1897.

## Լ. Ա. Վարդանյանց

Հայկական ՍՍԻ ԳԱ ԲՆԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԳՐԱԴԱՐԱՆ

## ԱՆԴԱԼՈՒՋԻՏԻ ԿԵՂՄ ԿՐԿՆԱՐՅՈՒՐԵԿՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

## Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հեղինակը հետազոտել է անդալուզիտի կեղծ կրկնարյուրեղների առաջացնելու հնարավորությունը հարցը թեորենտիկ ստուգումը ցույց է տալիս, որ անդալուզիտի, ինչպես նաև ուսմալիի բիպիրիտի կարգի յուրաքանչյուր բյուրեղի մոտ երկու անհատ միշտ պետք է դանդիկ երկրաչափական կրկնարյուրեղների դիրքում, եթե նրանց մոտ պատահաբար համընկնում է համաչափության այս կամ այն հարթության վրա ընկած մի որևէ համանուն վեկտոր Այդպիսի պատահական զուգակցությունների հավանականությունը, կախված կրկնարյուրեղային պատկերի երկրաչափական ճշտությունից, որոշվում է  $5-20\%$ -ով: Այդպիսի կրկնարյուրեղների առանցքը հանդիսանում է երեք պրիզմատիկ հարթությունների զոնայի առանցքը, իսկ հարթությունները հաջորդաբար զուգահեռ են համաչափության X, Y և Z առանցքներին: Եթե այդ հարթությունները միաստանանակ հանդիսանում են նաև բյուրեղի իսկական կողերը, ապա կրկնարյուրեղն իսկական է. հակառակ դեպքում նա հանդիսանում է կեղծ կրկնարյուրեղ: Այդպիսին կարող է առաջանալ ինչպես հալոդ, այնպես էլ անջատված բյուրեղների մոտ:

Հյուսիսային Կովկասի Փոքր Մուկուլանի հանքավայրի նմուշների վրա կատարած փորձնական ստուգումը հաստատեց վերոհիշյալ հետևությունը:

Հետազոտման են ենթարկվել մի քանի աճակցորդներ և զույգ անջատված բյուրեղներ և, բացի այդ, մի շիֆում ուսումնասիրվել է 16 բյուրեղից բաղկացած մի խումբ: Պարզվեց, որ այդ խմբի 120 հնարավոր զույգ զուգակցություններից 32-ը ( $27\%$ ) զանազան ճշտության երկրաչափական կրկնարյուրեղներ են: Ընդ որում այդպիսի կրկնարյուրեղներից միայն 8-ի մոտ (զբանց թվում նաև երկու ճշգրիտների մոտ) անհատներն իսկապես հավում են կամ կարող են հավելի նրանց շարունակության վրա: Մնացած 24 դեպքերում (զբանց թվում 6 շատ ճիշտ երկրաչափական կրկնարյուրեղներ) բյուրեղները միանգամայն անջատված են և չեն հավում:

Հեղինակը դալիս է այն եզրակացություն, որ անդալուզիտի մոտ աճակցորդների բոլոր դեպքերը երկրաչափական կրկնարյուրեղների դատկերով և կրկնարյուրեղներ կազմելու փոքր հավանականությամբ հանդերձ ներկայացնում են կեղծ կրկնարյուրեղներ: Նմանների գոյացումը պայմանավորված է համաչափության XY, XZ և YZ հարթություններից մեկի վրա ընկած երկու անհատների համանուն վեկտորների համընկնման մեծ հավանականությամբ: Հեղինակը կեղծ կրկնարյուրեղների թվին է վերադրում նաև այն աճակցորդը, որը Մ. Ի. Իցիկսոնը նկարագրել է որպես  $\perp(213)$  կանցնի կրկնարյուրեղ:

Л. А. Авакян

## История находок ископаемых четвертичных млекопитающих Армении

За истекшее столетие остатки ископаемых четвертичных млекопитающих (слон, носорог, первобытный бык, лошадь, олень и др.) в Армении были выявлены в большом количестве. Однако, в большинстве случаев они, к сожалению, не дошли до нас. Они либо передавались музеям (Тифлис, Петербург), либо из-за отсутствия на месте специалистов и средств оставались без внимания и терялись.

Все находки остатков происходили случайно—при производстве строительных или земляных работ; специальные раскопки с этой целью до настоящего времени не проводились.

Историю находок остатков ископаемых четвертичных млекопитающих в Армении можно разбить на два периода. Первый—от начала второй половины прошлого века до установления Советской власти в Армении, второй—с начала установления Советской власти до наших дней.

Первые указания о находках остатков крупных четвертичных млекопитающих мы встречаем у академика Г. Абиха [1] в описании геологии Александропольского (Ленинakanского) района. Он упоминает об остатках четвертичной фауны, случайно найденных во время строительства городской крепости, которые, по мнению акад. Брандта, по всей вероятности, должны были принадлежать мастодонту и оленю. Более точное их определение было затруднено вследствие их плохой сохранности. Таким образом, упоминание акад. Абиха имеет только лишь историческое значение, т. к. для нас неясны ни время, ни точное место их нахождения, ни принадлежность к определенным видам, ни положение в геологическом разрезе, не говоря уже о том, что описание приведенного геологического разреза этого района слишком схематично и не соответствует современному о нем представлению.

В 1886 г. Полиг упоминает о многочисленных остатках мамонта (*Elephas primigenius* Blum.) из разных мест Кавказа и в том числе из Александрополя хранящихся в Тифлисском музее.\*

\* Согласно указаниям Е. И. Беляевой [2].

Более поздние и более подробные данные о находках остатков ископаемой четвертичной фауны мы встречаем у Н. И. Каракаш [8], который указывает, что во время строительства магистрали ж. д. линии Тифлис—Карс, у с. Налбанд, при производстве земляных работ, на глубине около 10 м были обнаружены обломки бивней, коренных зубов и других частей скелетов мамонта, а также зуб лошади (*Equus caballus*). Найденные обломки бивней мамонта были различной величины: от 7,5 см в диаметре при длине в 120 см до 20 см в диаметре при длине в 210 см. Коренные зубы были также различных размеров; наибольшие достигали 25 см длины.

В том же сообщении Каракаш упоминает также о находках обломков бивня мамонта в конгломератах берегов р. Дебед на 115-ом км ж. д. линия. Наиболее интересно его указание на то, что «до сих пор находок мамонта на Малом Кавказе не было и эти находки являются первыми». Однако непонятно, на основании каких данных Каракаш так определенно относит находки этих остатков к *Elephas primigenius* и *Equus caballus*.

Какая участь постигла эти остатки—куда они были перенесены и что с ними стало впоследствии, об этом почти ничего неизвестно. По всей вероятности, в результате невнимательности и переброски их с места на место они в большинстве были растеряны и уничтожены.

Здесь же необходимо отметить, что проф. Х. Самуэлян [13] упоминает о находках остатков мамонта в Лорийском уезде. Он пишет: «Остатки костей мамонта были обнаружены и ранее в разных местах Армении, как например, в Лорийском уезде, близ слияния р. р. Дебед\* и Памбак, затем в окрестностях Хныса (Турция), которые в настоящее время хранятся в Лондоне, в Британском музее, под названием „*Elephas armeniacus*“ (стр. 108). Повидимому, проф. Х. Самуэлян имел в виду сообщение Каракаша, т. к. в Лорийском уезде случаи других находок остатков мамонта пока неизвестны. Остается только непонятным почему он об этом не упоминает.

В конце прошлого столетия (точная дата неизвестна) Кавказский музей приобрел две пары крупных оленьих рогов (*Cervus elaphus* L.), которые были найдены в бассейне оз. Севан и по Г. И. Радде (11) «являются самыми крупными в коллекции музея».

Все эти интересные находки обесцениваются тем, что о них у нас нет полных сведений.

С 1900 г. до установления Советской власти в отдельных местах Армении, также случайно, были обнаружены остатки костей ископаемых четвертичных млекопитающих, о которых, в большинстве случаев, нет точных и подробных сведений. Только незначительная часть их отправлена в музеи Тифлиса и Петербурга, а большая часть вследствие невнимательного отношения, на месте же уничто-

\* По всей вероятности Дзоргет (Л. А.).

жена. Так например, согласно отдельным устным и письменным сообщениям, в песчаных карьерах в окрестностях Александрополя случайно было обнаружено большое количество обломков бивней и разных частей скелета мамонта. Бивни были переданы в музей Тифлиса, как об этом указывает проф. Самуэлян.

До установления Советской власти в Армении (дата неизвестна), близ с. Баяндур, Александропольского уезда, был найден череп первобытного быка, который, к счастью, уцелел и был отправлен в Петербург. Этот череп в настоящее время хранится в Зоологическом Мезее Академии Наук СССР (инвентарный № 1138, *Bos primigenius*), подробное описание которого дает В. И. Громова в своей монографии ([6] стр. 313, табл. III, рис. 1 и табл. V, рис. 4).

Такова краткая история находок до установления Советской власти в Армении.

