

ՀՄՍՀ ԳԱ Տեղեկագիր

**ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ**  
**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**  
**EARTH SCIENCES**



## ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈՒՆԳՐԱ

Պատասխանատու խմբագիր՝ երկր.-հանք. գիտ. դոկտոր է. Ա. Խաչատրյան  
Պատ. խմբ. տեղակալ՝ երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Ա. Ս Ֆաբամուզյան

Անդամներ՝ ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Բ. Բաղդասարյան, երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Գ. Պ. Բուրդյան, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Հ. Կարբեյան, երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Ն. Ի. Իսլուխանովա, տեխն. գիտ. դոկտոր Ս. Կ. Կարապետյան, երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Վ. Պ. Հասարյան, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Հ. Կ. Մաղախյան, երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Բ. Մ. Մելիքսերյան, երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Կ. Կ. Շիրինյան, երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Հ. Մ. Վանցյան, տեխն. գիտ. դոկտոր Կ. Ի. Տեր-Ստեփանյան, երկր.-հանք. գիտ. դոկտոր Ա. Ի. Քաչարյան:

Պատասխանատու քարտուղար՝ է. Ս. Խոստումովա

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ответственный редактор доктор геол.-мин. наук Э. А. Хачатурян.  
Зам. отв. редактора канд. геол.-мин. наук А. С. Фарамазян.

Члены: канд. геол.-мин. наук В. П. Асратян, чл.-корр. АН Арм. ССР А. Б. Багдасарян, канд. геол.-мин. наук Г. П. Багдасарян, канд. геол.-мин. наук Г. М. Ванцян, чл.-корр. АН Арм. ССР А. А. Габриелян, канд. геол.-мин. наук Н. И. Долуханова, докт. техн. наук Б. К. Карапетян, докт. геол.-мин. наук А. Е. Кочарян, академик АН АрмССР И. Г. Магакьян, канд. геол.-мин. наук Б. М. Меликсетян, докт. техн. наук Г. И. Тер-Степанян, канд. геол.-мин. наук К. Г. Ширинян.

Ответственный секретарь Э. С. Ростомова.

ՀՍՍՀ ԳԱ հրատարակչություն  
Издательство АН Армянской ССР

Հանդեսը լույս է տեսնում տարին 6 անգամ

Журнал выходит 6 раз в год

Խմբագրության հասցեն է՝  
Երևան 19, Բարեկամության 24.

Адрес редакции:  
Ереван 19, Барекамутян, 24.

СОДЕРЖАНИЕ

*Л. С. Меликян*. Геолого-тектонические особенности становления офиолитов Амасия-Севано-Карабахской ветви Малого Кавказа и «проблема офиолитов» 3

*Л. И. Шахбатьян*. Характерные особенности мелкой трещиноватости пород Алавердского рудного района . . . . . 16

*С. А. Паланджян, Л. В. Разин*. Распределение золота в альпийских массивах ультраосновных и основных пород Севанского хребта . . . . . 25

*А. Е. Исаханян*. Структурные условия локализации руд Алавердского месторождения меди . . . . . 38

*А. Р. Арутюкян, Р. А. Ганджумян, Л. Д. Гурджинян, Н. М. Петросян, Р. З. Акопян*. Некоторые данные относительно геологических условий бурения скважин на нефть и газ в Араратской впадине . . . . . 49

*Т. О. Бабаяч, Р. С. Минасян, С. А. Пирузян*. Определение сейсмических свойств грунтов гор. Лениакана . . . . . 56

*Г. Б. Григорян*. Типизация физико-географических регионов, как метод применения ландшафтных исследований в практических целях . . . . . 66

*Г. К. Габриелян, Ю. Л. Костанян*. Исследование природных условий при разработке комплексных противоэрозионных мероприятий . . . . . 71

Краткие сообщения

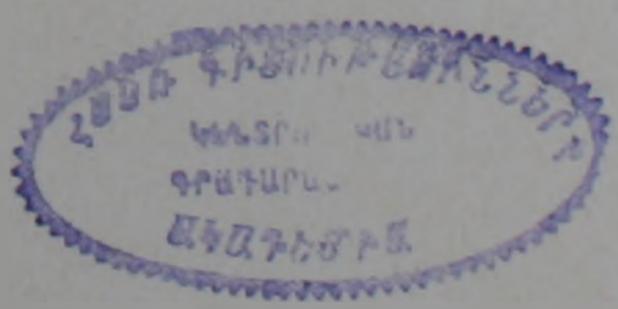
*Ф. Г. Шамцян, Ф. Е. Зильман*. Характер распределения оруденения золота на одном из участков золоторудного месторождения . . . . . 81

*Р. Г. Мхитарян, Э. М. Налбандян*. Об изменениях параметра *b* серицитов и хлоритов в околорудных измененных породах Шамлугского медноколчеданного месторождения . . . . . 36

*Э. А. Кюрегян, Р. А. Бурнутян*. Получение вытяжек из растений и применение их при биогеохимических поисках . . . . . 89

*Э. И. Сардарсв.* О карбонатно-кальцевом равновесии в атмосферных осадках Армянской ССР . . . . . 97

*Г. А. Александрян*. Хорен Петрович Погосян (к 70-летию со дня рождения) . . . . . 100



ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Լ. Ս. Մելիքյան. Օֆիոլիտների տեղադրման երկրաբանական-տեկտոնական առանձնահատկությունները Փոքր Կովկասի Ամասիա-Սևան-Ղարաբաղի ճյուղում և «օֆիոլիտների պրորիեմը»	3
Լ. Ի. Շահբաբյան. Այազերդու հանքային շրջանի լեռնային ապարների մանր ճեղքավորվածության առանձնահատկությունները	16
Ս. Ա. Փայանջյան. Ոսկու տեղաբաշխումը Սևանի լեռնաշղթայի ուլտրահիմքային և հիմքային ապարների ալպինոտիպ մասսիվներում	25
Ա. Ե. Իսախանյան. Այազերդու պղնձի հանքավայրի հանքանյութերի տեղայնացման կառուցվածքային պայմանները	38
Ա. Ռ. Հարությունյան, Ռ. Ա. Կանչումյան, Լ. Զ. Գուրչինյան, Ն. Մ. Պետրոսյան, Ռ. Զ. Հակոբյան. Որոշ տվյալներ Արարատյան իջվածքում նավթի և գազի համար հորատանցքերի հորատման երկրաբանական պայմանների մասին	40
Թ. Հ. Բաբայան, Ռ. Ս. Մինասյան, Ս. Ա. Փիրուզյան. Լեռնական քաղաքի գրունտների սելամիկ հատկությունների որոշումը	56
Գ. Բ. Գրիգորյան. Ֆիզիկա-աշխարհագրական շրջանների տիպավորումը որպես դործնական նպատակներով լանդշաֆտային հետազոտությունների կիրառման մեթոդ	66
Հ. Կ. Գաբրիելյան, Յու. Լ. Կոստանյան. Բնական պայմանների ուսումնասիրությունը համալիրային հակաէրոզիոն միջոցառումներ մշակելիս	77

Համառոտ հաղորդումներ

Յ. Գ. Շամցյան, Յ. Ե. Զիլման. Ոսկու հանքայնացման տեղաբաշխման բնույթը ոսկու հանքավայրի տեղամասերից մեկում	81
Ռ. Գ. Միլիբաբյան, է. Մ. Նալբանդյան. Շամլուղի պղնձակոլչեղանային հանքավայրի մերձհանքային փոփոխված ապարներում սերիցիտի և քլորիտի Ե պարամետրի փոփոխության մասին	86
է. Ա. Կյուրեղյան, Ռ. Ա. Խուրեմբաբյան. Բույսերից մզվածքների ստացումը և նրանց կիրառումը բիոգեոքիմիական որոնումների ժամանակ	89
է. Ի. Սարգսյան. Հայկական ՍՍՀ մթնոլորտային նստվածքներում կարբոնատա-կալցիումային հավասարակշռության մասին	97
Գ. Ա. Ալեխանդրյան. Խորեն Պետրոսի Պողոսյան (ծննդյան 70-ամյակի առթիվ)	100

УДК 551.243.4:552.11 (321.5.6)

Л. С. МЕЛИКЯН

## ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ ОФИОЛИТОВ АМАСИЯ-СЕВANO-КАРАБАХСКОЙ ВЕТВИ МАЛОГО КАВКАЗА И «ПРОБЛЕМА ОФИОЛИТОВ»

В современной геологии «проблема офиолитов» является одной из наиболее важных.

Важность проблемы обусловлена возможностями решения как некоторых вопросов состава верхней мантии и движения материков, так и восстановления истории геологического развития, в частности, тектоники и магматизма соответствующих областей.

Согласно общепринятым представлениям, офиолиты слагают линейно вытянутые пояса, имеющие огромные простирания. Одним из таких является Альпийско-Гималайский пояс, ветви которого проходят по территории Малого Кавказа. В пределах последнего офиолиты выделены в виде двух ветвей: северной—Амасия-Севано-Карабахской (Акеринской) и южной—Вединской.

В последние годы офиолиты Малого Кавказа, как и аналогичные выходы других участков Альпийско-Гималайского пояса, стали объектом широких геологических наблюдений, в результате которых появился ряд представлений и гипотез, по-новому объясняющих вопросы геологии, тектоники и петрологии офиолитов.

Однако следует отметить, что эти новые представления и особенно те, которые относятся к офиолитам Малого Кавказа, не всегда базируются на достоверных и, самое главное, на разнообразных геологических фактах, наблюдаемых в пределах офиолитов, и поэтому не могут правильно отражать истинную картину. К числу таких можно отнести представления А. Л. Книппера [7, 8, 9], которые в определенной степени легли в основу новой гипотезы, развиваемой А. В. Пейве, о механизме формирования офиолитов и тектоническом развитии соответствующих поясов [14, 15].

Не останавливаясь на известных взглядах указанных исследователей об офиолитах Малого Кавказа, отметим, что, несмотря на эти и ряд других представлений, проблема офиолитов как для рассматриваемого региона, так и вообще, далека от возможности считаться решенной. Ниже мы приводим некоторые результаты наших наблюдений и ряд соображений относительно офиолитов указанной ветви с целью внесения, по возможности, некоторой ясности в рассматриваемый вопрос.

Исследования, проведенные в пределах Амасия-Севано-Карабахской (Акеринской) ветви офиолитов в юго-восточной части Севанского хребта, позволили нам убедиться в своеобразии офиолитовой серии, проявляющейся в тесной пространственной и геолого-структурной взаимо-

связи составляющих эту серию вулканогенно-осадочных образований, гипербазитов и габброидов.

Взаимоотношения отдельных составляющих офиолитовой серии достаточно сложны [10, 8, 9], что обусловлено воздействием интенсивных тектонических усилий, сопровождающих офиолитовые пояса, начиная с их формирования и кончая последними фазами альпийского тектогенеза. В этом немалую роль имеют, видимо, также и олистостромы [8, 9].

Несмотря на наличие признаков многократных тектонических воздействий на породы офиолитовой серии в пределах Севанского хребта, вне зон тектонических разрывов «серпентинитовый меланж» в качестве характерного элемента для данного офиолитового пояса, как утверждает А. Л. Книппер, нигде не фиксируется. Вместо «серпентинитового меланжа» повсеместно отмечаются выходы гипербазитов или габброидов разных размеров, «прорывающих» вулканогенно-осадочные образования офиолитовой серии. Кроме того наблюдаются линейно-вытянутые ксенолиты и блоки пород вулканогенно-осадочной толщи, зажатые между крупными телами гипербазитов и габброидов.

Границы между породами офиолитовой серии часто тектонические, местами с образованием «цветного меланжа», который отсутствует вне зон тектонических нарушений.

Однако общее внутреннее сложное строение офиолитовой серии, согласно собранным нами данным, не является полностью хаотичным. На протяжении почти всего северо-восточного побережья оз. Севан оно характеризуется четко выраженным моноклинным строением с определенными элементами залегания (азимут падения  $0-20^\circ$ , угол падения  $60^\circ$ ). В этой моноклинали в большинстве случаев ясно заметно согласное залегание гипербазитов и габброидов в вулканогенно-осадочной толще. Такое внутреннее строение офиолитовой серии позволяет ряду исследователей, в том числе и нам, говорить об офиолитовом поясе, как о поднадвиговой крутопадающей зоне (зона «поддвига» по К. Н. Паффенгольцу), но не как о зоне, являющейся результатом огромных шарьяжей [14].

По нашим представлениям, в пределах изученного интервала пояса отсутствуют конкретные факты, подтверждающие структурное выражение следов шарьяжей. Такими фактами можно было бы считать громадные скопления глыб разных пород в тонкоперетертом цементе неопределенного состава, что явилось бы подтверждением площадного развития, если не серпентинитового, то хотя бы «полимиктового меланжа» (но не мономиктового, как считают Г. И. Керимов и Г. Аб. Гасанов [6]). Другим фактом было бы наличие неправильной складчатости с широким опрокидыванием складок на северо-восток или юго-запад.

Упомянутая нами моноклинали, охватывающая офиолитовую серию, по всем геологическим данным, сформировалась до верхнего коньяка-сантона. Подтверждением этому является перекрывание моноклинали отложениями верхнего коньяка-сантона, входящими в состав самостоятельного структурного подъяруса; резко отличное тектоническое строе-

ние структурных ярусов и подъярусов, перекрывающих офиолитовую серию, и, наконец, широкое развитие в отложениях верхнего коньяк-сантона галек интрузивов и других образований офиолитовой серии [12, 18, 10].

Моноклиналь, как выражение самостоятельного структурного подъяруса, сформировалась со становлением офиолитовой серии и является результатом сжатия, направленного с юга (юго-запада). Доказательством этого можно считать как внутреннее строение моноклинали, так и надвиг юрских образований на офиолитовую серию с северо-востока.

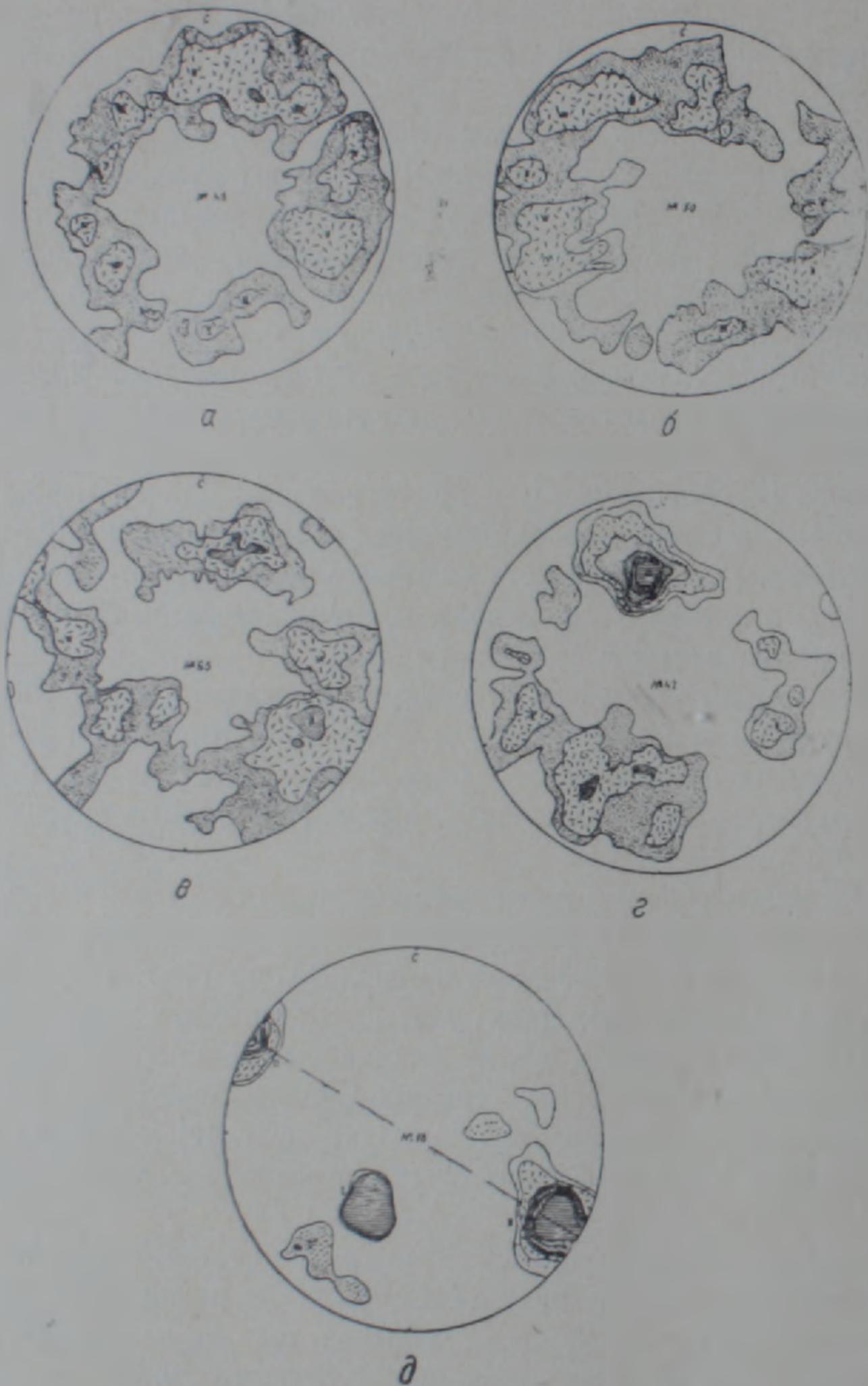
Как отмечалось выше, время формирования зоны надвига, представленного офиолитовой серией, надо считать доверхнеконьяк-сантонским, в отличие от представлений К. Н. Паффенгольца [12, 13], согласно которым надвиг («поддвиг») сформировался лишь в верхнем эоцене. Указанное К. Н. Паффенгольцем время надо считать временем омоложения надвига, в связи с завершающими стадиями альпийского цикла. К этому же времени надо отнести проявления «протрузии» гипербазитов, наблюдаемые в пределах офиолитов, которые также были обусловлены указанными процессами складчатости [7, 10].

К фактам, доказывающим тесную взаимосвязь пород офиолитовой серии в структурном и тектоническом отношении, относятся и результаты изучения их общей трещиноватости, а также сопоставление последних с трещиноватостью пород верхних и нижних структурных ярусов и подъярусов.

Результаты изучения общей трещиноватости отмеченных пород на 40 кв. км площади показывают, что соответствующие диаграммы, составленные для пород вулканогенно-осадочной толщи (фиг. 1а), гипербазитов (фиг. 1б) и габброидов (фиг. 1в), находящихся в одинаковых геолого-структурных условиях, почти одинаковые. Они четко отличаются от соответствующих диаграмм трещиноватости пород нижнего структурного яруса (метаморфический комплекс—фиг. 1г) и непосредственно перекрывающего офиолиты подъяруса (верхнесенонские известняки—фиг. 1д).

При наличии меланжа диаграммы трещиноватости для различных пород офиолитовой серии, разумеется, были бы различными. Следовательно, полученные результаты, доказывая тесную взаимосвязь пород офиолитовой серии, в то же время могут служить доказательством отсутствия в пределах офиолитового пояса Малого Кавказа «меланжа», в узком смысле этого термина.

Судя по типам приведенных диаграмм общей трещиноватости (ближе к «R» тектонитам), можно, видимо, сказать, что породы офиолитовой серии в едином плане подверглись вращательным движениям, т. е. тектонические напряжения, обусловившие общую интенсивную трещиноватость этих пород, не носили одностороннего характера, что можно было бы ожидать при шарированности масс. Такая ориентированность тектонических усилий проявилась в период становления офиолитов, обус-



Фиг. 1 Диаграммы трещиноватости пород юго-восточной части Севанского хребта: а—порфириды офиолитовой серии; б—перидотиты; в—габброиды; г—породы метаморфического комплекса; д—известняки верхнего сенона.  $\langle 1-2-4-6-8 \rangle > 10\%$ . По 300—350 измерениям.

ловивших, в зоне крутопадающего надвига, формирование вышеуказанной моноклинали.

Более веским доказательством в пользу образования офиолитового пояса на месте, в пределах территории Малого Кавказа, является факт широкого развития образований юрской системы в его юго-восточном обрамлении. Известно, что образования отмеченной системы представ-

лены как в Сомхето-Карабахской (Апдамской), так и в Кафанской зоне. Учитывая же некоторые различия в разрезах юрских образований этих двух зон [2, 18] (что вполне объяснимо при допущении наличия между ними глубинного разлома доюрского-палеозойского времени), трудно представить, что на участках, отдаленных друг от друга на расстоянии порядка 1000 км, как это допускает А. В. Пейве, в юрское время геологическое развитие было бы одинаковым, в том числе в характере магматизма и в особенностях металлогении. При этом однотипный характер развития полностью сохранился и в последующих этапах геологического развития этих тектонических зон.