Как видим, находки этого времени в большинстве случаев, по разным причинам не сохранились и не дошли до нас, почему и имеют только историческое значение и могут служить лишь дополнительным материалом к последующим находкам четвертичной фауны Армении.

После установления Советской власти в Армении начинается новый период, когда находки остатков четвертичной фауны становятся более частыми, когда отдельные организации и лица проявляют к ним большой интерес и когда уделяется также внимание вопросу хранения остатков. В основном этот новый период начинается с 1928 г. — со времени значительных находок в г. Леникане. Прежде чем перейти к последним, считаем необходимым упомянуть также о некоторых находках 1925—1927 г. г. в бассейне оз. Севан.

В 1925 г. на берегу оз. Севан, вблизи истоков р. Раздан (Зангу), при земляных работах был обнаружен череп крупного рогатого животного, который был разбит рабочими на несколько частей. Последние были собраны руководителем работ Зурабяном и переданы в Сельскохозяйственный Музей Армении, а впоследствии пересланы для определения в Зоологический Музей Ак. Наук. СССР, где А. А. Бяльницкий-Бирюля установил, что череп принадлежит зубру. В настоящее время этот череп хранится в Зоологическом Институте Ак. Наук СССР [инв. № 13284, *Bison ponasus* var. (aff. *major* Hillzh.)], описание которого приводится В. И. Громовой в другой монографической работе ([7], стр. 159, табл. XII, рис. 4—5.)

В 1925—27 г. г. на северо-восточном побережье оз. Севан (в Базрегарском и Красносельском районах) местными жителями часто находились отдельные фрагменты рогов оленя, которые передавались в Сельскохозяйственный Музей Армении. Об этом имеются упоминания у А. Б. Шелковникова [12], экспедицией которого в 1927 г., при изучении обледенности берегов оз. Севан в прошлом, в районе с. Мазра были обнаружены остатки рогов оленя.

Среди находок остатков ископаемой четвертичной фауны мле-

копитающих первое место занимают находки в окрестностях г. Ленинанкана. Место находок в г. Ленинанкане, известное под названием „Казачий пост“, находится на южной окраине города, на территории, принадлежащей воинским казармам и Мясокомбинату, и известно своими песчаными карьерами, при эксплуатации которых часто находились остатки костей ископаемых животных. По словам жителей г. Ленинанкана, а также по заявлению работников песчаных карьеров, начиная еще с 1923 г. до последних дней, в карьерах находили в большом количестве остатки ископаемых животных, большинство которых после долгого пребывания на месте, по невнимательности было уничтожено. Должное внимание было уделено им только после находок в мае 1928 г., когда в песчаных карьерах случайно было открыто целое кладбище, содержащее в основном остатки костей слона и некоторых других животных. Эти находки вызвали большой интерес среди местного населения; ими заинтересовались также некоторые археологи. Комитет Охраны Исторических Памятников Армении командировал в г. Ленинанкан одного из своих сотрудников, который переслал часть этих находок (весом около 300 кг) в г. Ереван.

Об этих находках в газете „Хорурдаин Айастан“ от 15 и 16 июня 1928 г. были помещены две маленькие заметки „Исключительная находка“ и „Находки остатков ископаемых животных в Ленинанкане“. В первой заметке сообщалось: „При земляных работах в г. Ленинанкане, в пределах территории бывшего „Казачьего поста“ обнаружены основные части скелета мамонта или его предка.

Это животное в науке известно, как *Elephas armeniacus*. Обнаружены также кости носорога, северного оленя и быка доледникового периода. Кости, вследствие своих крупных размеров и хорошей сохранности, представляют большую научную ценность“.

О находках в Ленинанкане более подробные сведения сообщает проф. Х. Самуэлян, который, в своей работе [13], в главе „Палеолит“, наряду с другими доказательствами приводит ленинанканские находки, как основание для предположения о наличии палеолита в Армении. Автор пишет:

„Большую археологическую ценность представляют кости мамонта, которые обнаружены случайно, большей частью в Шираке, в Ленинанканском уезде. Они впервые здесь были обнаружены еще при царской власти. Найденные бивни в настоящее время хранятся в музее Тифлиса. Бивни последующей находки хранятся в Ереване в нашем Государственном Музее. Затем в 1927—28 г., также случайно, четыре раза были найдены разные ископаемые остатки. Чрезвычайно интересна последняя находка в мае 1928 г. („Х. А“. 1928 г. № 139 и 140), когда вместе с бивнями и костями мамонта были обнаружены также обломки костей животных четвертичного периода, современных мамонта—пещерного медведя (*Ursus spelaeus*), гигантского

олени (*Cervus megaceros hibernicus*), первобытного быка (*Bos primigenius*). Эти последние определения далеко еще не точны и нуждаются в проверке\* (стр. 108).

Относительно остатков ископаемой фауны Ленинакана имеются упоминания также в некоторых трудах проф. В. В. Богачева [3, 4, 5]. Так, например, в одной из них он пишет: „Наконец, в самых верхних горизонтах суглинков с вулканическим пеплом, около г. Ленинакана найдена богатая фауна четвертичных млекопитающих: слоны, лошади, быки (*Bison latifrons*), олени и др., ожидающая еще изучения“ [3, стр. 42].

В книге „Бинагады“ [4], В. В. Богачев указывает: „Около Ленинакана в Армении тоже была собрана фауна с *Bison priscus*, *Megaceros*, *Cervus elaphus*, *Equus caballus*, но *Elephas (armeniacus)* был найден в более глубоком горизонте“ (стр. 53).

Наконец, в одной из последних своих работ [5], в „Списке ископаемых млекопитающих, найденных в третичных и послетретичных отложениях Закавказья“, автор указывает не только определения, но и возраст ленинаканских находок. Остатки *Megaceros sp. (hibernicus?)*, *Bos (Bison) priscus s. latifrons* Harl. и *Cervus elaphus maral Ogilby* он считает четвертичными (без подразделений), а *Elephas armeniacus* Falc. верхне-плиоценовым (апшеронский ярус и его эквиваленты).

О ленинаканских находках упоминается также в работах действительного члена АН Арм. ССР К. Н. Паффенгольца [9, 10].

Как видим, о ленинаканских находках имеется незначительное количество указаний, которые, однако, по существу являются повторениями и подлежат серьезной критике. Так, статьи, помещенные в газете „Хорурдаин Айастан“, писались не специалистами, а потому приведенные в них определения остатков вызывают сомнения. Эти статьи представляют ценность только с точки зрения указания места и времени находок.

Из имеющихся данных самым осторожным нужно считать указание Х. Самуэляна. Несмотря на то, что он также дает определения найденных форм, которые, по всей вероятности, берет из газетных статей и со слов некоторых лиц, однако, он совершенно справедливо указывает, что „эти последние определения далеко не полны и нуждаются в проверке“.

Что касается указаний Богачева, то надо отметить, что он не имел возможности лично заниматься изучением этих остатков. Только после одного беглого просмотра части последних он в дальнейшем, в некоторых своих работах упоминает о ленинаканских находках, давая им то или иное определение и возраст. Повидимому, Богачев считал свои определения лишь предварительными, о чем свидетельствуют его слова, что „около г. Ленинакана найдена богатая фауна четвертичных млекопитающих, ожидающая еще изу-

чения" (подчеркнуто нами Л. А.). Мы вполне разделяем последнее мнение.

Указав на некоторые скудные литературные данные о ленинканских находках, считаем необходимым в нескольких словах охарактеризовать последние.

Ленинканская фауна по своему характеру, составу и объему занимает особое место среди находок в Армении. Прежде всего следует отметить, что находки до 1928 г. почти ничего не дают, так как представляют остатки отдельных частей скелета слона, а с другой стороны, вследствие небрежного к ним отношения и перехода из рук в руки, они в большинстве случаев не дошли до нас. Только находки 1927—1928 г. г., вследствие своего разнообразия и богатства, заслуживают изучения: значительное количество остатков костей слона, лошади, носорога, верблюда, причем преобладают остатки слона и не только одного индивида, а нескольких.

После упомянутых находок в Ленинкане до настоящего времени не обнаружено более или менее ценных и заслуживающих внимания остатков. На основании устных заявлений местных жителей за это время были найдены только отдельные незначительные части костей, которые часто уносились домой работниками, а иногда передавались в музей. Из них достойна упоминания только находка в районе Мясокомбината в мае 1941 года. Здесь, при земляных работах, на глубине 1,5 м рабочими были обнаружены остатки древней материальной культуры и одна реберная кость мамонта длиной в 1,5 м. Эти находки были перенесены в краеведческий музей („Севетакан Айастан“ от 3 июня 1941 г. за № 129, заметка\* Реберная кость мамонта\*).

В истории находок ископаемой четвертичной фауны Армении особое место занимает находка черепа первобытного быка. В январе 1940 г. в песчаных карьерах около сел. Эйлас Загигбасарского района (12 км ЮЗ от г. Еревана), на глубине 2 м, рабочими был обнаружен громадный череп первобытного быка, который впоследствии перевезен в Геологический Музей.