Исходя из отмеченного, мы разделяем мнение Е. Е. Милановского, В. Е. Хаина [11], А. А. Габриеляна [3] и других о том, что Амасия-Севано-Карабахский (Акеринский) офиолитовый пояс, как тектоническая зона, своей юго-восточной частью наложен по глубинным разломам на юрскую структурно-формационную зону и, следовательно, образован на месте.

Эти глубинные разломы, по будущей трассе Амасия-Севано-Карабахского пояса офиолитов, заложились, вероятно, в палеозое, а возможно и ранее. В северо-западной части пояса они четко проявились в юрское время, разделяя Армянскую складчатую зону от Сомхето-Карабахской, а в юго-восточной части—в пределах самой Сомхето-Кафанской зоны они были погребены под продуктами юрского вулканизма. Эти разломы вновь отчетливо проявились при формировании офиолитов.

Об образовании офиолитов Амасия-Севано-Карабахской (Акеринской) ветви на месте свидетельствуют и другие особенности геологического развития данной ветви. Они отражены как в доофиолитовой, так в офиолитовой и постофиолитовой истории ее развития. Эти особенности, кроме вышеприведенных, выражены и в других разнообразных геологических фактах.

Одним из таких фактов является наличие в пределах пояса участков относительно древних поднятий, сохранившихся в виде кулисообразно расположенных небольших выступов внутри пояса. В последних наблюдаются четко выраженные закономерные фациальные изменения осадочных образований, слагающих офиолитовый трог. Ярким примером таких участков является юго-восточное окончание Севанского хребта, а также местность Аджарис в бассейне р. Тертер. Последние, по всем признакам, были приподнятыми участками и до становления офиолитов и сохранили свои первоначальные структурные особенности и в дальнейшем. Об этом свидетельствует относительно широкое развитие в пределах указанных «блоков» пород древнего метаморфического комплекса, с одной стороны, и закономерное выклинивание некоторых слоев верхне-мелового и эоценового возраста—с другой.

Отчетливое нахождение в пределах отмеченных «блоков» пипербазитов и габброндов, являющихся частью крупных массивов, прослеживающихся по простиранию трюга, несомненно свидетельствует о приуроченности последних к зоне разлома и образованию их на месте.

Другим фактом того же порядка можно считать развитие характерного пестофиолитового магматизма пояса. Он представлен серией малых интрузивов различного состава натриевой линии (среди них можно отметить малхиты, единиты, спессартиты и др.), возраст которых охватывает время от верхов верхнего мела до эоцена включительно. В частности, серия таких малых интрузивов установлена нами в пределах Зодского рудного поля, где все они приурочены к скрытым разрывным нарушениям. Рядом исследователей аналогичные интрузивные тела отмечаются и для других участков пояса. Эти малые интрузивы интересны еще и тем, что содержат много ксенолитов пород метаморфического фундамента. Формирование отмеченных интрузивных тел как по их формационному типу, так и по структурным особенностям, можно представить лишь при допущении последующего пестофиолитового растяжения в пределах рассматриваемого пояса. Именно в этом случае можно объяснить достижение разрывными нарушениями больших глубин. И, наоборот, весьма проблематичным представляется становление этих образований в зоне интенсивного сжатия, суженной в несколько десятков раз, как это вытекает из представлений А. В. Пейве и других. Об этом же, несомненно, свидетельствует размещение в пределах рассматриваемого пояса крупных гидротермальных месторождений, наличие которых, или части из них, как выясняется, обусловлено существованием глубинных разломов в пределах поясов, как согласных с общим простиранием, так и пересекающих их под разными углами.

Наконец, трудно представить геологию самих разрывных нарушений офиолитового пояса, с точки зрения регионального шарирования, как фактора становления офиолитов в земной коре.

Детальными наблюдениями многих исследователей Малого Кавказа [17, 4, 16], а также нами в пределах офиолитового пояса выявлены скрытые разрывы близмеридионального направления разного масштаба, которые, будучи доальпийскими и доофиолитовыми, играли определенную роль в формировании структур альпийского этажа. Нередко упомянутые структуры отражаются в формах тел ультраосновных и основных пород, в контурах рудных тел и оруденелых участках. В других случаях они проявляются как фактор, контролирующий распределение фаций осадочных образований и локализацию магматических образований различного состава в пределах отдельных блоков, ограниченных этими же разломами.

В результате детального геологического картирования выясняется последовательность становления крупных магмоконтролирующих разрывов.

Так, по материалам Зодского рудного поля, четко устанавливается, что, действительно, более ранними явились близмеридиональные—антикавказские разрывные нарушения глубокого заложения. Они, взамен гипербазитов и габброидов, сопровождаются магматическими телами среднего и кислого состава из серии малых интрузивов. На них наложены разрывы альпийского этапа кавказского направления. Последние

представлены глубинными разрывами, трассированными гипербазитами и габброидами. Глубинные разрывы явились результатом мощных усилий, сконцентрированных в единых широких полосах. Однако, несмотря на это, на своем пути развития глубинные разрывы все время «чувствовали» влияние элементов первоначального структурного каркаса области, в частности, влияние антикавказских разрывов. Такое взаимоотношение между указанными разрывами продолжалось во всей альпийской истории геологического развития территории.

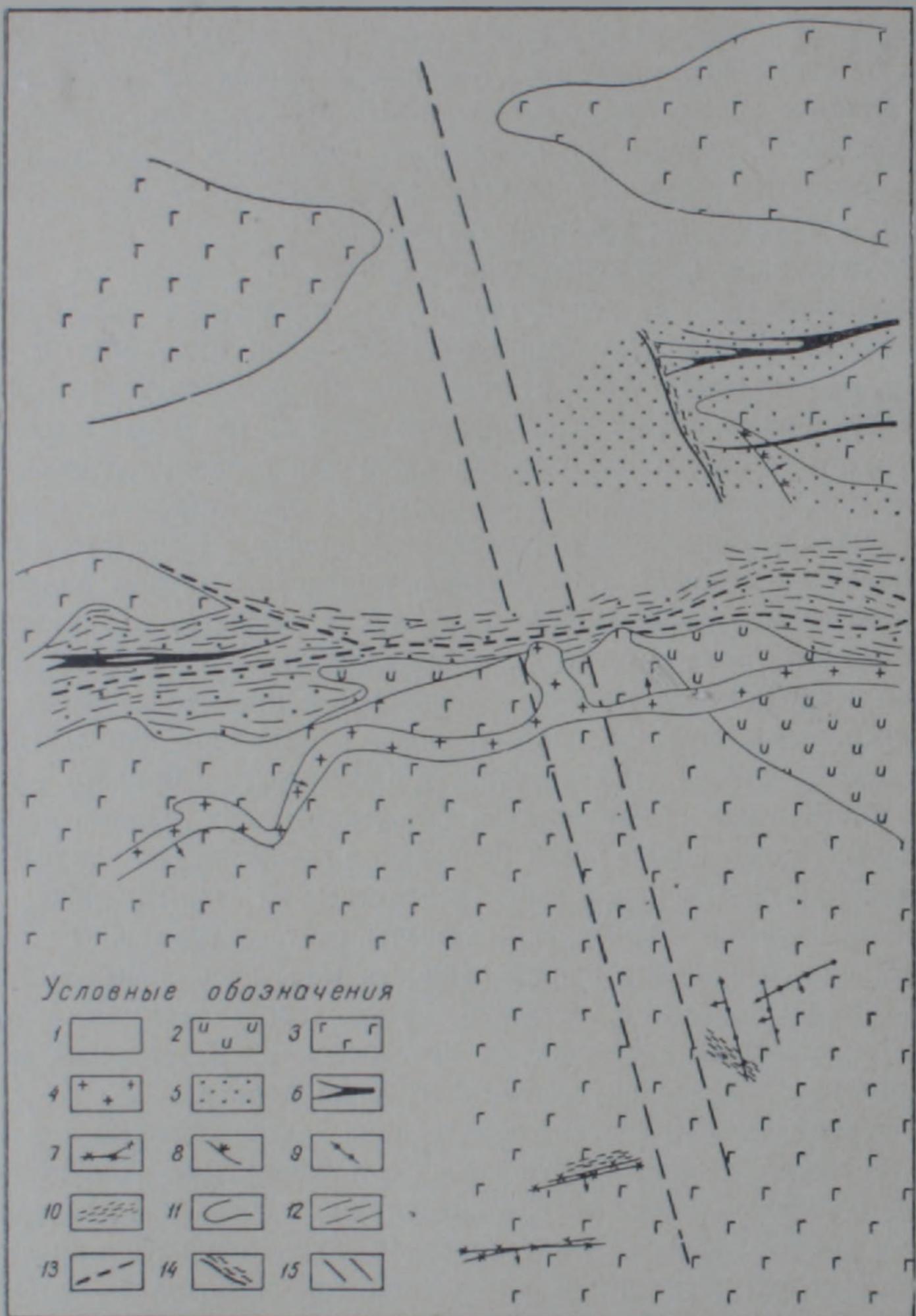
На приведенном фрагменте плана одного из горизонтов Зодского месторождения (фиг. 2) хорошо видно, что развитые по широтному направлению глубинного разлома тела габброидов, пироксенитов, гидротермальные метасоматиты и рудные тела, являющиеся разновозрастными образованиями, закономерно прерываются в зоне более раннего разлома глубокого заложения близмеридионального направления. С другой стороны, протяженное по зоне широтной ориентировки, тело кварцевого липарит-дацитового порфира дает апофизу по направлению меридионального разрыва. Немаловажным доказательством наличия более древнего меридионального направления разрыва, на приведенном плане, является еще и то, что с приближением к близмеридиональной зоне разрыва происходит резкое изменение в направлении более мелких разрывных нарушений от близширотных в близмеридиональные.

В данной статье нет возможности рассмотреть собранные нами все факты, доказывающие как наличие отмеченных двух главных направлений разрывов, так и роль этих разрывов в геологии и магматизме рассматриваемой территории, а также возрастные их взаимоотношения.

Анализируя вышеприведенные факты, считаем возможным подчеркнуть, что при допущении шарированности масс глобальных масштабов в офиолитовых полях и, в частности, в рассматриваемом нами поясе, невозможно представить сохранение перечисленных столь важных до-офиолитовых деталей внутреннего строения области.

К фактам, доказывающим образование ультраосновных и основных пород на месте, можно отнести также и наблюдаемую тесную взаимосвязь этих пород. В частности, в пределах юго-восточной половины Севанского хребта намечается определенная закономерность в пространственном и структурном взаимоотношении гипербазитов и габброидов, проявляющаяся в появлении массивов габброидов на участках постепенного выклинивания пород гипербазитового комплекса. Эта закономерность отчетливо выявляется в пределах Каранман-Зод-Гейдаринского гипербазитового массива на участке выхода-Зодского и Джанахмедского габбрового массивов.

Кроме того, контуры гипербазитов и габброидов, выявленные при детальном картировании, указывают на характерные для интрузивных тел явления их выклинивания, обусловленные в своем конкретном проявлении контролирующими их структурными факторами разного порядка, как это видно на фиг. 2 для габброидов. Приведенные наблюдения труд-



Фиг. 2. Погоризонтный план (облегченный) участка Зодского месторождения (составил Л. С. Меликян). 1. Перидотиты (и апоперидотитовые серпентиниты) 2. Пироксениты 3. Габброиды. 4. Кварцевые липарито-дацитовые порфиры. 5. Дорудные и околожилльные метасоматиты. 6. Рудные тела. 7. Кварц-карбонатные прожилки с сульфидами. 8. Карбонатные прожилки с сульфидами. 9. Карбонатные прожилки, безрудные. 10. Милониты. 11. Контуры магматических пород. 12. Зоны интенсивной трещиноватости со следами глинки. 13. Разрывные нарушения с глиной. 14. Зоны смятия и перетирания с мощной глиной. 15. Направление скрытого разлома глубокого заложения.

но объяснить с точки зрения наличия огромных шарьяжей и «серпентинитового меланжа», учитывая механизм их формирования. С указанной точки зрения трудно объяснить также и другие результаты детального картирования изученного нами интервала офиолитов Малого Кавказа. Это особенно касается такого важного факта, как совпадение главного направления деформации в самом верхнем структурном ярусе, представленном породами миоцена и плиоцена с направлением деформации в нижнем структурном ярусе—в породах метаморфического комплекса.

В обоих структурных ярусах устанавливается северо-восточная ориентировка плана деформации, в отличие от среднего яруса, включающего и офиолиты. Для плана деформации последнего характерна северо-западная ориентировка.

Это явление, отмеченное и в других районах Малого Кавказа К. Н. Паффенгольцем, Э. Ш. Шихалибейли, В. А. Агамалыном и другими, может иметь весьма существенное значение в решении проблематичных вопросов тектонического развития данного региона, в частности, в решении вопроса становления офиолитов.

Ко всему вышеприведенному можно еще добавить ряд соображений, вытекающих из региональных геологических фактов, также подтверждающих образование рассматриваемой ветви офиолитов на месте. Анализ истории тектонического развития Малого Кавказа указывает, что здесь, как и для других складчатых областей, характерна направленность геологического развития, выраженная наложенностью разнотипных и разновозрастных структурно-тектонических зон. В частности, примером этого можно считать взаимоотношение Севано-Ширакского палеогенового эвгеосинклинального прогиба, Амасия-Севано-Карабахского (Акеринского) офиолитового линеамента верхнеюрского (?) — мелового возраста, Сомхето-Кафанской юрской эвгеосинклинали и, наконец, древнего метаморфического фундамента. Начальная—юрская стадия альпийского этапа геологического развития области сменяется максимальным развитием глубинных разломов, обуславливающих становление офиолитов. Последующая стадия (палеоген) сопровождается развитием обособленных прогибов, характеризующихся преобладающим андезитовым вулканизмом.

На фоне рассматриваемой направленности тектонического развития появление офиолитов в геологической истории области можно считать результатом максимального проявления тектонических усилий.

Наконец, немаловажным, с точки зрения закономерного геологического развития, является вопрос времени становления офиолитов в земной коре в пределах Малого Кавказа. В течение какого промежутка времени совершились такие длительные геологические процессы, как возможная океанизация коры, формирование срединно-океанического хребта, а позднее, возникновение огромных шарьяжей, допускаемые по схеме А. В. Пейве и других при становлении офиолитов? Надо заметить, что для завершения шарьяжей понадобились бы сотни миллионов лет,

при допущении даже весьма больших скоростей движения шарированных масс.

Таким образом, весь вышеприведенный материал, по нашему мнению, свидетельствует об образовании офиолитов рассматриваемой ветви Альтийско-Гималайского пояса на месте, в результате растяжения, по крупным глубинным разломам. Исходя из этого, считаем возможным отметить, что допущение огромных шарьяжей континентальных блоков скорее позволило бы ожидать появления офиолитов в тыловой части шарированных масс, чем на их фронтальной зоне, какой представляется Средиземноморская геосинклинальная полоса в отношении Африканского предполагаемого шарированного континента, по ряду исследователей.

Офиолиты нам представляются как продукты, характерные для тектонических зон (большей частью шовных), в которых чередовались явления растяжения и сжатия, охватывающие глубины Земли от верхней мантии до дневной поверхности. Представление о появлении офиолитов в земной коре в периоды растяжения развивается и рядом других исследователей, в частности С. Карамата и Б. Чиричом [5].

В схематизированном виде можно представить, что на границе верхней мантии и континентальной коры, в определенные этапы развития Земли, происходят сползания блоков континентальной коры в противоположные стороны. Блоки коры переживают процесс растяжения, что можно рассматривать как отражение обратных процессов, происходивших в верхней мантии. В пределах последней, под воздействием каких-то причин, возможно и космических, участками, перпендикулярными полосам, соответствующим будущим линеаментам, возможно, возникают встречные течения масс, обуславливающие сжатие и постепенное повышение внутримантийного давления.

Весь этот процесс можно представить как результат чередования ряда этапов, следующих друг за другом в течение длительной истории развития Земли.

На первом этапе отмеченного процесса можно представить движение мантийного вещества во встречном направлении, обусловившее сгущение этого вещества и повышение внутреннего давления по определенным полосам.

На втором этапе, на фоне продолжавшегося сгущения мантийного вещества по оси восходящего конвективного потока в мантии, происходит слабое воздымание уровня мантии, а в континентальной коре возникают глубинные разломы—линеаменты.

На следующем, III этапе, с возрастанием внутреннего давления в мантии, начинается сползание блоков континентальной коры от полосы линеамента в противоположные стороны. Иначе говоря, в континентальной коре начинают развиваться глубинные рвы, которые стремятся соединиться с рифтом мирового океана. Ход событий этого этапа обеспечивает условия резкого снижения давления над мантией, что приводит, в свою очередь, к резкому изменению ее физико-химического состояния.

В последующем этапе по раскрывавшимся линеаментам глубинных зон с одной стороны происходит подъем мантийного вещества в виде гипербазитов (апогипербазитовых серпентинитов), а с другой—излияние и внедрение продуктов «базальтового» слоя—габброидов и вулканогенных масс андезито-базальтового состава. Именно на этом этапе формируется офиолитовая серия с главными комплексами слагающих его пород.

На последнем, завершающем этапе, после формирования офиолитов в верхней мантии, по-видимому, происходит резкое снижение давления, вследствие чего удаленные блоки континентальной коры получают возможность вновь сблизиться и занять свою первоначальную позицию—они стремятся к новому равновесию с верхней мантией. На этом этапе начинается сжатие в континентальной коре. Этот обратный процесс, естественно, должен был бы вызвать явление интенсивной деформации не только в отдельных комплексах пород офиолитовой серии, но и во всей серии, по сравнению с комплексами пород обрамления. Внутри офиолитовой серии формируются надвиги («поддвиги»), что, в свою очередь, обуславливает внутренний структурный облик офиолитовой серии в виде моноклинали сложного строения. Таким образом, на этом этапе происходит становление офиолитов в тектоническом и структурном понимании, т. е. они выделяются в земной коре как самостоятельный структурный подъярус.

В ходе длительного формирования офиолитов, в ранней стадии развития, вне вышеприведенной последовательности, возможен подъем небольших порций гипербазитов по отдельным глубокопронизанным (до верхней мантии) сегментам «рифта» и их размыв. Именно этим, вероятно, следует объяснить наблюдаемые в офиолитовом поясе Малого Кавказа следы размыва гипербазитов в отложениях альба и сеномана [18, 1]. По нашему мнению, их нельзя отождествлять с понятием «становление офиолитов», т. к. под последним правильнее понимать полное проявление и формирование офиолитов как структурного подъяруса.

После «становления» породы офиолитовой серии, и особенно гипербазиты, вследствие повторных, более поздних подъемов («протрузии»), под воздействием тектонических усилий, могут внедряться в свои же, ранее образованные, конгломераты и брекчии, а также в породы верхних структурных ярусов.

Обобщая все вышесказанное, можно прийти к следующим выводам:

На Малом Кавказе офиолиты северной ветви представлены серией пород вулканогенных, гипербазитовых и габбровых комплексов. Они проявляют тесную взаимосвязь как в территориальном, так и в геолого-структурном отношении.

Несмотря на сложное внутреннее строение офиолитовой серии «серпентинитовый меланж», как предопределяющий облик офиолитов данной ветви, здесь отсутствует. Всякие проявления «цветного меланжа» приурочены к непосредственным тектоническим нарушениям различного возраста и размера.

Офиолиты Амасия-Севано-Карабахской (Акеринской) ветви образовались на месте по глубинным разломам в результате общего растяжения.

Для офиолитов характерно общее моноклиналиное залегание, как результат последовавшего сжатия с формированием зоны крутопадающего надвига («поддвиг»).

На Малом Кавказе становление офиолитов относится к нижнему сенону, а начало их формирования, возможно, к верхней юре—нижнему мелу.

Под «становлением офиолитов» правильнее понимать период их массового проявления и формирования соответствующего самостоятельного структурного подъяруса.

При формировании офиолитов возможны ранние проявления незначительной массы гипербазитов, а в дальнейшем их поздние перемещения в верхние структурные подъярусы в холодном виде.

Офиолиты приурочены к тектоническим зонам (шовным), где чередовались растяжение и сжатие. Эти явления обусловлены, по всей вероятности, обратными направлениями движения масс в мантии и земной коре.

Офиолиты Амасия-Севано-Карабахской (Акеринской) ветви являются проявлением направленного геологического развития, как результат особых тектонических усилий.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 20.X.1973.

Լ. Ս. ՄԵԼԻԿՅԱՆ

ՕՖԻՈԼԻՏՆԵՐԻ ՏԵՂԱԴՐՄԱՆ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ  
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՓՈՔՐ ԿՈՎԿԱՍԻ ԱՄԱՍԻԱ-ՍԵՎԱՆ-  
ՂԱՐԱԲԱՂԻ ՃՅՈՒՂՈՒՄ Ե «ՕՖԻՈԼԻՏՆԵՐԻ ՊՐՈԲԼԵՄԸ»

Ա մ փ ո փ ու մ

Նշված ճյուղում օֆիոլիտային սերիան ունի ուրույն բնույթ, որը դրսևորվում է այդ սերիայի ապարների տարածական և երկրանական-ստրուկտուրային փոխադարձ սերտ կապով:

Օֆիոլիտային այս ճյուղում «սերպենտինիտային մելանժը», որպես բնորոշ տարր, բացակայում է, իսկ «մելանժի» գոյությունը ընդհանուր առմամբ դիտվում է միայն տեկտոնական խզվածքներում:

Հողվածում բերված բազմաթիվ փաստերը հաստատում են, որ օֆիոլիտները առաջացել են տեղում՝ խորքային խախտումների երկայնքով, հանդիսանալով ձգման և սեղման իրար հաջորդող պրոցեսների արդյունք: Այդ պրոցեսներն իրենց հերթին, ամենայն հավանականությամբ, պայմանավորված են վերին մանտիայում և երկրակեղևում զանգվածների հակադարձ ուղղության շարժումներով:

Օֆիոլիտների երևակման սկիզբը Փոքր Կովկասում կարելի է վերագրել վերին յուրային—ստորին կավձին, իսկ նրանց վերջնական տեղակայումը՝

ստորին սենոնին: Օֆիոլիտների «վերջնական տեղակայման» տակ պետք է հասկանալ նրանց լրիվ դրսևորումը և որպես ստրուկտուրային ինքնուրույն հարկի ձևավորումը:

Որպես ստրուկտուրային հարկի՝ օֆիոլիտային սերիայի ներքին կառուցվածքը բնորոշվում է բարդացված մոնոկլինալի ձևով, որի մեջ կազմող ապարներն ունեն ներդաշնակ տեղադրում: Կառուցվածքային այս յուրահատկութիւնը պայմանավորված է օֆիոլիտային զոնայում վրաշարժերի զարգացմամբ:

Հողվածում բերվում է նրկրակեղևում օֆիոլիտների տեղադրման ենթադրվող նախնական սխեման և փորձ է արվում այն կապելու մարզի ընդհանուր երկրաբանական զարգացման հետ:

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. «Айпетрат», Ереван, 1958.
2. Асланян А. Т. Тектоника. В кн. «Геология СССР», т. XLIII, Армянская ССР, «Недра», М., 1970.
3. Габриелян А. А. Основные вопросы тектоники Армении. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1959.
4. Кашкой М. А. и Тамразян Г. П. Поперечные (Антикавказские) дислокации Крымо-Кавказского региона, их роль в магматизме и закономерностях размещения полезных ископаемых. «Недра», М., 1967.
5. Карамата С., Чирич Б. Офиолиты Динарид и их происхождение. Международный симпозиум «Офиолиты в земной коре», Тезисы докладов, М., 1973.
6. Керимов Г. И., Гасанов Т. Аб. Геологическое развитие и магматизм Шахдагского синклинория (Малый Кавказ). Советская геология, № 6, 1972.
7. Книппер А. Л. Некоторые вопросы тектонического положения и становления альпийских перидотитов в верхней части земной коры. В сб. «Вулканизм и тектогенез», «Наука», М., 1968.
8. Книппер А. Л. Внутреннее строение и возраст серпентинитового меланжа Малого Кавказа. Геотектоника, № 5, 1971.
9. Книппер А. Л. История развития серпентинитового меланжа Малого Кавказа. Геотектоника, № 6, 1971.
10. Меликян Л. С., Паланджян С. А., Чибухчян З. О., Вардазарян Ж. К вопросу о геологической позиции и возрасте офиолитовой серии Ширако-Севано-Ахеринской зоны Малого Кавказа. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 1—2, 1967.
11. Милановский Е. Е., Хаин В. Е. Геологическое строение Кавказа. Изд-во МГУ, 1963.
12. Паффенгольц К. Н. Бассейн озера Гокча (Севан). Тр. Всес. геол.-развед. объединения, вып. 219, 1934.
13. Паффенгольц К. Н. Геологический очерк Кавказа. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1959.
14. Пейве А. В. Океаническая кора геологического прошлого. Геотектоника, № 4, 1969.
15. Пейве А. В., Штрейе Н. А., Книппер А. Л., Марков М. С., Богданов Н. А., Перфилев А. С., Руженцев С. В. Океаны и геосинклинальный процесс. ДАН СССР, т. 196, № 3, 1971.
16. Саркисян О. А., Волчанская И. К. О блоковом строении территории Армянской ССР и прилежащих районов Малого Кавказа. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XXVI, № 4, 1973.
17. Шихалибейли Э. Ш. Роль разломов и структур глубокого заложения в мегаллогении складчатых зон. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. VII, «Наука», М., 1964.
18. Шихалибейли Э. Ш. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа. Кн. 2. Баку, 1966.

УДК 551.252

Л. И. ШАХБАТЯН

## ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕЛКОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ПОРОД АЛАВЕРДСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Алавердский рудный район представляет область преимущественного развития различных по составу и формам колчеданных месторождений, залегающих в одинаковой или сходной геологической обстановке среди толщ вулканогенных пород юрского возраста [4]. В районе установлено также наличие медно-молибденового оруденения порфирового типа, приуроченного к интрузивам послеверхнеюрского—предверхнемелового [4], по другим данным—эоценового [1] возраста.

В пределах района расположены наиболее значительные по размерам Алавердское и Шамлугское медноколчеданные, Ахтальское колчеданное барито-полиметаллическое и Техутское порфировое медно-молибденовое месторождения, которые, вместе взятые, составляют потенциально перспективную рудоносную полосу Северной Армении. На этой полосе стратиграфически самыми нижними членами разреза являются андезитовые и дацитовые порфириты дебедской свиты, их лавовые и вулканические брекчии. В пределах участка Ахтальского месторождения под названными вулканогенными породами выходит горизонт так называемых «кварцевых порфиров» [4]. На породах дебедской свиты непосредственно налегают лапиллиевые и гравийные туфы, а также туфовые брекчии кошабердской свиты, которые в свою очередь перекрываются породами алаверди-шамлугской свиты. Последние представлены кератофирами, кварцевыми кератофирами, их туфами и вулканическими брекчиями, содержащими незначительные по мощности прослои известковистых песчаников. Разрез замыкается туфогенными и полимиктовыми песчаниками шахтатской свиты.

Перечисленные вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы прорваны интрузивными и жильными образованиями, которые местами занимают до 30—80% пространства в строении участков. Интрузии в основном слагают штокообразные крупные массивы и представлены гранодиоритами, кварцевыми диоритами и другими разновидностями. Из жильных пород наибольшим распространением пользуются пластовые тела (силлы) и дайки «альбитофиров». Встречаются также дайки диабазов, диабазовых порфиритов, габбро-диабазов и аплитов.

Пространственное распределение эндогенных рудных месторождений района и их особенности определяются всей совокупностью геологических факторов и обуславливаются, в первую очередь, благоприятным сочетанием стратиграфо-литологических и структурных факторов. Последние в значительной степени контролируют и размещение отдельных рудных

тел, а также их форму и условия залегания в пределах месторождений [1, 3, 4].

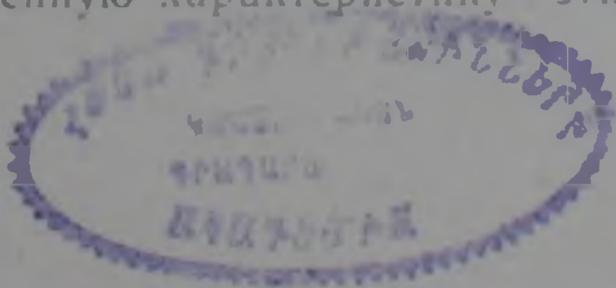
Не вдаваясь в подробности разбора роли всех факторов в рудообразовании, отметим, что структура Алавердского рудного района и его отдельных месторождений представляется очень сложной. Она характеризуется совокупностью складчатых форм различных порядков, сингенетичных с ними разрывных нарушений и межформационных зон отслаивания. Не менее сложна также пострудная тектоника месторождений. Отличительной чертой ее является не только образование определенного направления новых трещин, но и интенсивное наложение движений вдоль древних трещин (как более ослабленные направления), по которым ранее развивались процессы рудоотложения. Все это обусловило возобновление трещиноватости и раздробленности в рудовмещающих породах и рудоконтролирующих структурах, «закрывшихся» до этого продуктами гидротермальной деятельности.

Из всего изложенного следует, что геологический разрез Алавердского рудного района и его отдельных месторождений характеризуется пестротой состава слагающих вулканогенных пород и интрузивно-жильных образований, их частой перемежаемостью и трещиноватостью. Все это обуславливает анизотропность и большую сложность геолого-технических условий района в целом. Наибольшую сложность создает трещиноватость пород, вызывая не только технические и технологические осложнения, но и снижение выхода керна из-за его механического разрушения и последующего промывания в колонковом наборе в процессе бурения. Именно это и вызвало актуальность изучения характера трещиноватости пород, слагающих разрез Алавердского рудного района, и ее влияния на выход керна при проходке буровых скважин. Изучение этих вопросов входило в комплекс экспериментальных исследований по разработке рациональной технологии алмазного бурения, проведенных автором настоящей статьи под руководством профессора С. А. Волкова.

В рамках настоящей статьи автор ставит целью осветить лишь характер трещиноватости пород района, ибо разбор вопроса ее влияния на выход керна требует отдельного, более детального разъяснения.

Исследования трещиноватости проводились по предложенной методике Е. А. Козловского [2]. Изучение трещин и характера их проявления производилось по типичным и наиболее распространенным литологическим разностям рудовмещающих пород.

В процессе полевых исследований трещины изучались в штольнях, шурфах, канавах, скважинах, искусственных врезам и естественных обнажениях. Изучались элементы залегания трещин, удельная и линейная трещиноватость и кусковатость керна. Удельная трещиноватость изучалась на 1 кв. дм площади вреза пород, а линейная трещиноватость и кусковатость керна—на 1 м бурения. Изучение последних трех показателей было вызвано необходимостью дать характеристику пород по степени трещиноватости. В численную характеристику этих показателей



вошла мелкая трещиноватость, представленная тектоническими трещинами сбросового, взбросового, взбросо-сдвигового и сдвигового характера, а также трещинами отдельности. Но и при этом в расчет не принимались «закрытые» трещины, которые, будучи заполненными кварц-карбонатной массой (близкой по физико-механическим свойствам к вмещающим породам), создавали монолитность пород и не влияли на анизотропность геологической среды.

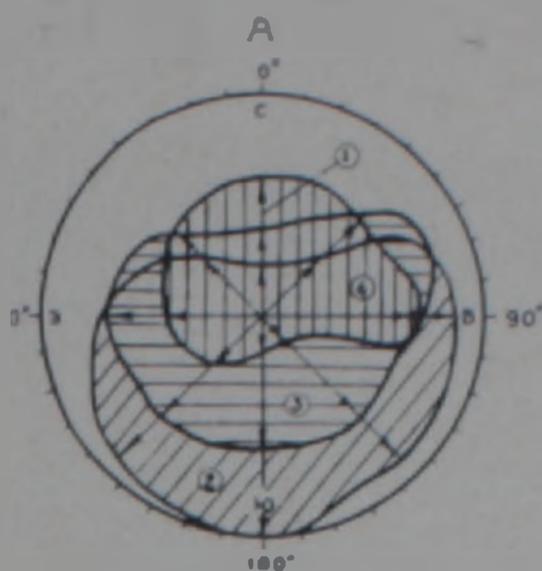
В период обработки материалов с учетом произведенных замеров и данных ранних документаций геологоразведочных выработок были составлены точечные круговые и розы-диаграммы распределения трещин по сторонам света и углам падения среди основных представителей пород литологического разреза района [2].

На точечных круговых диаграммах (фиг. 1) количество трещин отдельных направлений (по азимутам и средним углам падения) для всех представителей пород выражалось через вектор (пересекающиеся прямые линии—лучи векторов), ориентированный на определенную часть света. На розы-диаграммах углов падения трещин (фиг. 2) для отдельных пород количество трещин соответствующих классов выражалось лучами-векторами в процентах.

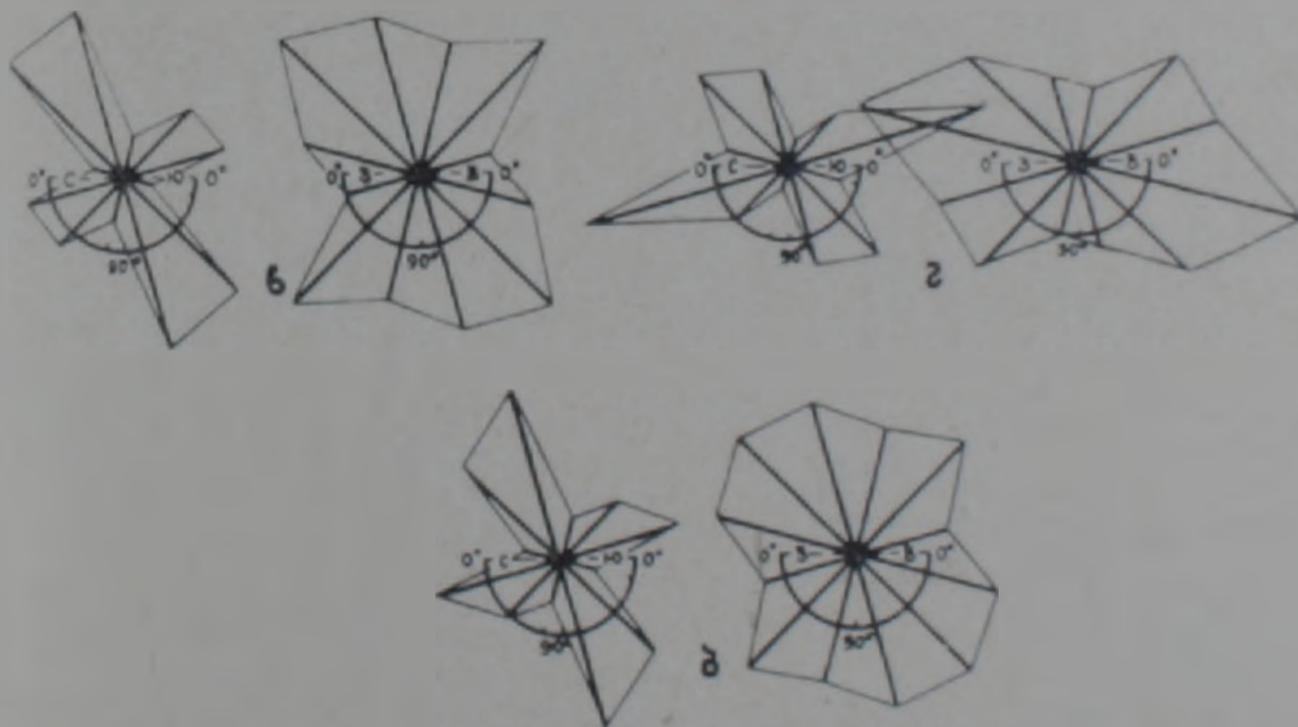
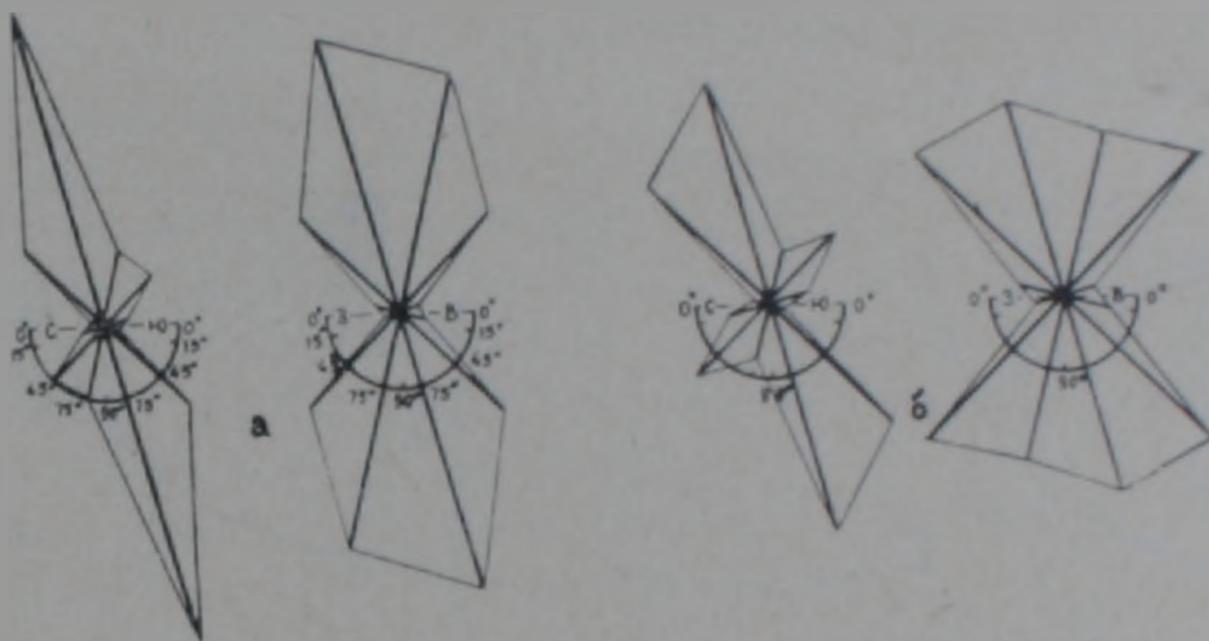
Проведенными исследованиями выявлено, что сложность структуры Алавердского рудного района, обусловленная широким развитием в его пределах разрывных нарушений и межформационных зон отслаиваний в тесной взаимосвязи со складчатыми формами, находит свое отражение и в характере мелкой трещиноватости. Тем не менее, исследования и массовые замеры иллюстрируют преобладание в пределах рудного района определенных направлений систем трещин.

Различия в их пространственном распределении зависят от положения того или иного участка по отношению к крупным тектоническим структурам, а также от литологического состава различных пород.