В конце августа 1946 г. в Геологический Музей было сообщено о том, что при земляных работах в вышеуказанном месте найдена кость ископаемого животного. Автор настоящей статьи, посетивший место находки, выяснил, что кость (бедро) принадлежит слону и, сделав необходимые наблюдения, находку доставил в музей (см. газету „Коммунист“ 31 августа 1946 г. № 205, заметку „Находка у с. Эйлас“). Эта находка имеет исключительное значение, так как среди находок в Армении является единственной, которая найдена *in situ* (условия всех прежних находок нам неизвестны, т. к. они переданы в музей через вторые руки и без каких-либо данных).

В том же году старший научный сотрудник Зоологического Института Академии Наук Арм. ССР С. К. Даль в школе районного центра Азизбеков (Азизбековский район) обнаружил огромный суб-

фоссильный череп оленя, который был найден в окрестности с. Кабахлу пастухом в 1939 г. в делювиальных отложениях (см. газеты „Коммунист“, 19 сентября 1946 г. № 220, заметку „Научная экспедиция“). Эта находка в настоящее время хранится в Зоологическом Институте Академии Наук Арм. ССР.

Такова краткая история находок ископаемых четвертичных млекопитающих на территории Армении за последнее столетие. Считаем необходимым остановиться и на вопросе об их хранении. В этом деле значительную роль сыграли Ленинаканский Краеведческий Музей, Комитет Охраны Исторических Памятников Армении и, особенно, Музей Института Геологических Наук Академии Наук Арм. ССР. Не останавливаясь на том, какая участь постигла остатки, отправленные в Тифлисский и другие музеи, мы изложим историю хранения находок в Армении с 1928 г. с даты значительных находок в г. Ленивакане. Как было указано выше, некоторая часть ленинаканских находок была уничтожена рабочими в процессе разработок песчаных карьеров; остальная же часть была доставлена в Ленинаканский Краеведческий Музей, и позже Комитетом Охраны Исторических Памятников Армении была передана в Ереванский Исторический Музей.

Организованный проф. О. Т. Карапетяном в июне 1937 г. в г. Ереване Геологический Музей впоследствии сыграл большую роль в деле сбора и хранения четвертичной ископаемой фауны. В экспозиции музея находилась часть остатков ленинаканской фауны, перевезенная туда из Исторического Музея.

Летом 1942 г. научным сотрудником Геологического Музея А. А. Асатрянном были перевезены из Ленинаканского Краеведческого Музея остатки фауны. Среди них наибольшего внимания заслуживали многочисленные коренные зубы, позвонки и кости конечностей слона, нижняя челюсть и остатки копыт лошади и часть нижней челюсти носорога, найденные в Ленивакане еще в 1927—28 г.г. Материал был доставлен в плохом состоянии. Большая его часть при приемке и перевозке была разбита на отдельные куски и в той или иной мере повреждена.

В настоящее время эти находки смонтированы, выставлены в экспозицию музея и находятся в процессе изучения.

В составе ископаемой четвертичной фауны Армении установлены: слон (*Elephas trogontherii*), носорог (*Rhinoceros Mercki*), лошадь (*Equus stenonis*), верблюд (*Camelus Knoblochii*), бык (*Bos primitivus*) и олень (*Cervus sp.*).

Ископаемые четвертичные млекопитающие Армении представляют значительный палеофаунистический интерес. Их изучение имеет большое значение для восстановления четвертичной истории Армении.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абиx Г.—Геология Армянского нагорья. Западная часть. Пятигорск, 1899.
2. Беляева Е. И.—*Elephas trigontherii* Pohl. Таманского полуострова. Тр. геол. и минералог. музея Т. V, вып. 1, 1925. Ленинград.
3. Богачев В. В.—Вопросы зоогеографии Кавказа и его геол. история. Изв. АзФАН, № 4—5, 1938, Баку.
4. Богачев В. В.—Бинагады, кладбище четвертичной фауны на Апшеронском полуострове, 1939, Баку.
5. Богачев В. В.—Палеонтолог. заметки. Тр. АзФАН, том IX/39, 1938. Баку.
6. Громова В. И.—Первобытный бык или тур (*Bos primigenius* Vo.) в СССР. Ежегодник зоолог. музея. XXXII, 3, 1931, Ленинград.
7. Громова Вера—Первобытный зубр (*Bison priscus* Vojanus) в СССР. Тр. Зоолог. Ин-та АН СССР, т. II, вып. 2—3, 1935; Москва—Ленинград.
8. Каракаш Н. И.—О новых находках остатков мамонта на Малом Кавказе. Дневник X съезда русских естествоиспытателей и врачей в Киеве, 1898.
9. Паффенгольц К. Н.—Геологическая карта Кавказа, масштаб 1:200.000, лист К—38—XXVI (Ленинаканский). Рукопись, Ереван, 1944, Фонд Арм. Геол. Упр.
10. Паффенгольц К. Н.—Бассейн озера Гокча (Севан), 1934, Ленинград—Москва.
11. Радде Г.—Коллекции Кавказского музея, т. I, зоология, 1899, Тифлис.
12. Шелковников А. Б.—Облесенность берегов озера Севан в прошлом. Бассейн озера Севан (Гокча). Т. I, 1929, Ленинград.
13. Սամսելյան Խ.—Հին Հայաստանի կուլտուրան. I հատոր, Երևան, 1931.

## I. Ա. Ավագյան

## ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԲՐԱԾՈ ՉՈՐՐՈՐԴԱԿԱՆ ԿԱՅՆԱՍՈՒՆՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ՊԱՏՄՈՒԹՅՈՒՆԸ

## Ո Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Անցյալ դարի ընթացքում Հայաստանում չորրորդական կաթնասուն ֆաունայի (փիղ, ռնգեղջյուր, նախնադարյան եղ, ձի, ուղա, եղջերու և այլն) բրածո մնացորդների բազմաթիվ հայտնաբերումներ են եղել, որոնք դժբախտաբար մեծ մասամբ մեզ չեն հասել, կամ նախկինում հանձնվել են տարբեր թանգարանների, կամ մասնագետների ու միջոցների քացակալության հետևանքով մասնվել են անուշադրության և ոչնչացել:

Բոլոր մնացորդները հայտնաբերված են պատահականությամբ, շինարարական կամ հողային աշխատանքների կատարման ընթացքում: Հատուկ պեղումներ կամ հետազոտական աշխատանքներ այդ ուղղությամբ երբեք չեն կատարվել:

Հայաստանում չորրորդական դարաշրջանի կաթնասուն ֆաունայի բրածո մնացորդների հայտնաբերման մասին առաջին անգամ որոշ տեղեկություններ տալիս է ակադեմիկոս Հերման Աբրիխը [մասնողոտնաի և եղջերուի մնացորդների հայտնաբերման Ալեքսանդրոպոլ (Լենինական) քաղաքի բերդի կառուցման աշխատանքների ընթացքում]:

1886 թ. Պոչոկը հիշատակում է մամոնտի (*Elephas primigenius*) բազմաթիվ մնացորդների հայտնաբերում Կովկասում, այդ թվում և Ալեքսանդրոպոլում, որոնք պահվում են Թիֆլիսի թանգարանում:

Հետազայում բրածո չորրորդական կաթնասունների մնացորդների հայտնաբերման մասին ավելի մանրամասն տեղեկություններ է տալիս Ն. Ի. Կարակաչը, որը հիշատակում է Թիֆլիս—Կարս երկաթգծի շինարարության ընթացքում նախանդ գյուղի մոտ հայտնաբերված մամոնտի և ձիու (*Equus caballus*) բազմաթիվ մնացորդների մասին:

Այսչյալ դարի վերջերին Կովկասի թանգարանը Սևանի ավազանից ձեռք է բերում եղջերուից (*Cervus elaphus L.*) երկու զույգ խոշոր եղջյուրներ, որոնք բառ Գ. Ի. Ռադդեյի շնորհիվ ստանում էին թանգարանի ունեցած կոլեկցիայի ամենամեծ եղջյուրները:

Յարական տիրապետության օրոք Ալեքսանդրոպոլի գավառի Բայանդուր գյուղի մոտ հայտնաբերվում է նախնադարյան եղան գանգ, որը ուղարկվում է Պետերբուրգ: Այդ գանգը ներկայումս պահվում է ՍՍՌՄ Գիտությունների Ակադեմիայի Զոոլոգիական թանգարանում. դրա մանրամասն նկարագրությունը տվել է Վ. Ի. Գրոմովան:

1925 թվին, Սևանի ափին, Հրազդան (Ջանգու) գետի արտահոսքի մոտ, հողային աշխատանքներ կատարելու ժամանակ, հայտնաբերվում է դուրբի գանգ: Այդ գանգը պահվում է ՍՍՌՄ Գիտությունների Ակադեմիայի Զոոլոգիական Ինստիտուտում. նկարագրությունը նույնպես տվել է Վ. Ի. Գրոմովան:

1925—27 թվերի ընթացքում, Սևանի հյուսիս-արևելյան ափին (Բասարգեչարի և Կարմիրի շրջան) տեղական բնակիչների կողմից բազմաթիվ անգամ հայտնաբերվել են եղջերույի եղջյուրների մնացորդներ, որոնք հանձնվել են Հայաստանի Գյուղատնտեսական թանգարանին: Այս մասին ունի հիշատակություն Ա. Բ. Շելիովիչի կողմից, որի արշավախումբը 1927 թ. Մաղրայի շրջանում նույնպես հայտնաբերել է նման մնացորդներ:

Հայաստանի չորրորդական կաթնասուն ֆաունայի բրածո մնացորդների հայտնաբերման պատմության մեջ հիմնական և առաջնակարգ տեղ են գրավում Լենինական քաղաքի շրջակայքի հայտնաբերումները, Այստեղ «Կաղաչի Պոստ»-ի ավազահանքերի շահագործման ընթացքում, հաճախ հայտնաբերվել են բրածո կենդանիների (փիղ, ուղեղջյուր, ձի, ուղտ, եղջերու և այլն) բազմաթիվ մնացորդներ:

1940 թ. հունվարին Ջանգիբասարի շրջանի էյլաս գյուղի մոտ գտնվող ավազահանքերում (Երևանից 12 կմ հարավ-արևմուտք), 2 մ խորություն վրա, բանվորները հայտնաբերում են նախնադարյան եղան (*Bos primigenius*) շատ խոշոր գանգ, իսկ 1946 թ. օգոստոսին, փղի աղղրոսկը, որոնք փոխադրվում են Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի Զոոլոգիական Գիտությունների Ինստիտուտի թանգարանը:

1946 թվին Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի Զոոլոգիական Ինստիտուտը ձեռք է բերում եղջերուի սուբֆոսիլ գանգ, որը հայտնաբերվել էր 1939 թ. Ազիզբեկովի շրջանի Կարախու գյուղի շրջակայքում:

Ներկայումս այդ հայտնաբերումների մի մասը ցուցադրված է Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների Ակադեմիայի Զոոլոգիական Գիտությունների Ինստիտուտի թանգարանում և ուսումնասիրվում է:

Հայաստանի բրածո չորրորդական ֆաունայի կազմում ապացուցված է փղի (*Elephas trogontherii*), արնգեղջյուրի (*Rhinoceros Mercki*), ձիու (*Equus stenonis*), ուղտի (*Camelus Knoblochii*), եղան (*Bos primigenius*) և եղջերույի (*Cervus sp.*) առկայությունը:

Հայաստանի բրածո չորրորդական կաթնասունները ներկայացնում են պալեոֆաունիստիկական զգալի հետաքրքրություն, որոնց ուսումնասիրությունն ունի մեծ նշանակություն Հայաստանի չորրորդական դարաշրջանի պատմությունը վերականգնելու գործում:

Л. А. Вардавиц

Член-корреспондент АН Арм. ССР

### Способ исследования двуосности минералов при малом угле оптических осей

Минералы с малым углом оптических осей ведут себя при conoscopическом исследовании как одноосные минералы и с помощью этого метода, в обычной простой его форме, не удается обнаружить в таких минералах их оптическую природу. Обычный федоровский метод также не дает возможности установить такую двуосность, ибо сечение индикатрисы, перпендикулярное к острой биссектрисе, ведет себя так же, как и экваториальное сечение одноосных минералов, в связи с чем в этом сечении не удастся найти обычным способом ось Nm и тупую биссектрису.

Предельное значение угла оптических осей, при котором двуосность еще может быть установлена этими двумя методами, определяется достаточно точно по уравнению

$$\sin V = \sqrt{\frac{0,0002}{Ng - Np}} \quad (1)$$

где величина 0,0002 в числителе подкоренного выражения соответствует тому наименьшему двупреломлению исследуемого сечения, которое при обычной толщине шлифа в 0,027—0,030 мм дает разность хода лучей в 6 мк, а эта разность хода лучей является тем нижним пределом, который еще может быть уловлен человеческим глазом (для разных людей этот предел может меняться от 5 до 8 мк. См. также В. Н. Лодочников, [1]).

Сделав подсчеты по уравнению (1), мы найдем, что при  $Ng - Np \approx 0,006$  предельное значение угла  $2V$  близко к  $21^\circ$ ; при  $Ng - Np \approx 0,01$  оно близко к  $16-17^\circ$ ; при  $Ng - Np \approx 0,04$  предельное значение угла  $2V$  равно около  $8^\circ$ , и т. д. Близкое к этому значение предельного угла оптических осей указывает также и В. Н. Лодочников: „в шлифах обычной толщины: 1) угол  $2V$ , меньший  $20^\circ$ , у санидинов ( $Ng - Np = 0,007$ ) измерить не удается и такие санидины кажутся на федоровском столике одноосными; 2) при недостаточной внимательности могут показаться одноосными даже некоторые анортноклазы ( $Ng -$

$Np=0,007$ ) с углом  $2V=-35^\circ$ ; 3) только при внимательном наблюдении можно с полной уверенностью не только заметить, но и измерить угол  $2V=+25^\circ$  у силлиманита; . . . 5) никогда не обнаруживается аномальная двуосность—достаточно частая, например, у кварца или таких иногда бывающих аномально двуосными, минералов, как апатит, нефелин, циркон и т. д.\*

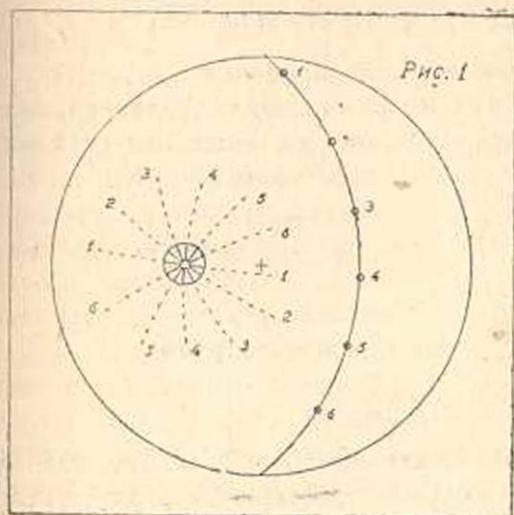
Все же распознавание двуосности и определение приблизительного значения угла  $2V$  в таких случаях вполне возможно, если угол этот не меньше половины или двух третей указанного выше предельного его значения при том или ином двупреломлении. Соответствующим способом автор пользуется с полным успехом уже более 10 лет.

Способ этот заключается в следующем. На федоровском столике обычными приемами определяем с наибольшей возможной точностью острую биссектрису и перпендикулярное к ней главное сечение индикатрисы. Для этого, как и в одноосном минерале, либо находим эту биссектрису путем ее совмещения с главной горизонтальной осью (ось восток—запад) федоровского столика, либо же, если такое совмещение невозможно (когда острая биссектриса составляет с нормалью к шлифу угол меньше  $30-35^\circ$ ), находим несколько перпендикулярных к острой биссектрисе векторов, которые определяют нужное нам сечение индикатрисы. Найдя 6—10 шт. таких векторов, прочерчиваем на диаграмме плоскость, перпендикулярную к острой биссектрисе, а затем находим и самую биссектрису, как полюс этой плоскости. После этого выбираем в этом сечении (перпендикулярном к острой биссектрисе) ряд векторов через интервалы в  $15-25^\circ$ , и затем совмещая каждый из этих векторов с осью восток—запад федоровского столика, исследуем их как ось  $Nm$ , т. е. в диагональном положении федоровского столика наклоняем шлиф к себе и от себя так, чтобы острая биссектриса прошла через центр поля зрения. При этом отмечаем помощью отсчетов в дуговых градусах продолжительность затемнения исследуемого зерна минерала и наносим на диаграмму векторы, соответствующие началу и концу затемнения.

Если у исследуемого минерала угол  $2V$  меньше половины приведенных выше предельных его значений, то все такие дуги, пересекающие ореол затемнения, окружающий острую биссектрису, будут почти равными (как и у одноосного минерала). Поэтому ореол затемнения, окружающий острую биссектрису, будет очень близок к кругу (рис. 1). Если же угол  $2V$  близок к его предельному значению, определяемому коноскопическим или федоровским методом (см. выше), то дуги, пересекающие ореол затемнения, будут иметь разную длину и их концы оконтурят фигуру, подобную восьмерке (рис. 2), у которой ширина сжатого пояса обратно пропорциональна величине угла  $2V$ . Когда этот угол достигает своего предельного зна-

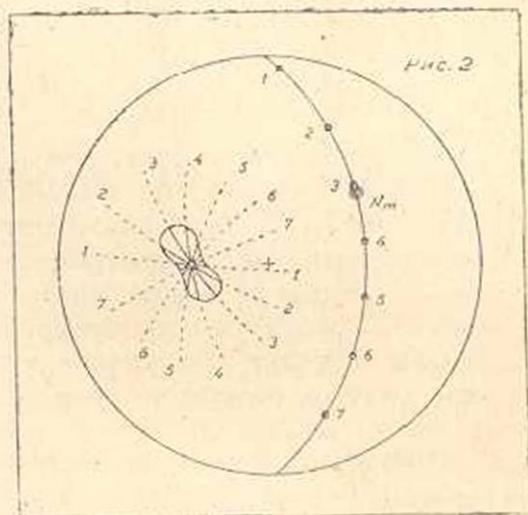
чения, восьмерка разделяется на два самостоятельных ореола затемнения около каждой оптической оси.