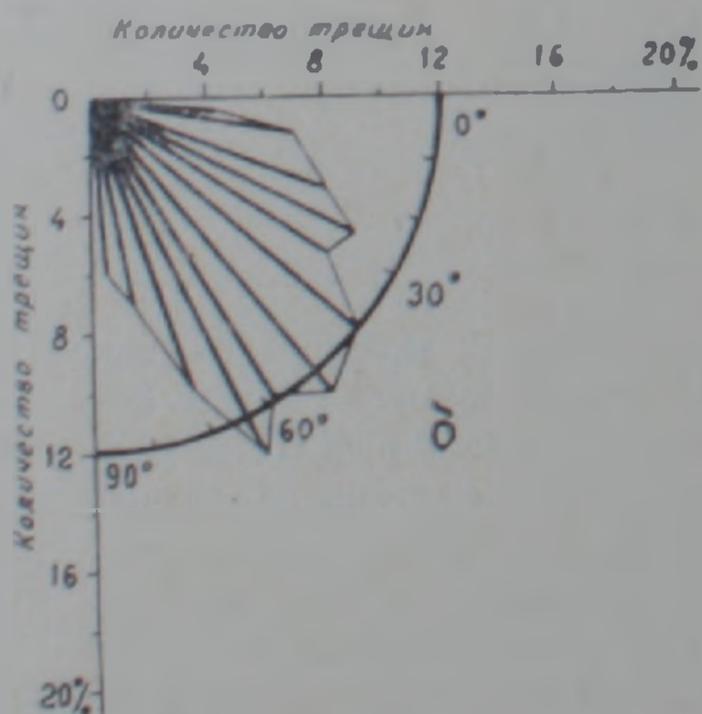
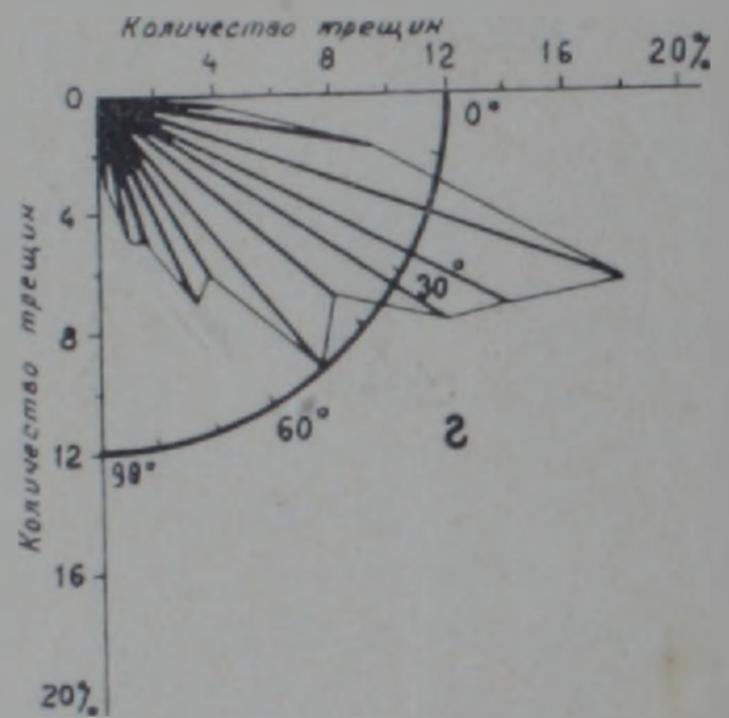
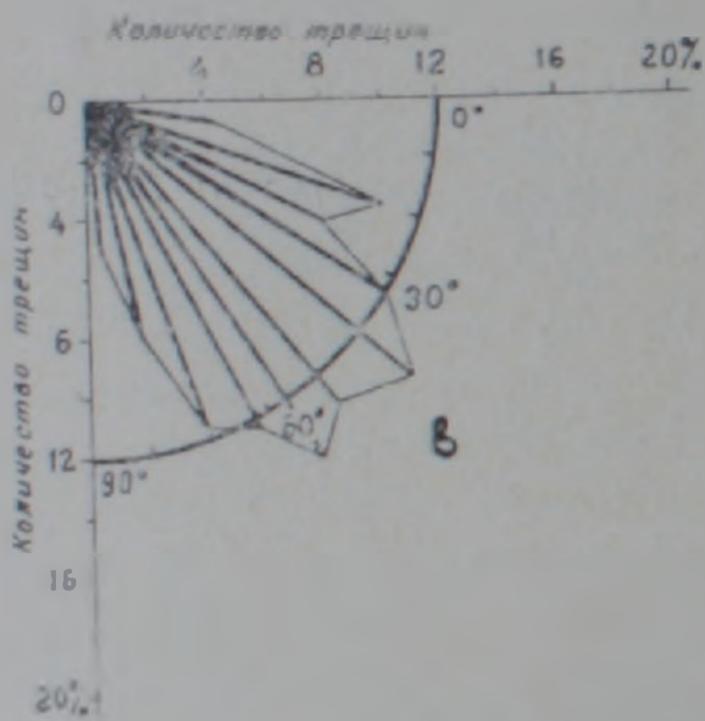
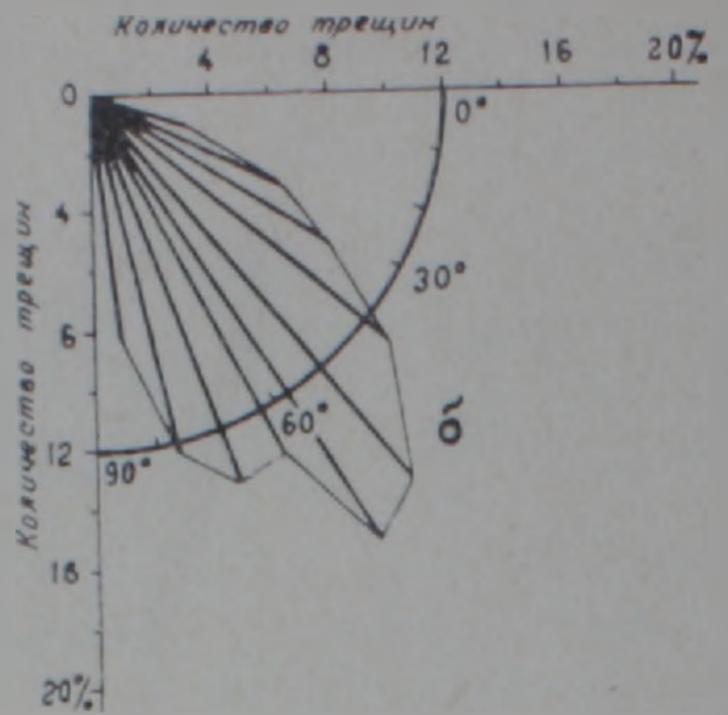
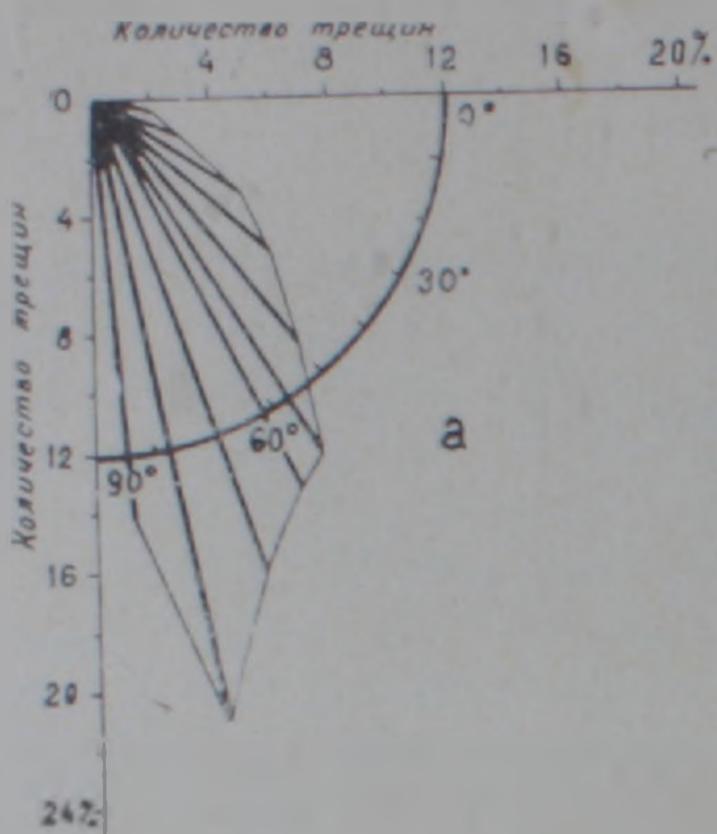
Многократными исследованиями [1, 3, 4] и личными наблюдениями автора установлено, что на общем фоне трещиноватости пород рудного района наиболее интенсивное проявление мелкой трещиноватости наблюдается на участках развития межформационных зон отслаивания, секущих разрывных нарушений и мелких антиклинальных поднятий, являющихся ярким проявлением разрядки напряжений в процессе многоэтапной и длительной (ср. юра-эоцен) деформации района. Эти структурные элементы на всем своем протяжении сопровождаются параллельно и косо ориентированными системами мелкой трещиноватости, часто образуя зоны дробления пород мощностью от нескольких метров до нескольких сотен метров (при сближении нескольких разрывных нарушений). Трещиноватость развита также в приконтактных полосах зон дробления, но ее интенсивность по мере удаления от последних постепенно снижается и на расстоянии 30—40 м встречаются лишь единичные трещины.



Б



Фиг. 1. Диаграммы распределения трещин по элементам залегания. А—распределение трещин по азимутам падения 1—средние азимуты падения, 2—трещины с углами падения  $90-60^\circ$ , 3—трещины с углами падения  $60-30^\circ$ , 4—трещины с углами падения  $30-0^\circ$ . Б—распределение трещин по средним углам падения ( $75^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $15^\circ$ ) в: а—андезитовых и дацитовых порфиритах; б—лапиллиевых и гравийных туфах и туфовых брекчиях андезито-дацитовых порфиритов; в—кератофирах, кварцевых кератофирах и «кварцевых порфирах»; г—полимиктовых и туфогенных песчаниках; д—«альбитофирах» и кварцевых диоритах.



Фиг. 2. Розы-диаграммы количества трещин разной крутизны: а—в андезитовых и дацитовых порфиритах; б—в лапиллиевых и гравийных туфах и туфовых брекчиях андезито-дацитовых порфириров; в—в кератофирах, кварцевых кератофирах и кварцевых порфирах; г—в полимиктовых и туфогенных песчаниках; д—в альбитофирах и кварцевых диоритах.

Мелкие трещины имеют исключительно выдержанную ориентировку на больших площадях среди сходных по составу пород, а при переходе их в другую, резко отличающуюся литологическую среду, часто наблюдается заметная дезориентировка. Протяженность трещин достигает десятков метров, а ширина обычно не превышает долей миллиметра, редко достигая нескольких миллиметров.

В соответствии с направлением фиксируемых в районе пликативных структур, межформационных зон отслаивания и разрывных нарушений, выделяются соответствующие системы мелкой трещиноватости близмеридионального ( $340-20^\circ$ ), близширотного ( $70-110^\circ$ ), северо-восточного ( $20-60^\circ$ ) и северо-западного ( $300-340^\circ$ ) простираний с южным и, отчасти, северным падением под углами  $5-85^\circ$  (фиг. 1, г). При этом, северные падения свойственны, главным образом, трещинам расслаивания, развитым в основном в породах верхних горизонтов стратиграфического разреза и в интрузивных и жильных образованиях.

Составленные розы-диаграммы углов падения трещин (фиг. 1-Б и 2) позволяют классифицировать трещины по геологическим условиям на крутопадающие—с углами падения  $90-60^\circ$  (в среднем  $75^\circ$ ); пологопадающие—с углами падения  $60-30^\circ$  (в среднем  $45^\circ$ ); близгоризонтальные—с углами падения  $30-0^\circ$  (в среднем  $15^\circ$ ).

Обработка данных по трещиноватости, сведенных в таблицу 1, показывает, что в стратиграфическом разрезе района сни-

Таблица 1

Данные по трещиноватости разных типов пород

Наименование пород	Соотношение трещин разной крутизны в %			Средний угол падения трещин
	крутопадающие $90-60^\circ$	пологопадающие $60-30^\circ$	близгоризонтальные $30-0^\circ$	
Андезитовые и дацитовые порфириты и пр.	64	31	5	64
Лапиллиевые и гравийные туфы андезито-дацитовых порфиритов и пр.	45	46	9	57
Кератофиры, кварцевые кератофиры, кварцевые порфиры и пр.	35	43	22	49
Полимиктовые и туфогенные песчаники	20	35	45	38
Кварцевые диориты, альбитофиры и пр.	35	37	28	47

зу вверх (за некоторым исключением кварцевых порфиров) наблюдается отчетливо выраженное выполаживание углов падения трещин. Если в низах разреза в общем преобладают крутопадающие трещины, то в верхах они имеют весьма подчиненное развитие против близгоризонтальных трещин. В середине разреза преобладают уже пологопадающие трещины (фиг. 1-Б и 2). Такое явление прежде всего следует объяснить различием в литологическом составе, а, следовательно, в физико-механических свойствах между вулканогенными породами низов стратиграфического разреза с одной стороны, и толщи верхних туфо-

## Характеристика пород по степени трещиноватости

Группа пород по степени трещиноватости	Разновидности пород по степени трещиноватости	Показатели трещиноватости по керну			Удельная трещиноватость, шт/дм <sup>2</sup>	Соотношение распределений по району в %	
		количество столбиков керна, шт/м	длина столбиков по оси керна, см	линейная трещиноватость, шт/м		группы пород	отдельных представителей пород
Слабо трещиноватые	Неизмененные или мало измененные: Андезитовые и дацитовые порфириты и пр. Лапиллиевые и гравийные туфы андезито-дацитовых порфиритов и пр.; Кератофиры, кварцевые кератофиры, „кварцевые порфиры“ и пр.; Полимиктовые и туфогенные песчаники; Кварцевые диориты, „альбитофиры“ и пр.	до 5	свыше 20	до 5	до 1	20	30
							15
							15
							60
Трещиноватые	Гидротермально измененные — окварцованные, серицитизированные, хлоритизированные, карбонатизированные, каолинизированные и огипсованные: Андезитовые и дацитовые порфириты и пр.; Лапиллиевые и гравийные туфы андезито-дацитовых порфиритов и пр.; Кератофиры, кварцевые кератофиры, „кварцевые порфиры“ и пр.; Полимиктовые и туфогенные песчаники; Кварцевые диориты, „альбитофиры“ и пр.	5—15	20—7	5—15	1—2	45	10
							50
							50
							40
Сильно трещиноватые — раздробленные	Гидротермально измененные метаморфические (адиагностические) кварц-серицитовые, кварц-серицит-хлоритовые и монокварцевые породы, образовавшиеся за счет: Андезитовых и дацитовых порфиритов и пр.; Лапиллиевых и гравийных туфов андезито-дацитовых порфиритов и пр.; Кератофиров, кварцевых кератофиров, „кварцевых порфиров“ и пр.; Кварцевых диоритов, „альбитофиров“ и пр.	15—50	меньше 7	15—30	3—8	35	30
							35
							35
							50

генных и полимиктовых песчаников—с другой. Первые, т. е. «кварцевые порфиры», андезито-дацитовые порфириты, их лапиллиевые и гравийные туфы, будучи сложенными сравнительно жесткими и хрупкими породами ( $K_{пл.} = 1—1,62$ )<sup>1</sup>, в которых разрядка динамических напряжений выразилась преимущественно в появлении крутых разрывных нарушений и связанной с ними мелкой трещиноватости [4]. Песчаники же, обладая довольно высокими свойствами пластичности ( $K_{пл.} = 3,0—3,12$ ) под действием тех же напряжений, подверглись главным образом изгибанию слоев в виде мелкой складчатости. При этом в них образовались пологие трещины расслоения и лишь редко—крутые тектонические трещины и трещины скалывания. Указанная разнородность одновременных дислокаций разных по физико-механическим свойствам пород обуславливала и сингенетичное с ними проскальзывание одних блоков относительно других на склонах куполовидных поднятий и образование близгоризонтальных межформационных зон отслаивания. Такие зоны были образованы главным образом на контакте кератофировых пород с перекрывающими туфогенными и полимиктовыми песчаниками и на контакте «кварцевых порфиров» с налегающими андезито-дацитовыми порфиритами. Именно появление межформационных зон движений при подходе к ним трещин, падающих круто относительно хрупких вулканогенных пород, и привело к их выполаживанию и переходу в близгоризонтальные трещины отслаивания. Довольно значительное количество близгоризонтальных трещин наблюдается также в интрузивных и жильных породах. Следует предполагать, что эти трещины возникли в основном при кристаллизации магмы, используя при этом существовавшие во вмещающих породах направления трещиноватости [4].

Из всех данных исследований следует, что вообще наиболее трещиноватыми в районе являются относительно хрупкие разновидности пород. Но при этом, изучение удельной трещиноватости и трещиноватости по керну (линейная трещиноватость и кусковатость) показывает, что среди всех разновидностей пород наблюдаются одинаковые по степени трещиноватости участки, характеризующиеся также той или иной степенью гидротермальной переработки. Обычно наиболее трещиноватые участки приурочены к интервалам развития диагностических разностей пород и приконтактной части «альбитофиров» с другими породами, а менее трещиноватые—к мало измененным участкам всех литологических разностей пород. Неравномерность распределения трещиноватости позволяет условно выделить по крайней мере три группы по степени трещиноватости пород—слабо трещиноватые, трещиноватые и сильно трещиноватые—раздробленные, характеристика которых приводится в таблице 2.

Управление геологии  
СМ Армянской ССР

Поступила 13.IV.1973.

<sup>1</sup>  $K_{пл.}$  — коэффициент пластичности, определенный в ВИТРе в комплексе с другими физико-механическими свойствами.

## Լ. Ի. ՇԱՀԲԱԹՅԱՆ

ԱՂԱՎԵՐԿՈՒ ԷԱՆՔԱՅԻՆ ՇՐՋԱՆԻ ԼԵՒԵԱՅԻՆ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՄԱՆՐ  
ՃԵՂՔԱՎՈՐՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

## Ա մ փ ո փ ու մ

Աղավերդու հանքային շրջանի երկրաբանական կառուցվածքներում մասնակցում են ձեղքավորվածության տարբեր աստիճան ունեցող հրաբխային, երակային և ինտրուզիվ ապարներ: Հանքային շրջանում համեմատաբար առավել ձեղքավորված են հիմնականում թթու կազմ ունեցող փխրուն ապարները: Միաժամանակ տեսակարար ձեղքավորվածության ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ ապարների բոլոր տարատեսակների մեջ էլ հանդիպում են ձեղքավորվածության միևնույն աստիճան ունեցող տեղամասեր, որոնք այս կամ այն չափով ենթարկված են նաև հիդրոթերմալ փոփոխության: Ձեղքավորվածությունն առավել ինտենսիվ է հիդրոթերմալ ուժեղ փոփոխությունների ենթարկված և ալբիտոֆիրների ու այլ ապարների կոնտակտային մասերում:

Ձեղքավորվածության անհավասարաչափ տեղաբաշխումը հնարավորություն է տալիս Աղավերդու հանքային շրջանում ձեղքավորվածության ինտենսիվության աստիճանով առանձնացնել առնվազը երեք խմբի ապարներ՝ թույլ, միջին և խիստ ձեղքավորված:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Вартапетян Б. С. Закономерности распределения медного оруденения на территории Армянской ССР. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1965.
2. Волков С. А., Козловский Е. А., Алимбеков Б. Д. Трещиноватость пород и ее влияние на технико-экономическую эффективность алмазного бурения. ВІЭМС, ЭИ № 114, М., 1970.
3. Исаханян А. Е. Структурные условия локализации рудных тел на Шамлугском медноколчеданном месторождении. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XXIII, № 6, Ереван, 1970.
4. Сопко П. Ф. Геология колчеданных месторождений Алавердского рудного района. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1961.

УДК 550.42

С. А. ПАЛАНДЖЯН, Л. В. РАЗИН

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА В АЛЬПИНОТИПНЫХ МАССИВАХ УЛЬТРАОСНОВНЫХ И ОСНОВНЫХ ПОРОД СЕВАНСКОГО ХРЕБТА

Изучение геохимии альпинотипных гипербазитов и базитов, в том числе геохимии золота, представляет особый интерес в связи с проблемой металлогении верхней мантии, производными которой являются эти породы. Исследование золотоносности альпинотипных массивов Севанского хребта интересно также тем, что является первой работой такого рода для обширного альпийского геосинклинального пояса Евразии.

Нашими исследованиями были охвачены Шоржинский, Джил-Сатанахачский и Караиман-Зодский гипербазитовые массивы, а также Кясамаанский, Джанахмедский и другие габброидные массивы Севанского хребта. Все эти массивы фиксируют единый Севанский глубинный разлом, слагающий центральную часть Амасия-Севано-Акеринского офиолитового пояса мезозойского возраста.

Гипербазитовые массивы являются наиболее ранними однофазными магматическими образованиями района. Представлены они аллохтонными телами пласто- и линзообразной формы длиной до 30 км при мощности менее 1 км. Эти тела состоят преимущественно из гарцбургитов при участии дунитов, перцолитов и пироксенитов (дунит-гарцбургитовая формация). Гипербазиты обычно интенсивно серпентинизированы. В них заключены мелкие линзовидные и шширообразные тела пистеромагматических хромитов и линейно-вытянутые зоны лиственитов. В Шоржинском и Джил-Сатанахачском массивах тела хромитов расположены в дунитах, в Караиман-Зодском массиве — в перидотитах.

Более молодые габброидные массивы многофазны. Представлены они пластообразными телами, а также дайками и другими образованиями, секущими гипербазиты. Продукты первой фазы в этих массивах образованы преимущественно из габбро; в телах второй фазы с лейкократовыми габбро и троктолитами ассоциируют дуниты, верлиты и пироксениты — производные габброидной магмы. В третью фазу сформированы габбро-диориты, диориты и плагиограниты [2].

### Методика исследований

Содержание золота определялось в валовых пробах пород и в извлеченных из них мономинеральных фракциях. Пробы имели начальный вес 10—15 кг и состояли из небольших штуфов породы, отобранных с хорошо обгаженной площади размером в несколько сот квадратных метров.

Опробование осуществлялось на значительном удалении от всех известных в районе рудных тел гидротермального происхождения, чтобы избежать возможного заражения изучаемых пород золотом. Образцы проб детально изучались петрографически, включая количественно-минеральные подсчеты на интеграционном столике. Пробы дробились до—0,5 мм, затем отквартовывался дубликат весом до 1 кг для аналитических исследований валового состава породы. Из остатка выделялись мономинеральные фракции путем отмывки на концентрационном столе с последующей расситовкой на классы  $\pm 0,25$ , электромагнитной сепарацией как концентрата, так и промежуточного продукта и с завершающей обработкой в тяжелых жидкостях. В связи с большим выходом электромагнитной фракции для минералогического изучения из нее отквартовывалась навеска в 100 г. Окончательная перечистка до мономинеральных фракций проводилась вручную под биноклем. Валовые и мономинеральные пробы истирались до состояния пудры.

Для определения золота был использован высокочувствительный (до  $n \cdot 10^{-8}$  вес. %) радиохимический метод со средней ошибкой воспроизводимости результатов 20—30% относительных [3]. Каждый из приводимых результатов является среднеарифметическим по двум параллельным определениям из навесок по 100 мг. Эти навески после нейтронной активации подвергались царско-водочному вскрытию и субстехиометрическому экстрагированию золота раствором трифенилгуанидиния в дихлорэтане. Навеска для анализа отбиралась из 10-граммовых тонкоизмельченных проб путем их сокращения методом кольца и конуса. Радиохимический анализ выполнен под руководством В. Н. Никитина в лаборатории ядерно-физических исследований Тульского отделения ЦНИГРИ.

### Распределение золота в породах

При рассмотрении результатов валовых анализов (табл. 1) обнаруживается крайняя неравномерность распределения золота в альпидных массивах Севанского хребта. Колебания по всем изученным магматогенным породам превышают два порядка: от  $1 \cdot 10^{-8}$  до  $7,3 \cdot 10^{-6}$  вес. %. В исследованных породах преобладают концентрации золота менее  $1 \cdot 10^{-6}$  % (фиг. 1): в каждом интрузивном комплексе (гипербазитовом, габброидном и малых интрузий) это—в основном величины  $1—9 \cdot 10^{-7}$  %.

Более определенная картина вырисовывается при рассмотрении средних содержаний золота в парагенетических группах пород, выделенных геологическими наблюдениями,—в комплексах и фазах (табл. 2). Породы габброидного комплекса (исходная магма которых интродировала позже перидотитовой расплава по тому же глубинному разлому и, по-видимому, с меньших глубин) в целом оказываются значительно богаче золотом, чем породы гипербазитового комплекса. Среднее содержание золота в них ( $10,7 \cdot 10^{-7}$  %) практически совпадает со средней концентрацией этого элемента в полевошпатовых разновидностях габброидного комплекса ( $11 \cdot 10^{-7}$  %) и выше кларка для основных пород— $4 \cdot 10^{-7}$  %, по А. П.

Таблица 1

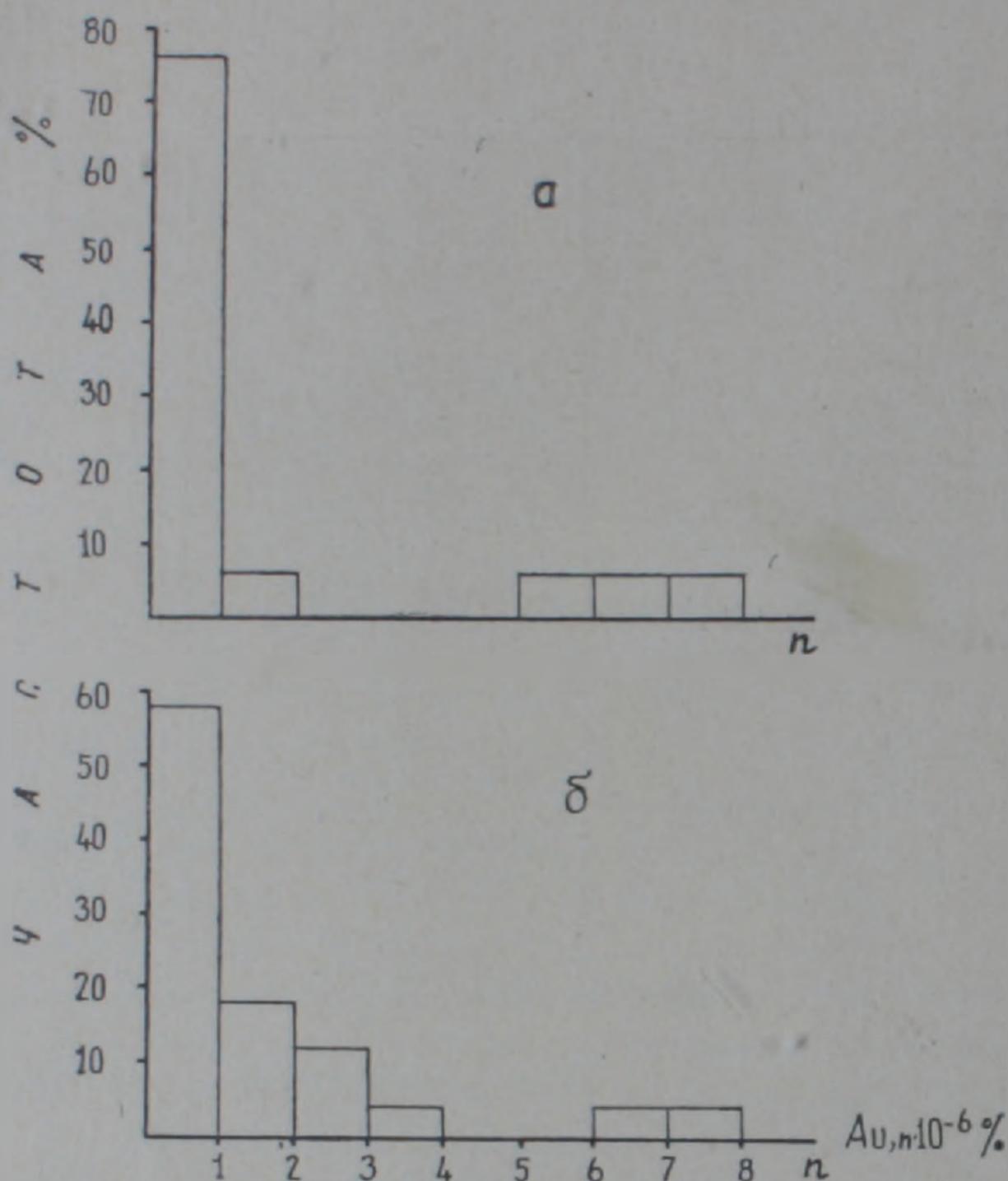
## Содержание золота в породах Севанского хребта

Комплекс, интрузивная фаза	Порода	Массив	Золото $\mu \cdot 10^{-7} \%$	
Гипербазитовый	Дунит	Шоржинский	2,4; 11,0*	
	Дунит	Джил-Сатанахачский	0,75; 2,1	
	Гарцбургит	Джил-Сатанахачский	2,1	
	Гарцбургит	Караиман-Зодский	1,4; 1,6; 4,3; 55,0*	
	Гарцбургит	Севернее с. Зод	0,21	
	Лерцолит	Караиман-Зодский	73,0*	
	Серпентинит	Шоржинский	64,0*	
	Серпентинит	Караиман-Зодский	0,43; 1,1; 3,6	
	Пироксенит	Караиман-Зодский	10,0	
	Габброидный	Первая фаза	Габбро	Джанахмедский
Габбро			СВ с. Кясаман	13,0
Габбро уралитизированное			Джанахмедский	1,2; 3,6; 9,3; 39,0
Микрогаббро			Джанахмедский	4,3; 26,0
Оливиновое габбро (дайка)			Джанахмедский	61,0*
Габбро-пегматит			Джанахмедский	30,0
Вторая фаза		Дунит серпентинизированный	Джил-Сатанахачский	8,0; 78,0*
		Дунит серпентинизированный	Шоржинский	17,0
		Верлит	Кясаманский	3,9; 16,0
		Пироксенит	Кясаманский	2,5
		Пироксенит	Джанахмедский	2,6; 19,0*
		Пироксенит	Шоржинский	1,3
Лейкократовое габбро	Кясаманский	2,4; 5,7		
Анортозит	Джанахмедский	1,5		
Третья фаза	Плагногранит	с. Караиман	23,0*	
	Габбро-диорит	с. Караиман	3,7	
	Диорит	Джил-Сатанахачский	3,4	
Малых интрузий	Диорит-порфирит	Джанахмедский	1,2; 3,0	
	Кварц-диорит-порфирит	Инакдаг	0,1	
	Керсантит	Севернее с. Караиман	0,9	
	Мончикит	Восточнее с. Джанахмед	5,1	
Постмагматический	Лиственит	У с. Караиман	0,1	
	Лиственит	У с. Джанахмед	0,21	
	Лиственит	Джанахмедский перевал	2,7	

\* Аномальные содержания для данной породы.

Примечание: каждая из приводимых величин характеризует самостоятельную пробу.

Виноградову [1]. Выше кларка также среднее содержание золота и в ультраосновных породах этого комплекса:  $9,9 \cdot 10^{-7}$  против  $5 \cdot 10^{-7} \%$  [1]. В породах гипербазитового комплекса оно более низкое —  $2,9 \cdot 10^{-7} \%$ .



Фиг. 1. Распределение золота в породах гипербазитового (а) и габброидного (б) комплексов.

Таблица 2

Уровни концентрации золота в интрузивных породах Севанского хрѳта

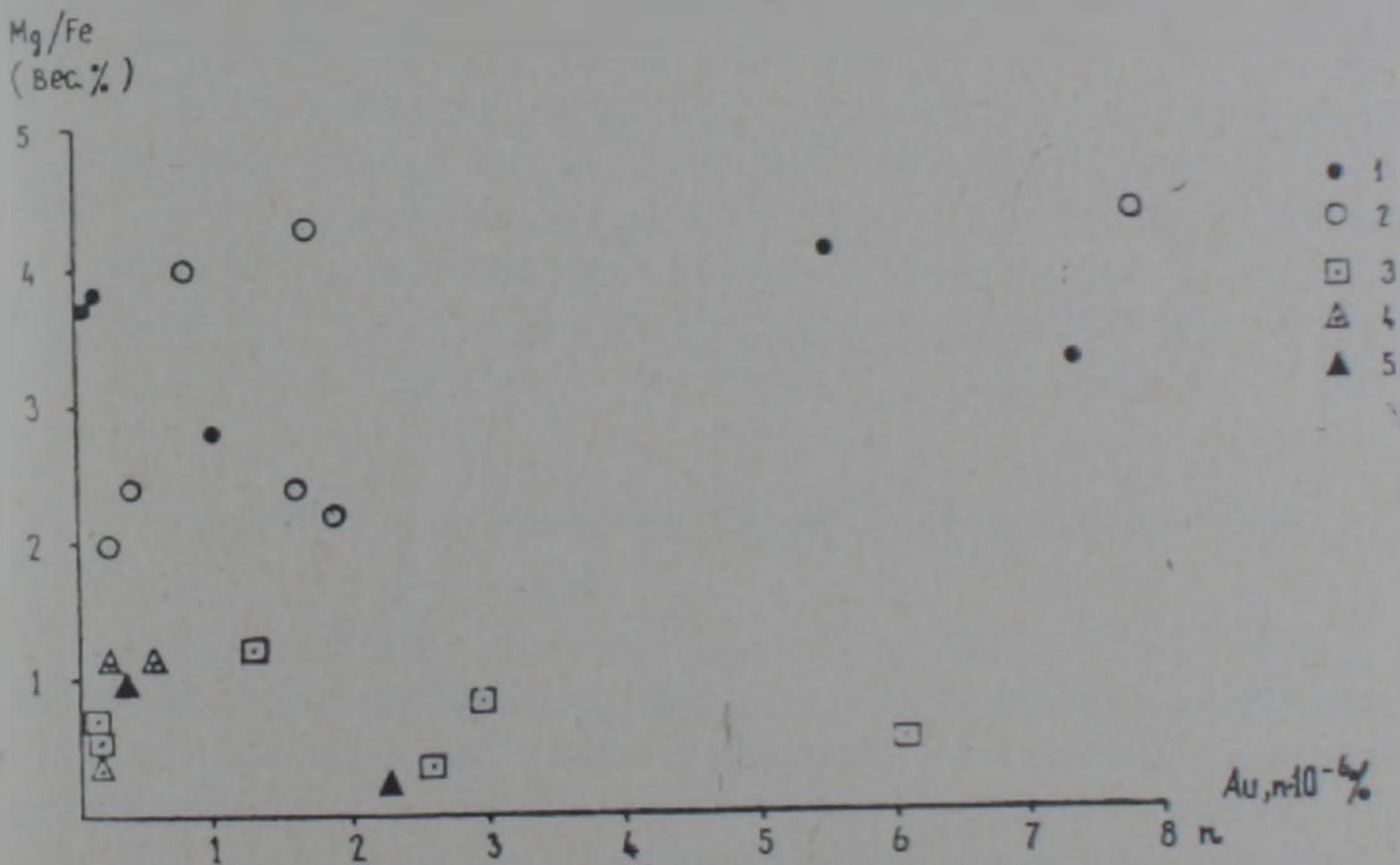
Породы	Количество анализов	Золото, $n \cdot 10^{-7} \%$	
		Колебания	Средне-арифметическое
<b>Гипербазитовый комплекс</b>			
Перидотиты, дунит, пироксенит, серпентинит	12	0,21—10,0	2,9
<b>Габброидный комплекс</b>			
Все породы	24	1,0—39,0	10,7
Ультрабазиты (дунит, перидотит, пироксенит)	7	1,3—19,0	9,9
Все полевошпатовые породы	17	1,0—39,0	11,0
Габброиды I фазы	10	1,0—39,0	14,6
Габброиды II фазы	4	1,5—5,7	2,7
<b>Малые интрузии</b>			
Диорит-порфириты, лампрофиры	5	0,1—3,0	2,1

Примечание: аномальные содержания в расчет не включались.

Золотоносность габброидной магмы может быть оценена по породам первой интрузивной фазы, слагающим более 80% выходов габброидов. Из такой оценки следует, что эта магма была почти в 5 раз богаче золотом, чем перидотитовая. Повышенная золотоносность первой прослеживается и при сопоставлении ультраосновных пород габброидной и гарцбургитовой серий в целом (табл. 2), и по их номенклатурным аналогам (табл. 1). Так, среднее содержание Au в дунитах гипербазитового комплекса  $1,75 \cdot 10^{-7}$  % (по 3 пробам— $(0,74—2,4) \cdot 10^{-7}$ , исключая аномальные значения), а для их аналогов габброидного комплекса— $12,5 \cdot 10^{-7}$  % ( $8—17$ )  $\cdot 10^{-7}$  %—по двум определениям).

Сравнительный анализ количественно-минерального состава пород альпинотипных массивов и содержания в них золота показывает, что в пределах отдельных магматических комплексов распределение золота в одних и тех же породах не зависит от количественных соотношений их породообразующих минералов.

Исследование возможной взаимосвязи между содержанием золота в изученных гипербазитах и габброидах и уровнем их магнезиальности (отношение Mg/Fe), являющимся одним из показателей дифференциации, выявляет лишь тенденцию некоторой зависимости между ними (фиг. 2).



Фиг. 2. Зависимость между содержанием золота и магнезиальностью пород: гипербазитового (1) и габброидного (2—5) комплексов, 2—ультраосновные породы, 3—габброиды I фазы, 4—лейкогаббро и анортозиты II фазы, 5—плагнограниты и габбро-диориты III фазы.

Нагляднее эта прямая зависимость прослеживается для производных второй фазы габброидного комплекса. Если не принимать во внимание аномальные содержания золота, то можно построить следующий ряд

убывающей концентрации золота ( $n \cdot 10^{-7} \%$ ): дунит  $\frac{12,5(2)^*}{8-17} \rightarrow$  вер-

лит  $\frac{10(2)}{3,9-16} \rightarrow$  пироксенит  $\frac{2,1(3)}{1,3-2,6} \approx$  лейкогаббро  $\frac{4(2)}{2,4-5,7}$ . Та же за-

висимость выявляется при сравнении средних содержаний золота в ультраосновных и основных породах второй фазы в целом (табл. 2), а также при сравнении уровней концентраций этого элемента в более богатых золотом и магнием мезо- и меланократовых фациях габброидного комплекса с относительно обедненными ими лейкократовыми фациями—лейкогаббро и троктолитами. Очевидно, что эта прямая зависимость обусловлена фракционированием золота в пределах дифференциации габброидной магмы, хотя это фракционирование и было не очень контрастным.

В результате метаморфизма изученных пород (серпентинизации гарцбургитов и уралитизации габбро первой фазы) происходит вынос золота (табл. 1).

В качестве показателя фона была изучена золотоносность верхнеэоцен-олигоценых послескладчатых малых интрузий, не связанных с формированием офиолитов. Оказалось, что породы этих интрузий в целом обеднены золотом (табл. 1). Отсутствие у них геохимической специализации по золоту примечательно в связи с возрастной близостью данных пород и золотого оруденения Зодского месторождения.

Несмотря на небольшое количество анализов лиственитов, отчетливо видна их обедненность золотом по сравнению с материнскими породами—серпентинитами и перидотитами гипербазитового комплекса. Это свидетельствует о том, что в процессе региональной постскладчатой кайнозойской лиственитизации гипербазитов золото не привносилось.

### Золото в минералах и рудах гипербазитов и габброидов

Для выяснения особенностей распределения золота в минеральных составляющих альпинотипных гипербазитов и габброидов, были проанализированы монофракции порообразующих минералов (табл. 3), а также наиболее распространенных и типоморфных их акцессориев—хромшпинелидов и магнетита (табл. 4, 5).

Содержание золота в изученных монофракциях колеблется в тех же пределах, что и в исследованных породах. Обращает на себя внимание тот факт, что в лейкократовых порообразующих минералах (плагноклазах, гроссуляре) содержание золота имеет тот же порядок, что и в меланократовых (оливинах, пироксенах, амфиболах; табл. 3). Для оливи-

$\frac{12,5(2)}{8-17}$  в числителе среднее арифметическое, а в скобках—число учтенных анализов, в знаменателе—предельные содержания; аномальные содержания отброшены.

Таблица 3

Содержание золота в породообразующих минералах гипербазитов и габброидов

Состав проанализированной монофракции (содержание ее в породе, % об.)	Золота в монофракции $n \cdot 10^{-7} \%$	Порода, из которой извлечена монофракция	Золота в породе $n \cdot 10^{-7} \%$	Массив
<b>Оливины</b>				
Форстерит, $Fa_6$ (9%)	4,7	Верлит	3,9	Кясаманский
Форстерит $Fa_9$ (28%)	3,5	Дунит (гипербазитовый комплекс)	2,4	Шоржинский
Хризолит $Fa_{12}$ (27%)	12,0	Лерцолит	73,0	Караиман-Зодский
Хризолит $Fa_{13}$ (28%)	14,0	Гарцбургит	55,0	
<b>Пироксены</b>				
Энстатит $Fs_{10}$ (10%)	8,8	Лерцолит	73,0	
Диопсид $Wo_{47}En_{51}Fs_2$ (70%)	22,0	Пироксенит (гипербазитовый комплекс)	10,0	
Диопсид $Wo_{45}En_{53}Fs_2$ (37%)	8,5	Верлит	16,0	Кясаманский
Диопсид $Wo_{48}En_{45}Fs_7$ (86%)	2,7	Пироксенит (габброидный комплекс)	2,5	
Авгит $Wo_{40}En_{49}Fs_{11}$ (29%)	4,6	Габбро	13,0	с. Караиман
Авгит $Wo_{47}En_{39}Fs_{14}$ (12%)	2,8	Лейкократовое габбро	5,6	Кясаманский
<b>Амфиболы</b>				
Роговая обманка зеленая $m' = 55^*$ (4%)	0,8	Габбро-диорит	3,7	с. Караиман
Роговая обманка зеленая $m' = 62$ (16%)	9,6	Габбро-пегматит	30,0	Джанахмедский
<b>Плагиоклазы</b>				
Лабрадор $An_{64}$ (69%)	3,4	Габбро	13,0	с. Караиман
Лабрадор $An_{70}$ (78%)	4,8	Лейкократовое габбро	5,7	Кясаманский
<b>Гранаты</b>				
Гроссуляр $Gr_{95,5}Alm_{1,1}$ <i>Рурз.4</i>	4,3	Перидотит (габброидный комплекс)	3,9	

\*  $m' = 100 Mg: (Mg + Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mn)$ .

нов, авгита, роговой обманки габброидов, аксессуарных хромшпинелидов и магнетитов отмечается прямая зависимость между содержанием в них золота и уровнем его концентрации в породах, из которых извлечены эти минералы (табл. 3—5). То-есть степень накопления золота в этих минералах находится в прямой зависимости от степени обогащенности данным элементом материнского силикатного расплава. Для диопсида и лабрадора подобной зависимости не наблюдается. На основании имеющихся данных (табл. 3) можно предварительно заключить, что для ультраосновных пород содержание золота в оливинах выше, чем в пироксенах, а для габбро—выше в пироксенах, чем в плагиоклазах.