Получив фигуру восьмерки, прочерчиваем ее длинную ось и в полюсе соответствующей дуги большого круга находим ось  $Nm$ , а затем без труда можем найти местонахождение и тупой биссектрисы, отстоящей в  $90^\circ$  как от оси  $Nm$ , так и от острой биссектрисы. После этого рекомендуется сделать следующее контрольное наблюдение. Во-первых, совмещаем найденную ось  $Nm$  с осью восток—запад федоровского столика и обычным способом (при диагональном положении столика) проверяем оптические оси, наблюдая с наибольшей внимательностью характер изменения угасания при вращении шли-



фа около оси  $Nm$ . Обычно вполне ясно улавливаются две волны наибольшей темноты, до и после прохождения острой биссектрисы через оптическую ось микроскопа. Эти волны наибольшей темноты соответствуют оптическим осям минерала. Во-вторых, совмещаем с осью восток—запад федоровского столика тупую биссектрису и опять проверяем характер изменения угасания. В этом случае наблюдается только одна, притом очень короткая волна темноты, совпадающая с моментом совмещения острой биссектрисы с осью микроскопа.

Найденное таким способом местонахождение оси  $Nm$  и тупой биссектрисы является лишь приблизительным, так как фигура восьмерки только в редких случаях получается вполне правильной. Ошибка в положении этих осей может достигать даже



фигура восьмерки только в редких случаях получается вполне правильной. Ошибка в положении этих осей может достигать даже

5—10°, считая по дуге, соответствующей главному сечению индикатрисы, перпендикулярному к острой биссектрисе.

После того как построена фигура восьмерки, можно определить приблизительное значение угла  $2V$  с помощью следующего уравнения:

$$2V = \sqrt{2(A+B)(A-B)} = \sqrt{2(A^2-B^2)} \quad (2)$$

где  $A$ —большая, а  $B$ —меньшая полуоси восьмерки.

Уравнение (2) выводится из следующих двух уравнений, определяющих довольно точно теоретическое значение полуосей восьмерки, при некотором данном угле  $2V$  и разности  $Ng-Np$ .

$$\sin^2 A = \frac{0,0002}{Ng-Np} + \sin^2 V; \quad \sin^2 B = \frac{0,0002}{Ng-Np} - \sin^2 V, \quad (3, 4)$$

где величина 0,0002 та же, что и в уравнении (1).

Вычитая эти уравнения одно из другого, получим:

$$\sin^2 A - \sin^2 B = 2 \sin^2 V.$$

Поскольку углы  $A$  и  $B$  малы, меньше 10—12°, можно заменить синусы дугами, и уравнение получит простейшую форму, указанную выше (см. уравнение 2).

Применяя уравнения (3 и 4) к минералам, у которых  $Ng-Np \cong 0,006$  (как у санидина, апатита, нефелина и т. п.), мы получим следующие значения полуосей восьмерки:

$2V = 0$ ,	$A = 10^\circ 30'$ ,	$B = 10^\circ 30'$
$2V = 5^\circ$ ,	$A = 10^\circ 50'$ ,	$B = 10^\circ 13'$
$2V = 10^\circ$ ,	$A = 11^\circ 40'$ ,	$B = 9^\circ 15'$
$2V = 15^\circ$ ,	$A = 13^\circ$ ,	$B = 7^\circ 20'$
$2V = 20^\circ$ ,	$A = 14^\circ 30'$ ,	$B = 3^\circ 20'$
$2V = 21^\circ$ ,	$A = 15^\circ$ ,	$B = 0^\circ$

У минералов с  $Ng-Np \cong 0,009$  (как у кварца и т. п.) полуоси восьмерки будут равны:

$2V = 0$ ,	$A = 8^\circ 35'$ ,	$B = 8^\circ 35'$
$2V = 5^\circ$ ,	$A = 8^\circ 57'$ ,	$B = 8^\circ 10'$
$2V = 10^\circ$ ,	$A = 9^\circ 55'$ ,	$B = 6^\circ 57'$
$2V = 15^\circ$ ,	$A = 11^\circ 27'$ ,	$B = 4^\circ 5'$
$2V = 16^\circ 20'$	$A = 12^\circ 10'$ ,	$B = 0^\circ$

У минералов с  $Ng-Np \cong 0,04$  (слюды, турмалины и т. п.) получим:

$2V = 0^\circ$ ,	$A = 4^\circ$ ,	$B = 4^\circ$
$2V = 5^\circ$ ,	$A = 4^\circ 45'$	$B = 3^\circ 10'$
$2V = 8^\circ$ ,	$A = 5^\circ 40'$	$B = 0^\circ$

У минералов с  $N_g - N_p \approx 0,1$  (циркон и т. п.) будем иметь:

$$\begin{array}{lll} 2V = 0^\circ, & A = 2^\circ 30', & B = 2^\circ 30' \\ 2V = 5^\circ, & A = 3^\circ 40', & B = 0^\circ \end{array}$$

Результаты этих подсчетов представлены на общей диаграмме (рис. 3).

Практика многочисленных измерений, сделанных автором с помощью способа, описанного в данной статье, показала, что фигура восьмерки ореола затемнения около острой биссектрисы ясно отличима от круга лишь в том случае, когда отношение полуосей восьмерки равно  $A$ :

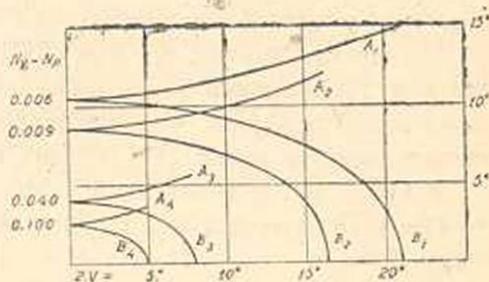
$B \geq 1,5$ . При меньших значениях этого отношения трудно быть уверенным в том, что неправильный контур ореола затемнения обозначает именно фигуру восьмерки, а не обусловлен какими-либо иными причинами, в том числе и случайными ошибками наблюдения.

Применяя это к минералам с разным двупреломлением, мы получим с помощью приведенной выше диаграммы (рис. 3) следующие предельные значения угла  $2V$ , определяемого по способу, описанному в этой статье.

При $N_g - N_p \approx 0,006$	$2V \geq 12^\circ$	или $2V \geq 14^\circ$
" $N_g - N_p \approx 0,009$	$2V \geq 10^\circ$	или $2V \geq 11^\circ$
" $N_g - N_p \approx 0,040$	$2V \geq 5^\circ$	или $2V \geq 6^\circ$
" $N_g - N_p \approx 0,1000$	$2V \geq 3^\circ$	

Некоторое осложнение и искажение картины при пользовании данным способом может внести имеющаяся во всех микроскопах незначительная анизотропия оптических линз и, кроме того, будут оказывать влияние явления, усложняющие прохождение поляризованного света через наклонно расположенный шлиф. Это искажающее влияние можно в значительной степени исключить, если проводить исследование при двух разных положениях шлифа на федоровском столике, отличающихся на  $90^\circ$  одно от другого, а также используя оба диагональных положения столика. Во всяком случае, десятилетний опыт работы автора показывает, что влиянием таких усложняющих явлений можно пренебрегать, если отношение полуосей восьмерки не спускается ниже указанного предела, т. е. если  $A:B \geq 1,5$ , тем более что способ этот дает для угла  $2V$  лишь приблизительное значение. Ошибка отдельного измерения может быть иногда довольно большой, до 25—30%, и более.

Рис. 3



С помощью этого способа автором были исследованы некоторые минералы, в том числе санидины, описанные до сих пор как почти одноосные, и кварц горных пород. В санидинах удавалось получать решения вполне ясные со значением  $2V \geq -14^\circ$ ; неясные решения соответствовали значению  $2V \approx -12^\circ$ , и ни разу не удалось получить для  $2V$  более низких значений, чем  $10-12^\circ$ , ибо ореол затемнения становился уже неотличимым от круга, и в таких случаях минерал можно было толковать и как одноосный. Картина двусности получалась систематически и для кварца, причем здесь все ясные решения давали значения  $2V \geq +12^\circ$ , и ни разу не было получено для  $2V$  значения более низкого, чем  $8-10^\circ$ . На этом основании можно сделать вывод, что для санидина ( $Ng-Np=0,006$ ) слепая зона данного способа равна  $2V \leq 10^\circ$  ( $12^\circ$ ), а для кварца ( $Ng-Np=0,009$ )  $2V \leq 8^\circ$  ( $10^\circ$ ). В пределах этой слепой зоны фигура ореола затемнения и у одноосных и у двусных минералов будет неотличимой от круга.

Проверка эта показала вместе с тем, что способ исследования двусности, описанный в данной статье, несмотря на его малую точность и некоторую грубость, все же может с полным успехом применяться для качественного определения двусности и для приближенного измерения угла оптических осей в двусных минералах с малым углом этих осей и в аномально двусных минералах.