Своеобразные особенности распределения золота выявились при изучении золотоносности хромшпинелидов и хромитовых руд, столь типоморфных для пород дунит-гарцбургитовой формации (табл. 4). Макси-

Таблица 4

Содержание золота в хромшпинелидах и хромитовых рудах альпинотипных гипербазитов (дунит-гарцбургитовая формация)

Характеристика пробы (содержание хромшпинелидов в породе и руде, % объема)	Золота в пробе, $n \cdot 10^{-7} \%$	Хромитоносная руда	Золота в породе, $n \cdot 10^{-7} \%$	Массив, рудное тело
<b>Раннемагматические минералы</b>				
Акцессорный хромшпинелид (6,7%)	6,7	Дунит	11,0	Шоржинский, рудное тело № 3
Акцессорный хромшпинелид (6,2%)	5,5	.	2,4	Шоржинский
Акцессорный хромшпинелид (3,5%)	5,6	Серпентинит	1,1	Караиман-Зодский
Акцессорный хромшпинелид (1,9%)	18,0	Гарцбургит	55,0	Караиман-Зодский
<b>Позднемагматические минералы</b>				
Сегрегационный хромшпинелид (жильной сплошной руды)				
а) густовкрапленая руда	1,2	Дунит	11,0	Шоржинский, рудное тело № 3
шлировая (40%)	1,4	Дунит	11,0	Шоржинский, рудное тело № 5
жильная (35%)	1,0	Дунит	2,1	Джилская группа, м-ние "Главная жила"
б) гнездово-вкрапленая руда (25%)				
	34,0	Перидотит	43,2	Караиман-Зодский Инагдагское проявление
	18,0	Перидотит	19,0	Джанахмедский перевал, проявление Перевальное

мальные количества золота установлены в гнездово-вкрапленной руде ( $34 \cdot 10^{-7} \%$ ) и в акцессорном хромшпинелиде перидотитов ( $18 \cdot 10^{-7} \%$ ). В аналогичных рудах и минералах дунитов содержание золота много ниже, что, по-видимому, связано с общей, несколько повышенной, золотоносностью хромитсодержащих перидотитов, кристаллизовавшихся позже фациально связанных с ними дунитов. Примечательно, что в акцессорных хромшпинелидах алогарцбургитовых серпентинитов содержание золота ниже, чем в тех же минералах гарцбургитов. Это свидетельствует о выносе золота при метаморфизме материнской породы. Среди хромшпинелидов дунитов раннемагматические акцессории содержат золота меньше, чем позднемагматические сегрегационные минералы (табл. 4). Это отражает регрессивный характер накопления золота в остаточной рудной фракции ультраосновной магмы, исходной для дунитов. В хромшпинелидах перидотитовой группы пород подобного явления не обнаружено.

Весьма примечательно выявление положительной связи между содержаниями золота в акцессорных магнетитах полевошлатовых пород габброидного комплекса и титанистостью этих минералов (табл. 5, фиг.

Таблица 5

Содержание золота и окиси титана в акцессорных магнетитах ультраосновных пород Севанского хребта

Номер пробы магнетита	Порода, из которой извлечена монофракция магнетита	Золота, $\mu \cdot 10^{-7}$ вес. %		TiO <sub>2</sub> , вес. %
		в породе	в монофракции	
7а	Серпентинит (гипербазитовый комплекс, Караиман-Зодский массив)	1,1	8,3	0,33
96	Пироксенит (габброидный комплекс, Джанахмедский массив)	2,6	4,6	0,13
23	Габбро (габброидный комплекс, Джанахмедский массив)	19,0	7,0	6,10
123	Габбро-пегматит (габброидный комплекс, Джанахмедский массив)	30,0	7,7	6,85
206а	Лейкократовое габбро (Кясаманский массив)	5,7	1,3	3,40
574а	Габбро-диорит (эндоконтактовая фация тела плагиогранита восточнее с. Джанахмед)	Не опр.	1,9	8,25
574	Плагиогранит (эндоконтактовая фация тела плагиогранита восточнее с. Джанахмед)	Не опр.	6,1	5,28
30	Плагиогранит (из выхода у с. Караиман)	23,0	4,1	4,11
21	Микроплагиогранит (р. Гетак)	Не опр.	3,5	3,92

Примечание: золото определялось радиохимическим методом (в ЦНИГРИ), окись титана — химическим методом (в ИГН АН АрмССР).

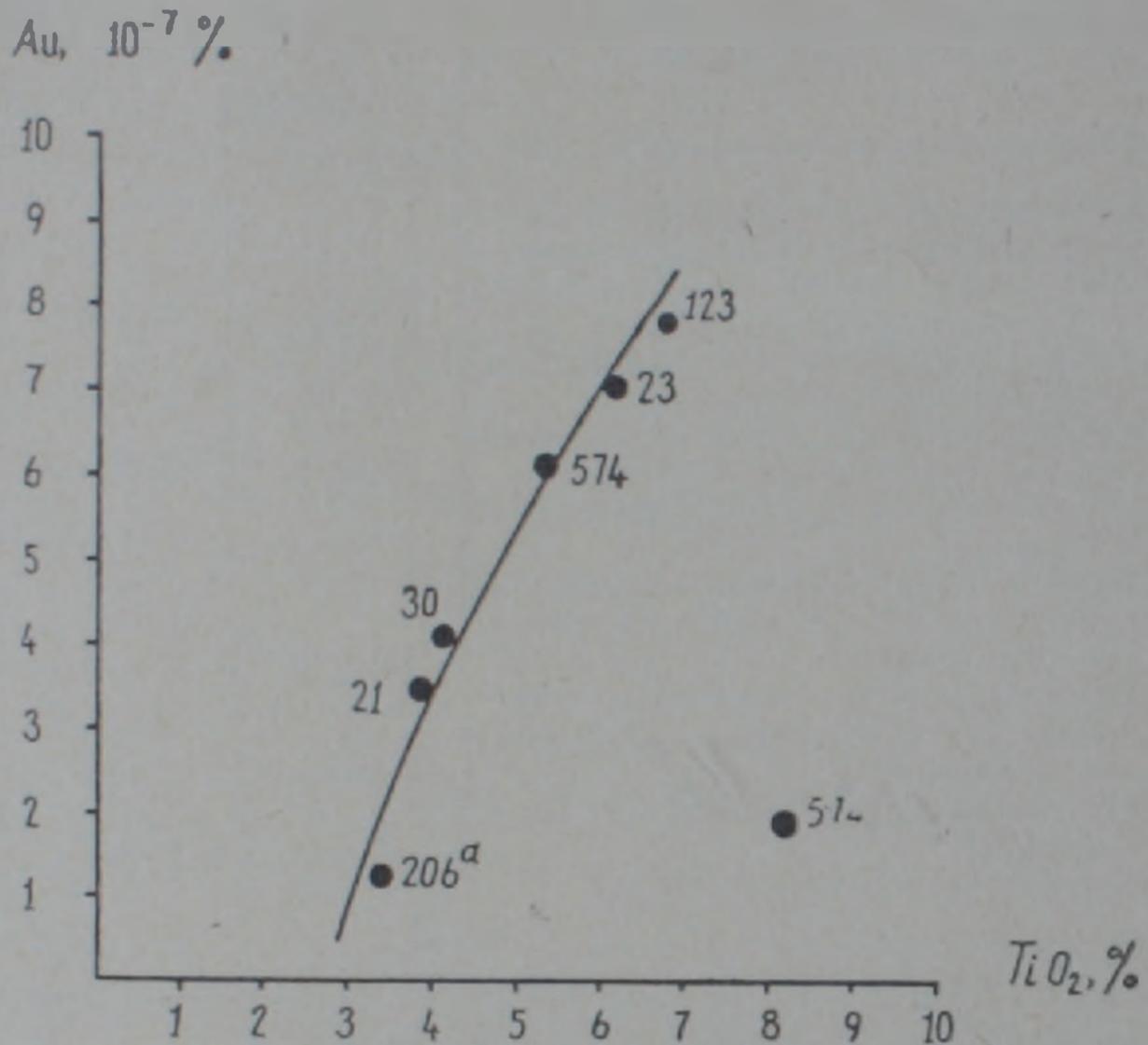
3). Такая зависимость может отражать сидерофильный характер золота и его участие в химической эволюции габброидной магмы в процессе ее дифференциации. Для акцессорных магнетитов ультраосновных пород подобная зависимость не выявилась.

Исследование монофракций показало, что все проанализированные минералы являются носителями золота. Основные носители—главные магматические породообразующие минералы: в дунитах—оливины, в габбро-плагиоклазы. Если в первых, по нашим данным, сосредоточивается до 40% золота породы, то во вторых его накапливается еще больше—до 66%.

Содержание золота в породообразующих силикатах и акцессорных рудных минералах в большинстве случаев ниже, чем в породе, из которой они извлечены (табл. 3—5). Это доказывает, что в породах имеются носители золота, находящегося в состоянии высокой концентрации. Таковыми носителями являются, очевидно, собственные минералы золота.

В нескольких пробах породообразующих силикатов и акцессорных шпинелей коэффициент накопления золота ( $K_{Au}$ ), определяемый величиной отношения содержания золота в монофракции ( $C_m$ ) к содержанию его в исходной породе ( $C_n$ ), больше единицы:  $K_{Au} = \frac{C_m}{C_n} > 1$ . Все монофракции с  $K_{Au} > 1$  получены из ультраосновных пород. Коэффициент на-

копления для породообразующих силикатов равен 1,1—2,2, в том числе у двух проб фэрстерита  $K_{Au} = 1,2$  и 1,5, у двух диопсида—1,1 и 2,2 и у одной гроссуляра—1,1. Более значителен диапазон этого коэффициента для монофракций акцессорных шпинелей:  $K_{Au} = 1,8—7,5$ , включая две



Фиг. 3. Распределение золота в магнетитах полевошпатовых пород габброидного комплекса в зависимости от содержания  $TiO_2$  в этих минералах (номера проб те же, что и в табл. 5).

пробы хромшпинелидов с  $K_{Au} = 2,3$  и 5 и две пробы магнетита с  $K_{Au} = 1,8$  и 7,5. Максимальными коэффициентами накопления золота  $K_{Au} = 5$  и 7,5 характеризуются монофракции акцессорных хромшпинелидов и магнетита из апогарцбургитового серпентинита. Относительное накопление золота в этих рудных минералах происходит на фоне выноса его из магматических силикатов при их автометаморфизме.

Монофракции, полученные из пород гипербазитового комплекса, имеют большие коэффициенты накопления золота по сравнению с их аналогами из ультраосновных пород габброидного комплекса. Например, у диопсида из пироксенита гипербазитового комплекса  $K_{Au} = 2,2$ , а у диопсида из пироксенита габброидного комплекса  $K_{Au} = 1,1$ . Среди силикатов и шпинелей пород дунит-гарцбургитового комплекса установлены минералы с максимальным содержанием золота: диопсид с  $22 \cdot 10^{-7} \%$  Au, акцессорные хромшпинелиды с  $18 \cdot 10^{-7} \%$  Au и хризолит с  $12$  и  $14 \cdot 10^{-7} \%$  Au (табл. 3—5).

Наличие относительно повышенных содержаний золота в породообразующих и акцессорных минералах пород гипербазитового комплекса, по-видимому, свидетельствует о том, что в ходе кристаллизации перidotитовой магмы золото преимущественно накапливалось в ранних

фемических минералах. При застывании габброидной магмы золото, очевидно, в основном концентрировалось в сульфидном рудном остатке. Проведенные исследования монофракций не позволили нам выделить минералы-концентраторы, которые накапливали бы золото намного интенсивнее, чем породы, в состав которых они входят. Лишь сопоставление результатов минералогического анализа шлихов протолочных проб с содержанием в них золота позволило сделать заключение, что относительно повышенные количества золота отмечаются в пробах с халькопиритом. Прямой связи между содержанием в породе золота и пирита не обнаружено (табл. 6). Акцессорный пирротин, очевидно, в немалой степени концентрирует золото: в одной из его проб установлено максималь-

Таблица 6

Зависимость между содержанием золота и акцессорных сульфидов в изученных породах

Порода	Содержание в породе			
	Золото, $n \cdot 10^{-7} \%$	Акцессорные сульфиды, г/т		
		Пирит	Халькопирит	Прочие минералы
Гарибургит (Караиман-Зодского массива)	1,4	Единичн. знаки	Не обн.	Не обн.
Серпентинит (оттуда же)	3,6	111,0	.	.
	1,1	Не обн.	.	.
Габбро-уралитизированное (Джанахмедского массива)	9,3	.	Един. знаки	Самородн. медь— един. знаки
Габбро (оттуда же)	1,0	1,0	Не обн.	Не обн.
Микрогаббро (оттуда же)	4,3	4,5	Един. зн.	.
Оливниновое габбро из дайки (оттуда же)	61,0	17,5	4,0	Пирротин—94,0
Анортозит (оттуда же)	1,5	0,6	Не обн.	Не обн.
Плагиогранит (у с. Караиман)	23,0	40,0	2,0	.
Габбро-норит (оттуда же)	3,7	342,0	Не обн.	.

Примечание: содержание акцессорных сульфидов оценивалось приближенно-количественным методом при минералогическом анализе серых шлихов протолочных проб.

ное для изученных минералов содержание этого элемента— $34 \cdot 10^{-7} \%$ . Сделанные выводы подтверждаются и при сопоставлении минераграфических данных и анализов на золото. В аншлифах пород, обладающих повышенным содержанием золота, обычно видны мелкие редкие выделения халькопирита и пирротина, спорадично рассеянные в массе породообразующих минералов. Золото находится в сульфидах меди и железа, вероятно, в виде катиона, изоморфного с медью, а также в атомарном состоянии. Тесная ассоциация золота с сульфидами свидетельствует о халькофильности золота в остаточных рудных расплавах базальтоидной (габброидной) магмы.

Вычисление доли золота, сконцентрированного в породообразую-

щих и рудных минералах, по отношению к общему содержанию его в породе показывает, что в этих минералах сосредоточивается от 10 до 75—80% золота породы. Остальное (от 20 до 90%), очевидно, приходится на собственно минеральную форму нахождения этого элемента.

### Выводы

Проведенные исследования выявили связь золотоносности изученных ультраосновных и основных пород с глубинной магмой. Повышенное содержание золота в габброидах, очевидно, обусловлено локальными особенностями распределения этого элемента в очаговых зонах формирования габбровой магмы.

Золото участвует как в глубинной (мантийной), так и во внутрикамерной дифференциации перидотитовой и габброидной магм альпийно-типных интрузий. Наиболее активно золото мигрирует при фракционной кристаллизации габброидной магмы. В ходе глубинной дифференциации последней золото концентрируется в магматическом расплаве первой (главной) интрузивной фазы—мезо- и меланократовых габбро. В продуктах последующих фаз содержание золота заметно снижается.

Относительная концентрация золота в силикатных фракциях габброидной магмы, сравнительно обогащенных магнием (судя по породам первой и второй интрузивных фаз), и резкое накопление его в сульфидах, выкристаллизовавшихся из рудного остатка той же магмы (в пирротине и халькопирите), позволяют говорить о сидерофильности золота в силикатных расплавах и халькофильности его в сульфидных остатках.

Метаморфические преобразования глубинных пород офиолитовой ассоциации (серпентинизация и региональная лиственитизация гипербазитов, уралитизация габбро) сопровождаются выносом золота.

Распределение золота в изученных альпийно-типных массивах характеризуется крайней неравномерностью как в пределах одного массива, так и внутри каждой разновидности пород. Подобное распределение, вероятно, отражает наличие золота в гипербазитах и габброидах в концентрированном состоянии, прежде всего, в виде субмикровыделений собственных минералов и в связанном состоянии в сульфидах железа и меди.

Все изученные минералы альпийно-типных гипербазитов и габброидов (оливины, пироксены, амфиболы, плагиоклазы, гранаты, хромшпинелиды, магнетит, пирротин и, очевидно, халькопирит) являются носителями золота. Главные среди них—оливины дунитов и плагиоклазы габбро. Минералы-концентраторы золота среди породообразующих и рудных минералов исследованных пород не установлены.

Ереванский политехнический институт,  
Центральный научно-исследовательский  
геологоразведочный институт цветных  
и благородных металлов (ЦНИГРИ),  
Москва

Поступила 24.IX.1973.

Ս. Ա. ՓԱԼԱՆՋՅԱՆ, Լ. Վ. ՌԱԶՄԻՆ

ՈՍԿՈՒ ՏՆՂԱՐԱՇԵՈՒՄԸ ՍԵՎԱՆԻ ԼԵՌՆԱՇՂԹԱՅԻ ՈՒԼՏՐԱՀԻՄՔԱՅԻՆ  
Ե ԶԻՄՔԱՅԻՆ ԱՊԱՐԵՆՐԻ ԱԼՊԻՆՈՏԻՊ ՄԱՍՍԻՎՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ուսումնասիրված է ոսկու գեոքիմիան տարբեր կազմության ապարներում, նրանց ապար կազմող և ակցեսոր միներալներում, ինչպես նաև երրորդական հասակի փոքր ինտրուզիվներում և լիստվենիտներում: Անալիզները կատարված են բարձր զգայունությամբ (մինչև  $10^{-6}\%$ ) ունեցող ռադիոքիմիական մեթոդով:

Հայտնաբերված է ապարների ոսկերբություն կապը խորքային մագմաների հետ, ընդ որում հիմքային մագման 3—4 անգամ ավելի հարուստ է ոսկով, քան ուլտրահիմքայինը: Ոսկու չափազանց անհամասեռ տեղաբաշխումը ապարներում, նրա խալկոֆիլ բնույթը և բացասական բալանսը ապարներում (ուսումնասիրված միներալների համար ստացված տվյալներով) թույլ են տալիս ենթադրելու ոսկու սեփական միներալների առկայության հնարավորությունը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Виноградов А. П. Среднее содержание отдельных химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. Геохимия, № 7, 1962.
2. Паланджян С. А. Петрология гипербазитов и габброидов Севанского хребта. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1971.
3. Раковский Э. Е., Пережогин Г. А., Серебряный Б. Л. Радиоактивационное определение золота в горных породах. Сб. «Инструментальные методы анализа благородных металлов», ЦНИИ-информации МЦМ СССР, М., 1967.

УДК 553.435

А. Е. ИСАХАНЯН

СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ РУД  
АЛАВЕРДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДИ

## 1. Общие сведения

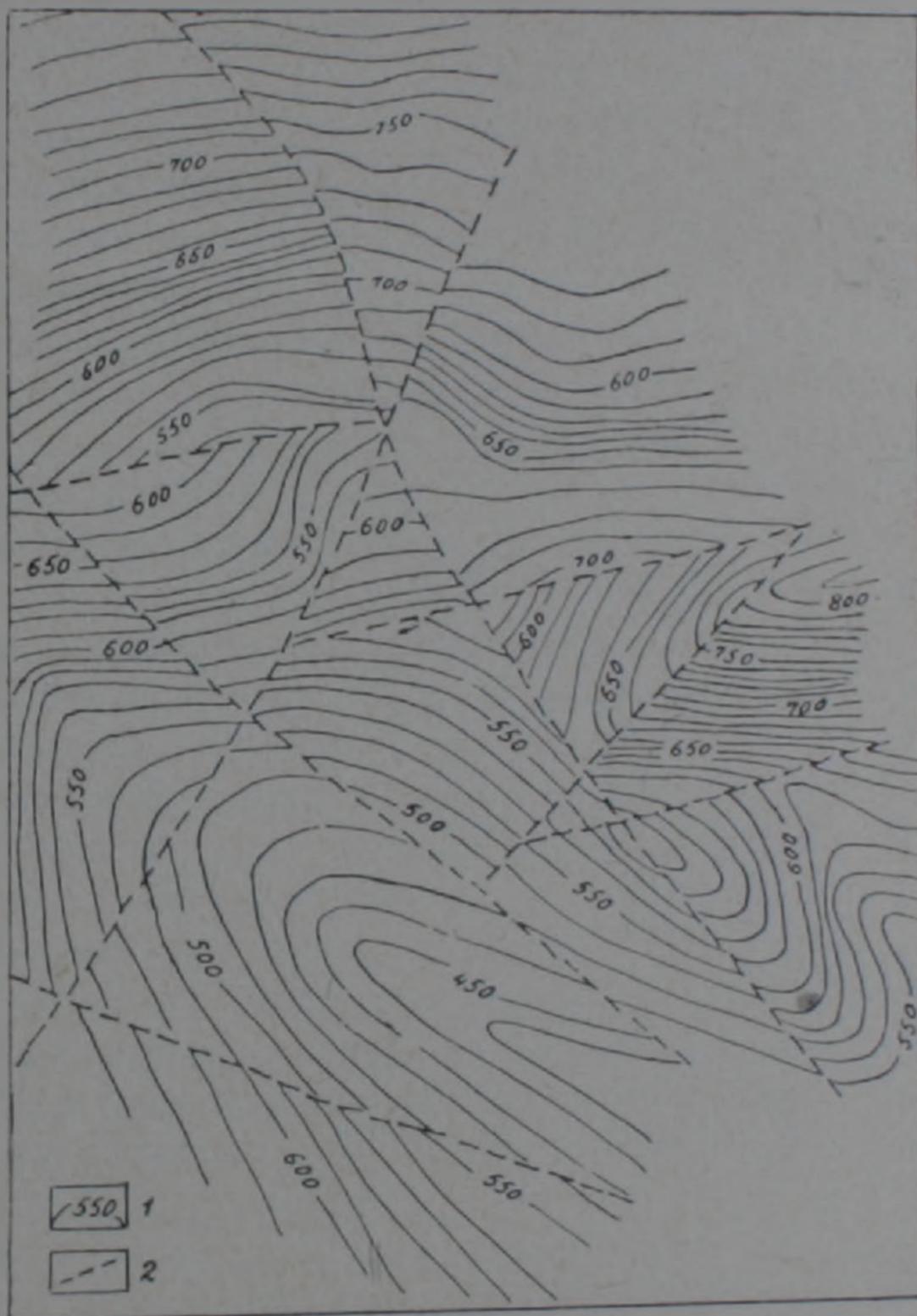
Алавердское месторождение меди находится в 3 км к северу от гор Алаверди Арм. ССР, с которым оно связано проселочной дорогой. Расположенный на южном склоне цепи Сомхетских гор участок месторождения имеет сильно пересеченный рельеф. Интенсивная пересеченность рельефа связана с развитой здесь сложной речной сетью.