Поступило 15 VII 1946

#### ЛИТЕРАТУРА

Лодочников, В. Н.—Несколько замечаний по поводу применения микроскопического метода Е. С. Фелорова. Записки Всесоюзного Минералогического Общества, часть 69, № 2—3, 1940.

#### 1. Ա. Ա. Վարդանյանց

Հայկական ՍՍՏ ԳԱ քրակից անդամ

### ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ ԱՌՄԱՆՑՔՆԵՐԻ ՓՈՔՐ ԱՆԿՅԱՆ ԴԵՊՓՈՒՍ ՄԻՆԵՐԱԼՆԵՐԻ ԵՐԿԱՌՄԱՆՑՔԱՅԻՆՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱՀՈՏՄԱՆ ՆՈՐ ԵՂԱՆԱԿ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Օպտիկական առանցքների փոքր անկյուն ունեցող միներալները կոնոսկոպիկ և ֆեոդորովյան սովորական մեթոդներով հնարահանելու դեպքում հանդես են գալիս որպես միաառանցքանիւններ, որի կապակցութեամբ նրանց երկառանցքայնութեանը որոշել չի հաջողվում: Այս մեթոդներով տարբերվող  $2V$  անկյան ստորին սահմանը որոշվում է հետևյալ հավասարումով՝

$$\sin V = \sqrt{\frac{0,0002}{Ng-Np}}$$

որակ 0,0002 մեծութունը հանդիսանում է հետազոտվող հատույթի այն ամենափոքր երկրնկումը, որը շլիֆի սովորական 0,027—0,030 մմ հաստության դեպքում տալիս է ճառագայթի անցման 6 III աստիճանով յուն, որն իրենից ներկայացնում է այն ստորին սահմանը, որը նշմարելի է մարդու աչքին:

Ներկանակն առաջարկում է սուր քիսեկարիսան շրջապատող մթնեցման օրևայի ձևի որոշման նոր եղանակ՝ ֆեոգորոլյան սեղանի օգնությամբ: Միատանցք մթնեքայնների մոտ այդ օրեոլը ներկայացված է շրջանով, իսկ երկատանցքների մոտ (2V-ի նշանակությամբ ղերը նշած սահմանից ցածր լինելու դեպքում) նա ութանկ է, որի գոտու լայնությունը հակադարձ հարաբերական է 2V անկյան մեծությանը: Եթե ութանկի կիսաառանցքները հավասար են (մեծ շրջանի աղեղի աստիճաններով) A և B (A-մեծ կիսաառանցքն է), ապա օպտիկական առանցքների անկյան արժեքը հավասար է

$$2V = \sqrt{2(A+B)(A-B)} = \sqrt{2(A^2-B^2)}$$

Միանգամայն պարզ լուծում կարող է ստացվել այն դեպքում, եթե  $A:B = 1,5:1$  կամ հարաբերության փոքր արժեքների դեպքում ութանկը դառնում է շրջանից դժվար աստիճանով և սրանով որոշվում է երկատանցքայնության ստորին սահմանը, որը կարելի է հաստատել սվյալ եղանակով:

Սանիդինի և քվարցի նկատմամբ կատարված ստուգողական դիտողությունները ցույց են ավելի, սր  $Ng-Np=0,006$  դեպքում այդ եղանակը տալիս է որոշակի լուծում միայն  $2V \geq 14^\circ$  արժեքով և չի հաջողվում ստանալ լուծումներ ավելի ցածր արժեքով քան թե  $2V = 10-12^\circ$ ;  $Ng-Np = 0,009$  դեպքում պարզ լուծումներ են տալիս  $2V \geq 12^\circ$  և չի հաջողվում ստանալ լուծում ավելի ցածր արժեքով քան թե  $2V = 8^\circ (10^\circ)$ ;  $Ng-Np = 0,006$  դեպքում սվյալ եղանակի կույր զոնան հավասար է  $2V \leq 12^\circ (14^\circ)$ , իսկ  $Ng-Np = 0,009$  դեպքում նա հավասար է  $2V = 8^\circ (10^\circ)$ , այնինչ կոնսոկոպիկ և ֆեոգորոլյան մեթոդների սովորական ձևերի համար նրանց կույր զոնան հավասար է, համապատասխանաբար,  $2V \leq 21^\circ$  և  $2V \leq 17^\circ (16)$ , այսինքն համարյա երկու անգամ ավելի լայն է:

Այդ կապակցությամբ հողվածում նկարագրվող նոր եղանակը միանգամայն պիտանի է միներալների հետազոտման համար և հաջողությամբ կարող է կիրառվել երկատանցքայնության որակական որոշման և փոքր անկյուն ու անոմալ երկատանցքային միներալների օպտիկական առանցքների անկյան մոտավոր արժեքների որոշման համար:

А. Т. Асланян

## Две формулы для определения мощности и глубины залегания пласта (свиты)

Значительное число вопросов горной геометрии, как известно, сводится к определению истинной мощности и глубины залегания пласта (свиты). Соответствующие формулы, приводимые в руководствах полевой геологии в качестве расчетных, в большинстве своем охватывают лишь отдельные случаи взаимоотношения пласта с дневной поверхностью, а более универсальные же содержат настолько много параметров, что пользование ими становится затруднительным.

В настоящей заметке автор рассматривает общий случай задачи и, пользуясь гипсометрическими отметками кровли и подошвы пласта и расстоянием между выходами последних в горизонтальной проекции, определяет требуемые величины.

Ход решения задачи при нормальном разрезе следующий:

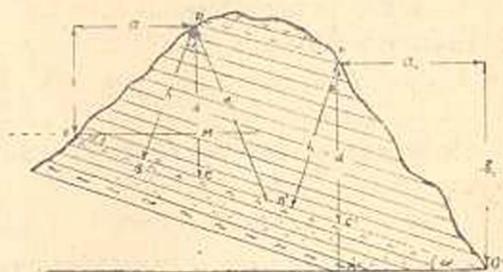
Допустим, требуется в нормальном разрезе определить истинную мощность согласно пластующейся свиты между точками А кровли и О подошвы (см. левую часть рисунка).

На геологической карте, снабженной горизонталями, определяем гипсометрическую разницу между ними— $AM=b$  и расстояние  $OM=a$ . Проводим отвесную линию  $AC$  от точки А кровли к точке С подошвы и перпендикуляр  $AB=h$ . Последний, очевидно, является истинной мощностью свиты. Угол  $\alpha$  при точке О есть угол наклона пласта и равеняется углу  $BAC$  (равно, как и углу  $B'A'C'$ ), т. к. прямоугольные треугольники  $OMC$  и  $ABC$  имеют общий угол при вершине С. Из этого треугольника явствует, что

$$AB = (AM + MC) \cdot \cos \alpha \text{ и } MC = OM \operatorname{tg} \alpha.$$

Принимая  $AB = h$ ,  $AM = b$  и  $OM = a$  и подставляя их в первое из этих соотношений, получим значение истинной мощности свиты.

$$h = b \cos \alpha + a \sin \alpha. \quad (1)$$



В том же треугольнике  $ABC$  имеем  $AC = AM + MC$ ; принимая  $AC = d$  и произведя подстановку в соответствии с вышеотмеченными обозначениями, получим значение глубины залегания свиты.

$$d = b + atgz. \quad (2)$$

Указанные две формулы, как это будет явствовать из последующего изложения, охватывают все известные нам частные случаи взаимоотношений пласта с дневной поверхностью и обобщают соответствующие им частные формулы, установленные для случая нормального разреза. К этому обобщению приходим мы тем, что в определение угла  $\alpha$  вкладываем более широкий аналитический смысл, т. е. полагаем, что угол  $\alpha$  изменяется в пределах от  $0$  до  $360^\circ$ . Так, например, в случае падения пласта или свиты вниз по склону, мы представляем их в таком положении, когда  $\alpha = 360^\circ - [\alpha]$ .\* Подставляя последнее выражение  $\alpha$  в формулы (1) и (2) соответственно получаем:

$$h = b \cdot \cos\alpha - a \sin\alpha$$

и

$$d = b - atgz$$

Те же самые зависимости можно получить и путем непосредственных построений. Из правой части рисунка видно, что  $A'C' = A'M' - C'M'$  и  $C'M' = M'O' \cdot \operatorname{tg}\alpha$ .

Решая совместно эти равенства и обозначив  $A'C' = M'O' = a_1$  и  $A'M' = b_1$ , получим значение глубины залегания пласта

$$d = b_1 - a_1 \operatorname{tg}\alpha$$

Значение истинной мощности для данного случая получается из треугольника  $A'B'C'$ ;

$A'B' = A'C' \cdot \cos\alpha$  или при тех же обозначениях, что и выше  $h = d \cdot \cos\alpha$ .