Данные о геологических исследованиях месторождения дореволюционного периода мы находим в работах И. Эйхвальда, Г. Абиха, Н. И. Лебедева, Н. А. Морозова, С. Симоновича, О. Т. Карапетяна и др. Среди геологических работ советского периода следует отметить исследования О. Т. Карапетяна, В. Г. Грушевого, Н. Г. Кристина, О. С. Степаняна, П. Е. Мариносяна, П. Ф. Сопко, И. Г. Магакьяна, Б. С. Вартапетяна, Э. А. Хачатуряна, А. Т. Асланяна, С. С. Мкртчяна, К. Н. Паффенгольца и др. С 1945 по 1956 гг. на месторождении неоднократно возобновлялись геолого-поисковые работы, носившие прерывистый характер. С 1956 г. на месторождении проводятся планомерные геолого-поисковые и разведочные работы, в результате чего выявлен ряд новых рудных тел и перспективных рудных участков, расположенных в непосредственной близости от Центрального участка. Месторождение в этот период изучали Э. А. Степанян, М. С. Апресян, О. А. Гаспарян, М. С. Азизбемян, автор и др.

2. Краткая характеристика стратиграфии  
месторождения

В геологическом строении месторождения принимают участие [2] плагиоклазовые, плагиоклаз-пироксеновые, андезитовые, диабазовые, отчасти дацитовые порфириды, их лавовые и вулканические брекчии дебедской свиты, которые согласно перекрываются лапиллиевыми туфами, туфобрекчиями андезитовых порфиритов и зернистыми туфами кошабердской свиты с небольшим количеством тонких прослоев дацитовых и андезитовых порфиритов. Пирокластические породы кошабердской свиты по составу более кислые, чем соответствующие им эффузивы дебедской свиты, представляющие продукты одного и того же вулканического цикла верхнего байоса. Породы кошабердской свиты и верхних горизонтов дебедской свиты на месторождении являются рудоносными и составляют нижний рудоносный горизонт.

Породы кошабердской свиты вверх переходят в мощную алавердишамлугскую свиту, представленную горизонтами: а) плагиоклазовых и пироксен-плагиоклазовых порфиритов и их вулканических брекчий с отдельными потоками дацитовых порфиритов, мощностью от 100—150 м (на севере) до 350—400 м (на юге); б) туффитов, зернистых и плотных туфов андезитовых порфиритов и их вулканических брекчий, мощностью



Фиг. 1. Структурная карта поверхности дебедской свиты западного фланга Алавердского месторождения меди. 1—изогипсы поверхности дебедской свиты; 2—дизъюнктивные нарушения.

20—30 м; в) мандельштейновых андезитовых порфиритов, их агломератов и вулканических брекчий с отдельными прослоями зернистых и грубых туфов того же состава, мощностью от 100 (на севере) до 200 м (на юге); г) вулканических брекчий и туфов дацитовых порфиритов, мощностью 100—150 м; д) переслаивающихся между собой туфогенных алевролитов и туфогенных песчаников, общей мощностью 30—50 м; е) грубообломочных туфогенных песчаников и вулканогенных конгломератов с подчиненными потоками брекчий и туфов андезитовых порфиритов (верхний вулканогенный горизонт), мощностью 150—200 м. Общая мощ-

ность пород алаверди-шамлугской свиты колеблется в пределах от 400 до 700 м. Описываемые породы алаверди-шамлугской свиты к северо-востоку фациально замещаются туфогенными и полимиктовыми песчаниками, содержащими подчиненные прослои конгломератов, известковистых песчаников и тонких туфов среднего и основного составов. Буровыми работами на уч. Песчаный в низах свиты было установлено наличие горизонта кислых эффузивов (дацитовых порфиритов и их пирокластов), мощностью 25 м. По времени образования породы описанных трех свит относятся к верхнему байосу.

Отложения алаверди-шамлугской свиты в северной части месторождения согласно перекрываются переслаивающимися между собой грубыми и зернистыми туфами андезитовых порфиритов, их вулканическими брекчиями, туффитами, туфогенными песчаниками, пироксеновыми и плагиоклаз-пироксеновыми порфиритами, вулканическими и лавовыми брекчиями, пироксеновыми андезитами, порфиритами и их туфами бата (шахтахтская свита), общей мощностью 150—200 м.

Вулканогенно-осадочные породы юры в крайней северо-западной части месторождения прорваны пластообразным гипабиссальным интрузивом плагиогранит-порфиров предверхнеэоценового возраста. Субвулканические образования представлены андезитовыми порфиритами, составляющими отдельные неки. Жильные породы имеют широкое развитие и делятся на три группы: а) микропорфириты, андезитовые порфириты и дацитовые порфириты, связанные с юрской эффузивной деятельностью; б) габбро-диабазы, габбро-порфириты, диорит-порфириты и плагиогранит-порфиры, связанные с предверхнемеловым циклом интрузивной магматической деятельности и в) габбро-диабазы, габбро-порфириты, диорит-порфириты, микроплагиограниты, плагиогранит-порфиры и оливиновые габбро, связанные с интрузивной магматической деятельностью предверхнеэоценового цикла. Мощность даек колеблется в пределах от десятков сантиметров до 12—15 м; простирания в основном близширотные с крутыми падениями в южные румбы.

Вулканогенно-осадочные породы юры и жильные породы первых двух групп в значительной степени подвергнуты воздействию гидротермальных процессов и изменены. На участках проявления дизъюнктивных нарушений они подвергнуты глубоким изменениям, в результате чего превращены в кварц-серицитовые и кварц-серицит-хлоритовые породы. Интенсивная измененность пород кошабердской свиты наблюдается и вблизи контакта с подстилающими и перекрывающими породами. Широкая полоса измененных туфобрекчий порфиритов прослеживается на южном продолжении Алавердской рудоносной зоны. Эту полосу П. Ф. Сопко [9] рассматривает как полосу гидротермально измененных пород среди образований кошабердской свиты. На наш взгляд, она является прямым продолжением Алавердской рудоносной зоны, так как последняя является не стратиграфическим горизонтом, а секущей зоной, сопровождающей алавердское субмеридиональное нарушение.

### 3. Структура месторождения и связанная с ней рудоносность

В пределах месторождения колчеданное оруденение распределено неравномерно. Четко выделяются два рудоносных горизонта, существенно отличающихся друг от друга по морфологическим особенностям рудных тел. Первый (верхний) горизонт отличается широким развитием в его пределах штокообразных, линзообразных и плоских рудных тел и гнезд, а во втором (нижнем) горизонте развиты жилы, жильные зоны и частично рудные зоны с включениями гнезд и прожилков. Неравномерное распределение оруденения и отличие морфологии рудных тел на различных горизонтах месторождения обусловлены рядом факторов локализации оруденения, среди которых определенная роль принадлежит структуре месторождения. Не останавливаясь на литологическом и магматическом факторах, имеющих также важное значение в локализации колчеданных руд, автор в настоящей работе рассматривает особенности структуры месторождения в связи с рудоносностью.

Структурные особенности Алавердского рудного поля определяются его расположением на северо-западном замыкании Дебедской брахиантиклинали. На фоне общего падения пород в западные румбы в центральной части рудного поля выделяется Алавердская антиклиналь, в южной части—Манесская [8]. Ось первой проходит примерно вдоль Алавердского ручья в близмеридиональном направлении. Южное окончание ее разорвано крупным продольным дизъюнктивным нарушением, западное крыло осложнено более мелкими антиклинальными поднятиями и разрывными нарушениями. Манесская антиклиналь имеет асимметричное строение; восточное крыло имеет пологое падение ( $10-15^\circ$ ), западное—несколько более крутое ( $15-30^\circ$ ). Эта антиклиналь осложнена более мелкой складчатостью и дизъюнктивными нарушениями. Простираение антиклинали северо-западное. В районе г. Шахтахт Алавердская антиклиналь переходит в Шахтахтскую синклиналь близмеридионального простираения, сложенную породами шахтахтской свиты. Восточнее Алавердской антиклинали проходит одноименная синклиналь, сложенная породами кошабердской свиты и нижних горизонтов алаверди-шамлугской свиты. Таким образом, Алавердское рудное поле представляет серию складок различных порядков, окаймляющих северо-западное замыкание Дебедской брахиантиклинали.

Наряду с этим, главными элементами структуры рудного поля являются дизъюнктивные нарушения, обусловившие характер и направленность постмагматических и гидротермальных процессов.

Наиболее крупным дизъюнктивным нарушением месторождения является полоса глубоко проникающих тектонических трещин, проходящая вдоль оси Алавердской антиклинали в близмеридиональном—северо-восточном направлении. Особенности этой полосы различными исследователями трактовались по-разному. В. Г. Грушевой [4] полагал,

что вдоль русла Алавердского ручья проходит взброс, по которому поднято западное крыло, сложенное шахтахтской свитой. М. П. Русаков это нарушение считал надвигом, по которому шахтахтская свита (западное крыло) надвинута на алавердские песчаники. Позднее к этому мнению присоединяются В. Г. Грушевой [5], П. Ф. Сопко [9] и Г. Д. Ажгирей [1]. Кроме того, Г. Д. Ажгирей говорил о существовании широтного надвига, проходящего в районе бывшей базы ГРП и падающего полого на север. По его мнению, пересечением меридионального и широтного надвигов определяется структура рудного поля и локализация колчеданного оруденения в центральной части месторождения. По Н. Р. Азаряну [2] указанное нарушение является крупным сбросом с малой амплитудой вертикального смещения (десятки метров) с опущенным восточным крылом. Б. С. Вартапетян [3] нарушение считает сбросом с опущенным западным крылом. С. С. Мкртчян [7] также считает это нарушение сбросом с опущенным западным крылом и крутым падением на всю глубину.

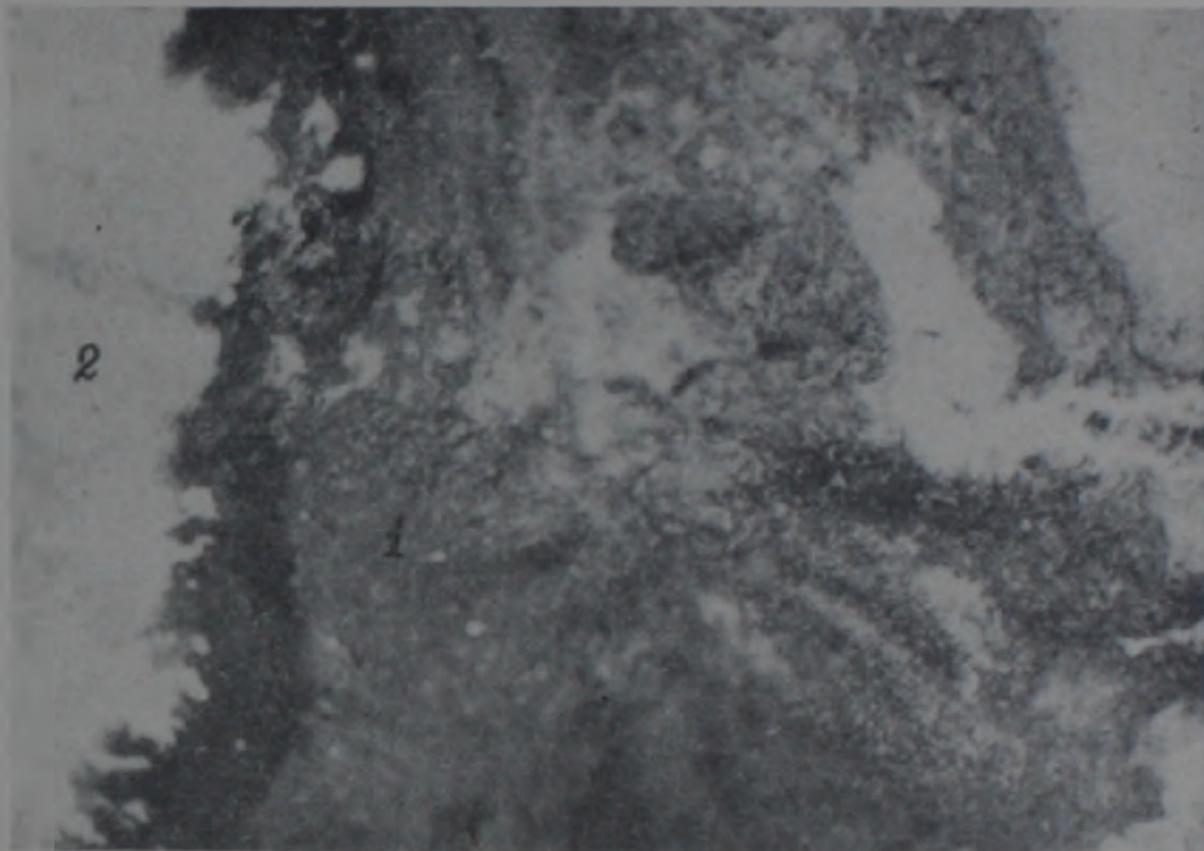
Результаты проведенных геолого-поисковых и разведочных работ последних 15 лет показали, что описываемая зона разлома представляет крупный сброс, проходящий по оси Алавердской антиклинали и по западному крылу Манесской антиклинали с амплитудой смещения порядка 200 м. Опущенным крылом является западное, в результате чего породы нижних горизонтов алаверди-шамлугской свиты у зоны разлома приведены на отметки пород кошабердской свиты. На поверхности сброс прослеживается более 5 км с крутым (60—70°) падением на запад. С глубиной сброс выполаживается и на горизонте штольни № 5 доходит до 25—30°. При формировании сброса вдоль него создалась полоса трещиноватых, перетертых и рассланцованных пород, в результате чего образовалась зона измененных и дробленных пород, получившая название Алавердской рудоносной зоны. Последняя осложнена сравнительно мелкими, близкими к поперечным, сбросами и сдвигами с падениями в южные румбы и разбита на несколько блоков и клиньев, вследствие чего в центральной части месторождения она появляется на трех участках с различными гипсометрическими отметками и образует известные в литературе три расширения зоны.

Существенным элементом структуры месторождения является взброс, проходящий примерно вдоль рр. Лалвар и Жанг, который в юго-восточной части месторождения разветвляется на два почти параллельных взброса. Западное крыло взброса по отношению к восточному приподнято на 50 м. Падение юго-западное под углами 70—80°. У взброса образовалась полоса гидротермально измененных пород по правому склону ущелья р. Лалвар и по водораздельной части рр. Лалвар и Жанг, названная Лалвар-Жангской зоной.

В числе близмеридиональных разрывных нарушений следует отметить сброс, прослеживающийся в туфах кошабердской свиты в районе штольни «Анастас», и ряд сбросов и взбросов, проходящих в сводовой части и по западному крылу Алавердской антиклинали. По ним обычно опущены западные крылья.

Вторая система разрывных нарушений представлена трещинами отрыва близширотного простирания, выполненных жильными породами и жилами колчеданных руд. Они имеют крутые ( $50-90^\circ$ ) углы падения в южные румбы (за исключением нескольких). Амплитуда смещения по ним небольшая, причем на северном и центральном участках месторождения опущенными крыльями являются южные, а на южном участке — северные.

На месторождении отмечены также нарушения северо-западного и северо-восточного простирания, большая часть которых выполнена жиль-



Фиг. 2. Контакт жилы № 12 (1) с вмещающей кварц-серицитовой породой в штреке № 8 квершлага № 1 штольни № 5.



Фиг. 3. Контакт жилы № 13 (1) с вмещающей кварц-серицитовой породой (2). Образец из штрека № 9, квершлага № 1, штольни № 5.

ными породами вышеуказанной третьей группы. Этими нарушениями смещаются как рудные тела (жилы 11, 12, 13, 15 и др.) и дайки первых двух групп (на 167 м штрека № 8 штольни № 5), так и разрывные нарушения близмеридионального и близширотного простирания. Описываемые нарушения являются послерудными. К послерудным относятся также подвижки, имевшие место по ранее ослабленным зонам меридионального и широтного простирания.

Пересечение описанных систем нарушений местами привело к образованию небольших грабенов и горстов (фиг. 1).

На западном фланге месторождения, являющемся основным объектом геологоразведочных работ последних лет, пробурено более 100 буровых скважин, из коих 37 вскрыли породы дебедской свиты. По результатам этих скважин нами составлена структурная карта поверхности дебедской свиты западного фланга месторождения (фиг. 1). На карте отчетливо выделяются антиклинальные поднятия и синклинальные прогибы мелкого порядка, осложняющие западное крыло Алавердской антиклинали. Эти мелкие складки имеют широтное и северо-западное простирания и в свою очередь осложняются разрывными нарушениями различных направлений, образуя небольшие грабены и горсты.

Некоторые особенности структуры месторождения свидетельствуют о длительной истории и сложном механизме формирования рудного поля. Меридиональные сколовые трещины были заложены еще в юрское время, о чем свидетельствует заполнение этих трещин дайками микропорфиров и андезитовых порфиров, внедрение которых связано с излияниями юрских андезитовых лав. Начало формирования структуры месторождения следует отнести к батской фазе тектонических движений, а в австрийскую фазу (предверхнемеловое время) структура рудного поля приобрела близкий к современному вид. Формирование структурных элементов предшествовало и, реже, совпадало с периодом позднемагматической деятельности и минерализации, вследствие чего структурные особенности месторождения сыграли большую роль в направлении гидротермальных процессов и локализации оруденения. На глубоких горизонтах и в южной части месторождения эта роль оказалась решающей; в центральной и северной частях она имела большое влияние на распределение оруденения внутри рудоносного горизонта.

Особенности морфологии рудных тел обусловлены сложностью структуры рудного поля. Меридиональный разлом, к которому приурочена Алавердская рудоносная зона, сопровождается рядом сопряженных и оперяющих поперечных субширотных нарушений сбросового и сдвигового типов, придающих рудоносной зоне мозаику блоков и клиньев. Рудоносная зона представляет целую систему тектонических нарушений, к которой приурочен интенсивный гидротермальный метаморфизм пород. Гидротермальное изменение пород проявляется окварцеванием, серицитизацией, карбонатизацией, отложением гипса, пиритизацией и хлоритизацией.

Алавердская рудоносная зона протягивается в породах алаверди-шамлугской свиты (на севере), по контакту пород алаверди-шамлугской и кошабердской свит (в центральной части) и в последней (на юге). Общая длина зоны превышает 5 км, наибольшей ширины (300 м) достигает в районе южнее вентиляционной шахты (центральный участок). Здесь выделяются два участка расширения зоны, разобщенные небольшим пережимом, сложенным кристаллическими туфами и плотными туффидами. На север зона прослеживается в виде незаметной полосы до «гипсового карьера», где образует третье расширение, а далее она снова суживается и проявляется в виде тектонического шва.

За последние годы Алавердская рудоносная зона была прослежена по падению на запад около 1 км и по простиранию порядка 1,5 км. Здесь она залегает в породах кошабердской и в низах алаверди-шамлугской свит, вмещает колчеданное оруденение и образует второй рудоносный горизонт. Рудоотложение на западном фланге протекало путем заполнения трещин, тогда как в первом горизонте преобладали процессы метасоматического замещения, в результате в первом горизонте под туфами образовались штокообразные рудные тела, линзы и гнезда, а во втором—жилы, жильные зоны и зоны прожилково-вкрапленных руд.

Штокообразные рудные тела имеют линзовидную форму, вытянуты большей частью согласно с вмещающей зоной, имеют обычно большие размеры по падению, чем по простиранию при небольшой мощности и скорее вид плоских залежей, чем собственно штоков.

На месторождении известно 40 штоков, из коих два полиметаллические, два серноколчеданные, а остальные представлены медноколчеданной рудой. Все известные штоки и линзы были сконцентрированы на верхнем рудоносном горизонте в пределах первых двух расширений рудоносной зоны. Отдельные штоки и линзы заходят друг за друга и образуют ряд полос, приблизительно параллельно друг другу и бокам вмещающей зоны [6]. В пределах южного расширения четко выделяются три такие полосы. Первая полоса охватывает 4 самых крупных штока, образующих почти непрерывно минерализованную зону на протяжении 300 м по простиранию и около 180 м по падению. Вторая полоса проходит по середине расширения и охватывает 6 больших и ряд мелких штоков. Третья полоса с тремя большими штоками и рядом мелких линз проходит у самого массива кристаллических туфов и туффигов («зеленокаменного массива»). Во второй группе (второе расширение) рудоносность несколько слабее; штоки имеют меньшие размеры, расположены реже и не образуют таких полос, как в пределах первого расширения.

Все штоки обеих групп расположены в западной от «зеленокаменного массива» зоне; в восточной узкой зоне известны лишь два гнезда и самый северный цинковый шток.