Подставляя значение  $d$  из предыдущей формулы в данную, получим:

$$h = b_1 \cos\alpha - a_1 \sin\alpha$$

Перечень частных случаев формул (1) и (2) следующий (все формулы представлены в расчетном виде):

1. свита залегает горизонтально  $\alpha = 0, a \geq 0, h = b, d = b$
2. свита залегает вертикально  $\alpha = 90^\circ, b \geq 0, h = a, d = \sim$
3. свита падает вглубь склона

а)  $b = 0, h = a \cdot \sin\alpha, d = atgz$

б)  $a = 0, h = b \cdot \cos\alpha, d = b$

в)  $a > 0, b > 0, h = b \cos\alpha + a \sin\alpha, d = b + atgz$

4. свита падает вглубь склона, но углы падения свиты больше угла наклона склона ( $\alpha = 180^\circ - [\alpha]$ ),  $a > 0, b > 0, h = a \sin\alpha - b \cos\alpha, d = b - atgz$ .

\* Прямые скобки здесь обозначают абсолютную величину угла падения пласта, определяемого непосредственно компасом.

б. свита падает вниз по склону ( $\alpha = 360^\circ - [\alpha]$ )

а)  $a = 0$ ,  $h = b \cos \alpha$ ,  $d = b$

б)  $b > 0$ ,  $a > 0$ ,  $h = b \cos \alpha - a \sin \alpha$ ,  $d = b - a \operatorname{tg} \alpha$ .

Обращаясь к решению самого общего случая задачи, т. е. к определению мощности и глубины залегания в любом направлении, можно убедиться, что таковые соответственно получаются умножением крайних членов правых частей формул (1), (2) на косинус угла, образованного между линиями нормального и косого разрезов. И действительно, представим, что разрез на рис. 1 проведен косо по отношению к линии простирания пласта под углом  $\gamma$ , в таком случае окажется измененным отрезок  $a$ . Обозначим его через  $a_1$ . В этом положении, очевидно, расстояние  $a$  на плане между выходами подошвы и кровли пласта при нормальном разрезе и расстояние  $a_1$  в косом разрезе будут связаны простым соотношением  $a = a_1 \cos \gamma$ .

Отсюда, подставляя значение  $a$  в формулы (1) и (2), получим:

$$h = b \cos \alpha + a_1 \sin \alpha \cdot \cos \gamma \quad (3)$$

$$d = b + a_1 \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \gamma^* \quad (4)$$

Перечисленные выше все частные случаи, очевидно, можно произвести и из этих формул, принимая угол  $\gamma = 0$ .

Формулу (3) мы предлагаем взамен принятой в литературе формулы:

$$h = \sqrt{a_1^2 + b^2} \cdot \cos \gamma \cdot \sin \left( \operatorname{arctg} \frac{b}{a_1} \pm \alpha \right)$$

(знак  $+$  берется в случае несогласного наклона склона и падения пластов, а знак  $-$  в случае согласного наклона, причем в последнем случае берется  $\operatorname{arctg} \frac{b}{a_1} - \alpha$ , если  $\operatorname{arctg} \frac{b}{a_1} > \alpha$  и  $\alpha - \operatorname{arctg} \frac{b}{a_1}$ , если

$\alpha > \operatorname{arctg} \frac{b}{a_1}$ ), а формулу (4) взамен формулы

$$d = \sqrt{a_1^2 + b^2} \cdot \cos \gamma \frac{\sin \left( \operatorname{arctg} \frac{b}{a_1} \pm \alpha \right)}{\cos \alpha}$$

(знак  $+$  берется в случае несогласного наклона пласта и земной поверхности, а знак  $-$  в случае согласного наклона).

Институт Геологических Наук  
Академии Наук Арм. ССР

Поступило 20 II 1948

\* Последние формулы цитируются по работе акад. В. А. Обручева „Полевая геология“ т. I, изд. ГОНТИ, IV изд. исправл. 1932, Москва—Ленинград.

Обозначения приведены в соответствии с таковыми текста статьи и даны в развернутом виде.

## Ա. Ց. Առլանյան

ՇԵՐՏԻ (ՇԵՐՏԱԽՄԲԻ) ՀԱՍՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱՆԿՄԱՆ ԽՈՐՈՒԹՅԱՆ  
ՈՐՈՇՄԱՆ ԵՐԿՈՒ ԲԱՆԱԶԵՎ

## Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հեղինակն առաջարկում է երկու նոր բանաձև, որոնք հնարավորութուն են ապրիս որոշելու շերտախմբի հաստութունը ( $h$ ) ու անկման խորութունը ( $d$ ) կամավոր կտրվածքում, եթե հայտնի են անկման անկյունը ( $\alpha$ ), հիմքի և մակերևույթի նիշերի բացարձակ տարբերությունը ( $b$ ), տվյալ նիշերին համապատասխանող կետերի միջև եղած հեռավորությունը ( $a$ ) հորիզոնական առաջաձգության վրա ու շերտախմբի տարածմանն ուղղահայաց և շեղ տարված հարթութունների կազմած անկյունը ( $\gamma$ )։ Այդ բանաձևերը հետևյալներն են՝

$$h = b \cos \alpha + a_1 \sin \alpha \cdot \cos \gamma$$

$$d = b + a_1 \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \gamma,$$

ըստ որում  $\alpha$  անկյունը զանվում է  $0-90^\circ$  սահմաններում, եթե շերտախումբն ընկնում է լանջի խորքը,  $\alpha = 180^\circ - [\alpha]$ , երբ շերտերի անկման անկյունը մեծ է լանջի թեքությունից և  $\alpha = 360^\circ - [\alpha]$  երբ շերտերն ընկնում են լանջի ուղղությամբ դեպի ներքև։

КРИТИКА и БИБЛИОГРАФИЯ

Л. А. Вардаванц

Член-корреспондент АН Арм. ССР

О дефективности определения двойников плагиоклаза  
„пятиосным методом“ р. Эммонса

В статье, опубликованной в 1939 г. [1], Р. Эммонс дал описание нового, разработанного им, метода для определения двойниковых законов плагиоклаза, и в виде двух примеров изложил всю процедуру измерений и последующих построений. В заключении статьи Р. Эммонс дает ряд выводов о преимуществах его метода по сравнению с обычным федоровским методом. Анализ материалов, приведенных в цитированной статье, позволяет установить в ней ряд методических дефектов, в связи с чем решение, принятое Р. Эммонсом для двух его примеров, не является полным, а во втором примере является, кроме того, мало обоснованным и ненадежным или даже неверным.

Это обстоятельство связано частью с недостатками самого метода, очень несовершенного в его основе, частью же является следствием недостаточного внимания со стороны Р. Эммонса к теоретической стороне вопроса о двойниках плагиоклаза. Доказательством последнего может служить первый пример в его статье, где в совершенно ясной триаде из четырех индивидов определены только две двойниковых оси, а третья ось пропущена.

Переходя к анализу материалов, относящихся ко второму примеру в цитированной статье, нужно прежде всего отметить существенное противоречие между цифровыми данными в таблице 2 (стр. 584) и диаграммой (стр. 588). Это противоречие может быть исключено лишь посредством допущения опечатки в таблице 2, а именно, для первой плоскости срастания вместо напечатанного наклона около оси север—юг „55°W“ нужно читать „5°W“. Ниже анализ дан на основе признания наличия такой опечатки, в противном же случае пришлось бы расценить весь материал по этому примеру как совершенно недоброкачественный.

Сросток второго примера состоит из двух групп индивидов, двойниковые швы которых пересекаются почти под прямым углом. Р. Эммонсом было принято, что в каждой группе имеется только два индивида, 1+2 и 3+4, для которых двойниковые связи были определены им в следующем виде (см. табл. 1).

Всего было найдено семь двойниковых связей, вместо шести, максимально возможных по теории, и из них были оставлены, как решение, только три связи (см. табл. 1). Строгий анализ показывает, что в принятом решении вполне достоверным является только то, что, во-первых, в группе 1+2 индивиды связаны, повидимому, не по закону перпендикуляра к грани и что плоскость срastания их проектируется, по отношению к индивиду 1, на кривой  $\perp(001)$  и дает состав плагиоклаза около 70—75% Ап и, во-вторых, что в группе 3+4 индивиды связаны по закону перпендикуляра к грани, а полюс плоскости срastания проектируется в индивиду 1 (но не в индивидах 3 или 4) там, где в нем должна проходить кривая  $\perp(010)$ . Все остальное в принятом решении остается совершенно недоказанным и необоснованным.

Таблица 1

Двойниковые связи индивидов 1, 2, 3 и 4 во втором сростке

Сочетание индивидов	Двойниковые связи по Р. Эммонсу		Дополнительно возможные двойниковые связи, выведенные автором
	Принятые как решение	Найденные, но исключенные из решения	
1+2	$[010] \parallel (001)$	— — —	$\perp(010)$
1+3	$[001] \parallel (010)$	— — —	$\perp(001)$
1+4	— —	$\perp[001] \parallel (010)$	$[100] \parallel (001)$
2+3	— —	$\perp[001] \parallel (001); [100]$	— — —
2+4	— —	$\perp(001)$	$[001]; \perp[100] \parallel (010)$
3+4	$\perp(010)$	— — —	$[010] \parallel (001)$

Сопоставляя все найденные Эммонсом двойниковые связи, мы можем для тех же индивидов вывести еще шесть дополнительных связей (см. табл. 1). Так, связь 1+2 по закону  $[010] \parallel (001)$  и 2+3 по закону  $[100]$  обязывает существование связи 1+3 по закону  $\perp(001)$ . Связи 1+2 и 2+4 обуславливают связь 1+4 по закону  $[100] \parallel (001)$ . Затем, связь 2+3 по закону  $\perp[001] \parallel (010)$  и 1+3 обязывают существование связи 1+2 по закону  $\perp(010)$ . Таким же образом связь 2+3 по законам  $\perp[001] \parallel (010)$  и  $[100]$  и 3+4 по закону  $\perp(010)$  дает для сочетания индивидов 2+4 две новых связи по законам  $[001] \parallel (010)$  и  $\perp[100] \parallel (010)$ . Наконец, связь 2+3 по закону  $[100]$  и 2+4 по закону  $\perp(001)$  вызывает связь 3+4 по закону  $[010] \parallel (001)$ .

Таким образом мы имеем для сростка во втором примере тринадцать возможных двойниковых связей, вместо всего лишь шести, предельно возможных при четырех индивидах. Значительная часть этих 13 связей взаимно исключают друг друга, но в статье Р. Эммонса нет никаких полноценных материалов, которые позволили бы решить созданный парадокс. Вполне естественно возникает вопрос, в чем же причина этого парадокса, и почему метод Р.

Эммонса, если он действительно правилен, допускает возникновение такого парадокса и вместе с тем не дает возможности решить его.

Одно из решений этого парадокса, повидимому, принятое Р. Эммонсом, это то, что двойниковые связи для сочетаний 1+4, 2+3 и 2+4 (см. табл. 1) являются ложными двойниковыми осями, т. е. оптическим обманом и должны быть поэтому отброшены. В иных условиях было бы совершенно недопустимым отбрасывание, т. е. сознательное уничтожение той или иной части первичных материалов. Конечно, явление такого оптического обмана наблюдается верелко, но очень странно, что здесь такие ложные двойниковые оси оказались точно совпадающими с четырьмя главнейшими векторами кристалла в индивиде 1. Повидимому, дело здесь не только в оптическом обмане (о нем, кстати сказать, в статье Эммонса нет ни слова), а в недостатках самого метода, не гарантирующего правильную интерпретацию первичных материалов, полученных при измерении двойниковых сростков даже тогда, когда они содержат всего лишь четыре индивида.

Анализируя первичные материалы по второму примеру в статье Эммонса, можно установить также и второй парадокс. Именно, при совмещении полюса плоскости срастания индивидов 1+2 с внешней осью восток—запад зафиксирована двойниковая связь индивидов 2+3, причем в этом положении шлифа соответствующая двойниковая ось, а именно  $[100]$ , была в положении совмещения с осью микроскопа. Вместе же с тем, при совмещении с внешней осью восток—запад полюса плоскости срастания индивидов 3+4, эта двойниковая ось уже не была зафиксирована, а вместо нее и в  $26^\circ$  от нее была найдена для тех же индивидов 2+3 другая двойниковая ось, а именно  $\perp[001] \parallel (010)$ , притом тоже в положении совмещения с оптической осью микроскопа. Это обстоятельство безусловно указывает на какой-то дефект либо в первичных измерениях и материалах, либо же в последующей их интерпретации. Иначе не может быть, ибо вектор, принятый как  $[100]$ , является зональной осью обеих плоскостей срастания сростка и, оставаясь неизменно совмещенным с осью микроскопа, он должен давать при вращении столика микроскопа одну и ту же картину двойниковой связи индивидов 2+3, безразлично, будет ли эта связь истинной или ложной, и совершенно независимо от того, пришли ли мы к этому положению данного вектора через одно или другое промежуточное положение шлифа (в данном случае, путем совмещения с внешней осью восток—запад нормалей к одной или к другой плоскости срастания индивидов исследованного сростка). Очевидность этого обстоятельства настолько ясна, что не требует дальнейших пояснений. Этот, второй парадокс также не может быть разрешен, если базироваться на первичных материалах, имеющих в статье Эммонса.

Как бы то ни было, но второй пример не получает окончательного решения, так как выявленные выше парадоксы нельзя решить, не

имея в руках подлинного препарата. Истинная природа сростка, исследованного Эммонсом с помощью его же метода, сростка, состоящего только (только-ли?) из четырех индивидов осталась, таким образом, невыясненной.

Основой всякого, правильно разработанного, метода исследования должна быть возможность полного взаимного контроля первичных материалов, а также возможность обоснованного исключения возникающих противоречий. Кроме того, предлагая новый метод, автор метода обязан представить, в качестве рекомендаций, вполне безупречные доказательства положительных качеств метода. В статье же Эммонса мы имеем как раз обратное, так как оба его примера, и особенно второй, дают ясные доказательства значительной недоработанности метода, как следствие педопустимого пренебрежения к теоретической стороне вопроса о двойниках плагиоклаза. На это обстоятельство следует обратить внимание, так как метод Эммонса начинает приобретать популярность у петрографов СССР.

Двойникование плагиоклаза, как это установлено автором данной статьи, представляет чрезвычайно сложное явление, и поверхностное его изучение примитивными методами, к числу которых относится, безусловно, и метод Эммонса, будет приводить либо к ошибочным выводам, либо же (в лучшем случае) к выводам, имеющим очень малую научную ценность. Исследование двойников плагиоклаза может дать вполне надежный и полноценный научный материал только на основе триадной теории и триадного метода, разработанных автором данной статьи и подготовляемых к опубликованию. (К слову сказать, исследование по триадному методу может быть проведено с полным успехом на обычном четырехосном столике и требует, при одинаковом препарате, лишь немногим больше времени, чем по методу Эммонса).

Конечно, может быть сделана попытка усовершенствовать метод Эммонса, но в этом случае мы либо вернемся обратно к обычному федоровскому методу, либо же придем к триадной теории и к триадному методу, которые уже разработаны автором данной статьи.

Поступило 22 V 1947.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Emmons, R. and Gates, R. M.* — New Method for the Determination of Feldspar Twins. *The Amer. Miner.* 1939, № 9, pp 577—589.

Լ. Ա. Վարդանյանց

Հայկական ՍՍՌ ԳԱ Բարակից անդամ

ՊԼԱԳԻՈՎԿԼԱԶՆԵՐԻ ԿՐԿՆԱԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ Ռ. ԷՄՈՒՄՈՒՄ  
«ՀՆԳԱՌԱՆՑՔ ՄԵՔՈՂ»-Ի ՔԵՐՈՒՔՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

1939 թվին Ռ. Էմմոնսը հրատարակեց պլագիոկլազների կրկնաբյուրեղները որոշելու հնգաանցք մեթոդը՝ նրա կարծիքով իր մեթոդն ունի կարևոր առավելություններ Ֆենոլորովի սովորական մեթոդի նկատմամբ։ Էմմոնսի հոդվածում բերված երկու օրինակների վերլուծումը մեզ թույլ է տալիս եզրակացնելու, որ Էմմոնսի մեթոդի կիրառումը կարող է բերել խնդրի ոչ լրիվ և չհիմնավորված լուծման։ Այսպես, երկրորդ օրինակում չորս անհամաներից բաղկացած հարաձման ղեպքի համար Էմմոնսը գտել է յոթ կրկնաբյուրեղացման կապեր, որոնցից հեղինակը դուրս է բերել ևս վեց լրացուցիչ կապեր։ Այսպիսով չորս անհամաների համար այդ մեթոդը կարող է տալ տասներեք կրկնաբյուրեղացման կապեր, փոխանակ վեց սահմանային հնարավորի, համաձայն տեսություն։ Միաժամանակ կրկնաբյուրեղացման առանցքներից մեկը, հատկապես [100], որձանաչրված է ունիվերսալ սեղանի միայն մի դրուժյան ղեպքում, իսկ մյուս գրուժյամբ համատեղված լինելով միկրոսկոպի առանցքի հետ, հիշյալ կրկնաբյուրեղային առանցքն արդեն դադարում է այդպիսին լինելուց։

Այդ երկու պարադոքսները չեն կարող լուծվել Էմմոնսի մեթոդով ստացված սկզբնական ալյալների հիման վրա և այսպիսով ցույց են տալիս որ այդ մեթոդը մշակված է անբավարար և չի կարող առաջարկվել պլագիոկլազների կրկնաբյուրեղների որոշման համար։

Պլագիոկլազների կրկնաբյուրեղները հանդիսանում են արտակարգ բարդ երեսույթ և նրանց թուրքիկ ուսումնասիրությունը պրիմիտիվ մեթոդով չի կարող լիարժեք դիտական նյութ տալ։ Լրիվ հստալի և լիարժեք որոշում կարող է ստացվել միայն տրիադային մեթոդով, մշակված առյժ հոդվածի հեղինակի կողմից հիմնված պլագիոկլազների տրիադների տեսություն վրա, որը պատրաստվում է տպագրության։