Все перечисленные рудные тела сконцентрированы на сравнительно небольшой площади (длиной около 550 м) в виде рудного столба, обращенного вершиной вниз с уклоном на запад—юго-запад и вытянутого в меридиональном направлении [6]. Рудные тела верхнего горизонта

обычно окружены интенсивно окварцованной породой с обильной вкрапленностью пирита и халькопирита с нерезкими контактами.

Повторяющиеся подвижки по зоне Алавердского меридионального разлома привели к раздроблению пород в пределах упомянутых расширений и созданию благоприятной среды для метасоматического замещения. При этом по контакту пород зоны и «зеленокаменного массива» образовалась узкая зона перетертых пород с глиной трения, которая сыграла роль экрана в процессе рудоотложения.

Жилы развиты в пределах нижнего и в низах верхнего рудоносных горизонтов. На западном фланге месторождения известно 29 жил. Форма жил обусловлена морфологическими особенностями трещин, за счет заполнения которых они образовались. Контакты жил резкие, четко отбивают их от вмещающих пород, извилистые и на коротком расстоянии часто меняют азимут направления (фиг. 2 и 3). От основных жил часто отходят апофизы, придавая жиле ветвящуюся форму, за счет чего иногда зальбанды обогащаются медью. На плане горизонта штольни № 5 жилы имеют непрямолинейную форму с субширотным ( $60-120^\circ$ ) простиранием, образуя лестницеобразную полосу. Падение жил (за исключением нескольких крутопадающих) южное с углами падения  $50-90^\circ$ , редко  $25-45^\circ$ .

Прожилково-вкрапленные (штокверковые) руды имеют ограниченное развитие и составляют убогие руды месторождения. Обычно они встречаются в межштоковом пространстве и сопровождают их в виде вкрапленников и прожилков халькопирита и пирита. Самостоятельная рудная зона в 1939 г. была установлена на горизонтах—75 и —84 саж. в районе гезенка № 138. По простиранию зона была прослежена на расстоянии около 200 м. Исходя из геологических особенностей Алавердской рудоносной зоны, описываемая зона прожилково-вкрапленных руд должна проходить под рудными штоками, начиная от горизонта—90 до горизонта +52 саж. Благоприятной средой для образования прожилково-вкрапленных руд служили раздробленные породы Алавердской рудоносной зоны в условиях отсутствия экрана, что привело к рассеиванию рудного вещества в процессе рудообразования.

### В ы в о д ы

Вышеприведенные данные о структуре месторождения позволили сделать следующие выводы.

Алавердский разлом представляет крупный сброс, проходящий по оси одноименной антиклинали и по западному крылу Манесской антиклинали с опущенным западным крылом. Падение сброса у поверхности крутое ( $60-70^\circ$ ); с глубиной вылаживается и доходит до  $25-30^\circ$ .

Алавердское месторождение контролируется Алавердской антиклиналью и одноименным сбросом.

В отношении локализации оруденения перспективным является участок поверхности Алавердского разлома, имеющего дугообразную фор-

му с падением внутрь описываемого им в плане овала и совпадающего по направлению с направлением Алавердской анатиклинали.

Рудовмещающими структурами месторождения являются локальные участки раздробленных пород Алавердской рудоносной зоны, образованной в полосе одноименного разлома, и трещины отрыва субширотного простирания, причем в первых на верхних горизонтах месторождения образовались штоки, линзы и гнезда, а в субширотных трещинах (нижний рудоносный горизонт)—жилы и жильные зоны.

Экранирующими структурами являются межформационные узкие зоны рассланцованных пород с глиной притирания, проходящие по контакту пород Алавердской рудоносной зоны и кристаллических туфов и плотных туффитов («зеленокаменного массива»).

Управление геологии  
Совета Министров Армянской ССР

Поступила 20.VII.1973.

Ա. Բ. ԻՍԱԿԱՆՅԱՆ

## ԱՎԱՎԵՐԴՈՒ ՊՂՆՉԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՏԵՂԱՅՆԱՅՄԱՆ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔԱՅԻՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

### Ա մ փ ո փ ու մ

Ալավերդու հանքավայրը տեղադրված է Դեբեդի աղեղնաձև անտիկլինալի հյուսիս-արևմտյան ծայրամասում, որը բարդեցված է Ալավերդու և Մանեսի 3-րդ կարգի անտիկլինալային ծալքերով և միջօրեականին մոտ տարածում ունեցող Ալավերդու խորադիր բեկվածքով: Ալավերդու անտիկլինալն իր հերթին բարդեցված է ավելի ցածր կարգի անտիկլինալային և սինկլինալային ծալքերով և միջօրեականի, լայնակի, հյուսիս-արևմտյան ու հյուսիս-արևելյան ուղղության խզումնային խախտումներով, որոնք տեղ-տեղ առաջացրել են ոչ մեծ հորստեր ու գրաբեկներ:

Ալավերդու բեկվածքը հանդիսանում է խոշոր վարնետք, որն անցնում է նույնանուն անտիկլինալի առանցքով ու Մանեսի անտիկլինալի արևմտյան թևով: Բեկվածքը երկրի մակերեսին մոտ ունի զառիթափ ( $60-70^\circ$ ) արևմտյան անկում, ըստ խորուխյան անկումն աստիճանաբար մեղմանում է և հասնում է  $25-30^\circ$ :

Ալավերդու հանքավայրը վերահսկվում է Ալավերդու անտիկլինալով և նույնանուն բեկվածքով: Հանքայնացման տեղակայման հեռանկարային տեղամասեր են հանդիսանում Ալավերդու բեկվածքի կախված կողի այն հատվածները, որտեղ բեկվածքն ըստ տարածման համրնկնում է անտիկլինալի տարածման ուղղության հետ:

Հանքավայրում հանք պարունակող կառուցվածքներ են հանդիսանում կոտրատված ապարների առանձին տեղամասերը և լայնակի տարածման ձեղքվածքները, ընդ որում առաջիններում (հանքավայրի վերին հորիզոններում) առաջացել են շտոկանման, ոսպնյակաձև ու բնաձև հանքամարմիններ, իսկ

լալնակի տարածման ճեղքվածքներում (ստորին հանքաքար հորիզոնում)՝  
 Երակներ ու երակային խալեր:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ажгирей Г. Д. Некоторые вопросы металлогении Большого Кавказа. Сов. геол., № 9. 1962.
2. Азарян Н. Р. Стратиграфия и фауна юрских отложений Алавердского рудного района Арм. ССР. Изд-во АН Арм. ССР, 1963.
3. Вартапетян Б. С. Закономерности распределения медного оруденения на территории Армянской ССР. Изд-во АН Арм. ССР, 1965.
4. Грушевой В. Г. Алавердское медное месторождение в Закавказье (его породы, руды и генезис). Геолгиздат, М.—Л., 1930.
5. Грушевой В. Г. Медные месторождения Алавердского района ССР Армении (Закавказье). Тр. ЦНИГРИ, вып. 36, Л—М., 1935.
6. Магакьян И. Г. Алавердский тип оруденения и его руды. Изд-во АН Арм. ССР, 1947.
7. Мкртчян С. С. О геологии и рудоносности Алавердского рудного района. Изв. АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, № 3, 1957.
8. Солко П. Ф. Геология колчеданных месторождений Алавердского рудного района. Ереван, 1961.
9. Солко П. Ф. Геология, условия формирования и закономерности размещения колчеданных месторождений Малого Кавказа на примере Северной Армении и некоторых других районов. Тула, 1966.

УДК 622.245

А. Р. АРУТЮНЯН, Р. А. ГАНДЖУМЯН, Л. Д. ГУРДЖИНЯН,  
Н. М. ПЕТРОСЯН, Р. З. АКОПЯН

## НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ БУРЕНИЯ СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ В АРАРАТСКОЙ ВПАДИНЕ

Бурение структурных и глубоких (параметрических и поисковых) скважин в пределах Араратской впадины ведется с целью изучения геолого-структурных особенностей погребенных кайнозойских и мезозойских толщ, выявления и подготовки (совместно с геофизическими методами исследований) структур под глубокое бурение и поисков нефтяных и газовых залежей.

Успешная проводка скважин различных категорий и выполнение ими целевых назначений, естественно, зависят от качества проводимых работ по бурению и креплению, от которого в значительной мере зависит получение однозначного материала по изучаемому разрезу в отношении его нефтегазоносности.

Среди целого ряда причин, недостаточный учет которых может привести к некачественному бурению, а затем и к неполноценному опробованию скважин, важное место занимают геологические условия вскрываемых толщ с точки зрения их литологических и петрофизических особенностей, а также пластических свойств, изменчивости пород в условиях определенных величин горных давлений и температур и пр.

Геологические условия бурения, будучи в целом серьезным фактором при бурении скважин, приобретают особую важность в условиях резко контрастного геолого-тектонического строения разведываемых территорий, какой, в частности, является Араратская впадина. Последняя имеет весьма сложное блоковое строение, отличающееся рядом разноориентированных разломов с амплитудами смещения по ним отложений осадочного чехла и фундамента от 200—300 м до 1500—2000 м и более. Нередко разрез того или иного литолого-стратиграфического комплекса ограничивается площадью одного блока и при этом отличается весьма серьезными изменениями в мощностях и литолого-фациальных особенностях этих комплексов (иногда с выпадением из разреза целых ярусов или свит) на весьма незначительных расстояниях по простиранию.

Геологический разрез впадины включает отложения от верхнего сенона до четвертичного периода включительно. В зоне ярко выраженных гравитационных максимумов, где мощность осадочного чехла резко сокращается под неогеновыми или маломощными палеогеновыми отложениями, залегают образования метаморфического комплекса эпоалеозоя или вулканогены коньякского возраста, выраженные основными порфиритами.

В глубоко расположенных частях впадины предполагается наличие верхнемеловых, а, возможно, и палеозойских осадочных отложений. Наиболее резко, по своим литолого-физическим свойствам, отличаются в разрезе покровные плиоцен-четвертичные вулканогенные образования мощностью от первых десятков до 400—450 м, представленные базальтами, андезито-базальтами, вулканическими шлаками, пемзами и др. Из глубинных образований с ними в определенной мере схожи упомянутые порфириты коньяка, маломощные силловые тела базальтов, интродуцированных в разрез неогена, и образования метаморфического комплекса.

Основная часть изучаемых разрезов, представляющих интерес для поисков, выражена терригенными, галогенными и частично карбонатными отложениями общей мощностью до 4000 м и более, имеющими нередко флишеподобное строение. При этом почти повсеместно отмечается дифференциация разреза со всевозможными переходами в вертикальном и латеральном направлениях от одних типов пород к другим, с соответствующими изменениями их литологических и петрофизических особенностей, влияющих на конкретные условия бурения даже в пределах одной и той же площади. Кроме того, терригенные породы часто содержат значительные примеси вулканогенного материала.

По причине вышезложенного, проектные данные по разрезам скважин (особенно параметрических), закладываемых впервые на той или иной площади (или скважин, призванных осветить впервые более глубокие горизонты отложений на площадях, где пробурен ряд скважин по верхней части разреза), нередко носят ориентировочный характер и существенно отличаются от фактически получаемых данных. Подобные расхождения, вытекающие из весьма недостаточной геологической информации в сложнейших геолого-тектонических условиях территории, отмечаются по ряду скважин (11—Октемберян, 2—Масис, 4—Лукашин, 14—Раздан, 2—Мхчян и др.), достигая 500—1000 м. Естественно, что это отрицательно отражается как на целенаправленном выполнении геологических задач, так и существенно затрудняет выбор оптимальных технологических режимов бурения, рецептур промывочных жидкостей и пр.

Ниже приводится краткая характеристика геологических условий проводки скважин на площадях Араратской впадины.

*Плиоцен-четвертичные образования* представлены базальтами и андезито-базальтами, крепкими, часто трещиноватыми, ошлакованными и ноздреватыми, туфами и туфобрекчиями. Лавовые покровы постепенно выклиниваются в юго-восточном направлении и в районе с. Мхчян полностью замещаются озерно-речными и валунно-галечными отложениями мощностью до 150 м, а по скважине № 1—Арташат—до 400 м. По буримости породы этой части разреза относятся к категории средних и твердых. Трещиноватость и пористость пород этой части стратиграфического разреза способствуют возникновению поглощений промывочной жидкости. Этот вид осложнения является одним из распространенных, из числа встречающихся при бурении скважин в Араратской впадине. Интенсивность его бывает различной, начиная от частичного поглощения до катастрофич-

ческого, когда полностью прекращается выход промывочной жидкости на поверхность. Борьба с этим видом осложнения представляет непреодолимые трудности, поэтому бурение ведется без выхода циркуляции до перекрытия четвертичных отложений кондуктором. Спуск жестких кондукторов диаметром 426 мм, принятых для перекрытия плиоцен-четвертичных образований, значительно затрудняется вследствие частого чередования пород различной твердости. В практике буровых работ на рассматриваемой территории известны случаи спуска указанных колонн с посадками (скв. № 11 и 14—Раздан) и недоведения их до намеченной глубины (скв. № 11—Октемберян, 14—Раздан и др.). Это обстоятельство, в свою очередь, приводит к некачественной цементировке и еще большему осложнению ствола скважины. В связи с этим, для спуска жестких 426 мм колонн, необходимо предусматривать увеличенные зазоры между стенками скважины и обсадными трубами, проводить тщательные проработки специальными компоновками. Однако, и при принятых мерах, часто имеют место затруднения, связанные со спуском и цементированием колонны. Изложенное дает основание пересмотреть целесообразность крепления данной части разреза скважины столь жесткой обсадной колонной, что необходимо учесть при дальнейшем проектировании конструкций скважин.

Кроме того, рядом скважин Приараксинской депрессии прохождение четвертичных отложений осложнялось наличием мощных водоносных горизонтов (скв. № 3—Зейва, 2—Масис, 12—Неджерлу) с дебитом до 600—800 л/сек. Конструкция таких скважин должна предусматривать спуск дополнительного кондуктора, до вскрытия водоносных горизонтов, что в настоящее время применяется на Масисской площади.

*Сарматский ярус.* На площадях Приараксинской депрессии представлен глинами известковистыми с редкими прослойками среднезернистых песчаников и известняков. Углы падения пород незначительные. По буримости отложения сарматского яруса относятся к категории мягких и, частично, средних пород. Бурение скважин до входа в соленосно-типсоносную свиту не сопровождается какими-либо значительными осложнениями. Устойчивость сарматских глин, как и глин других стратиграфических горизонтов, во многом зависит от фильтрационной способности промывочной жидкости. Практикой бурения установлено, что при водоотдаче глинистого раствора свыше 10—15 см<sup>3</sup> за 30 мин. происходит разбухание глин, вызывающее осложнения при проводке скважин. Осложнения возникают также в результате длительного оставления ствола скважины в незакрепленном виде после спуска кондуктора (скв. № 1—Арташат).

*Песчано-глинистые* отложения Октемберянской свиты, развитые в пределах одноименной депрессии, состоят из глин слабо песчаных с прожилками кальцита, раздробленных, брекчированных с зеркалами скольжения и углами падения от 20 до 40°.

С точки зрения буримости пласты данной свиты характеризуются мягкой и средней твердостью. Сильная перемятость глинистых пород дан-

ной свиты является причиной нарушения целостности стенок скважин и возникновения таких осложнений как осыпи и обвалы, образования желобов (скв. № 11, 18, 36, 39—Октемберян). Особенно интенсивные обваливания происходили после длительных остановок. Из-за значительных углов падения пород и чередования их по литологическим и прочностным показателям (мягкие и средние твердости) имеются случаи искривления стволов скважин до  $20^\circ$  и более (например, скв. 42, 46, 39—Октемберян), борьба с которым представляет серьезную задачу. Ряд осложнений возникает по причине водогазопроявлений.

*Гипсоносно-соленосная свита* по литологическому составу довольно постоянна и различается лишь мощностью, которая колеблется в широких пределах не только для различных площадей, но и для одной и той же площади. Наибольшая мощность достигает 1350 м (скв. № 12—Неджерлу). Свита представлена мощными пластами кристаллической соли (основной минерал—галит) в разной степени загрязненной глинистым минералом, с прослоями гипса (вверху разреза) и ангидрита (внизу) соленосных глин и песчаников. Породы галогенной толщи легко разбуриваются и размываются циркулирующим потоком промывочной жидкости. Применение ненасыщенных солью растворов является причиной образования каверн. Кроме того, под влиянием солей, поступающих из разбуриваемых пород, нормальный глинистый раствор сравнительно быстро «свертывается» с резким увеличением водоотдачи.

В ряде случаев пластическая деформация и течение каменной соли на площадях с активной соляной тектоникой, оказывают неблагоприятное воздействие на перекрывающие их промежуточные колонны и приводят к смятию последних (скв. № 33—32—Арамус).

*Пестроцветная свита* состоит из глин краснобурых, слабо песчаных, хрупких, мелкозернистых местами с зеркалами скольжения, известковистых и песчаников красновато-бурых, мелкозернистых, известковистых с небольшими включениями глин, чередующихся со слабо сцементированным конгломератом. На площадях Приараксинской депрессии преобладают полимиктовые песчаники, алевролиты, гравелиты, конгломераты с прослоями глин. Буримые породы относятся к категории средних и твердых.

Основными видами осложнений, встречающихся при бурении в пестроцветной свите, являются обвалы и кавернообразования (скв. № 12—Неджерлу, 11—36—39—Октемберян и др.), газоводопроявления (скв. № 2—Масис, 11—Раздан, 11—Октемберян и др.). Отмечались случаи поглощения глинистого раствора (скв. № 2—Масис при забое 1901 м и удельном весе глинистого раствора  $1,4 \text{ г/см}^3$ ).

*Шорахбюрская свита.* Вскрыта рядом скважин Приереванского района (площадь Раздан). Состоит из трех подсвит: глинистой, песчано-глинистой, песчаной. Представлена глинами внешне однообразными, чередованием песчаников и глин, песчаниками разнозернистыми плотными, местами туфогенными с прослойками алевролитов и известняков. Мощность свиты доходит до 800 м.

По характеру осложнений, возникающих при проходке скважин, породы данной свиты (особенно верхней ее части) во многом напоминают пестроцветную свиту Приереванского района).

*Эоценовые отложения.* Мощность эоценовых отложений непостоянна и колеблется в значительных пределах—от 700 до 1800 м. Скважиной № 11—Октемберян вскрыты в интервале 2685—3190 м. Верхний эоцен представлен песчаниками, глинами (Разданская площадь), туфогенно-обломочными породами, пестроцветными туфопесчаниками, туфоконгломератами, сравнительно меньше, глинами (Октемберянская площадь). Нижняя часть (средний эоцен) представлена терригенно-карбонатными породами. В пределах Приараксинской депрессии эоценовые образования состоят из песчаников, алевролитов и глин с прослоями известняков и гравелитов (верхний эоцен), песчаниками, известково-мергелистыми породами, глинами, глинистыми песчаниками (средний, нижний эоцен).

По данным бурения скважин, на площади Мхчян углы падения пластов колеблются в пределах от 25 до 65°. По буримости эоценовые отложения относятся к категории средних и твердых пород.

При разбуривании этой части разреза имеют место следующие осложнения: сужения ствола скважины, частые проработки из-за затяжек и посадок инструмента, а также прихваты инструмента. Наиболее трудные условия разбуривания пород эоцена возникают при наличии в них пластичных глин и водоносных горизонтов (скв. № 11—Октемберян, 2—Мхчян). Пластовые воды, поступающие в скважину, резко повышают минерализацию глинистого раствора, что вызывает рост вязкости, СНС и водоотдачи. При этом возрастает интенсивность обвалообразований. Глинистые породы, осыпаясь со стенок скважин и переходя в раствор, еще больше увеличивают его вязкость. От бесперебойных обработок УЩР глинистый раствор теряет восприимчивость к нему. Дальнейшая обработка УЩР, вследствие перенасыщения натрием, перестает действовать, вязкость раствора продолжает увеличиваться. Все это ведет к образованию в скважинах сальников, обвалов, других осложнений. Значительные трудности в сохранении требуемых параметров промывочной жидкости были встречены в процессе бурения скв. № 2—Мхчян в интервале 2030—2400 м. Загустевание раствора требовало непрерывной обработки его различными реагентами (УЩР, известкование, игетан и др.). Следует отметить, что повышение удельного веса глинистого раствора, помогающее в ряде случаев (скв. №№ 2—Мхчян, 3б—Беркашат и др.), нередко еще больше осложняет процесс бурения из-за поглощений, возникаемых вследствие гидроразрыва пластов. Так, утяжеление раствора в скв. 11—Октемберян до 1,6—1,7 г/см<sup>3</sup> в интервале 3097—3126 м вызвало частичное поглощение, которое было ликвидировано снижением удельного веса до 1,5 г/см<sup>3</sup>.

*Отложения палеоцена и датского яруса,* по данным скважин, пробуренных на площади Мхчян, представлены известковистыми породами флишевого характера: песчаниками и известняками, микроконгломератами, аргиллитами и алевролитами.

Бурение скважин в этих отложениях сопровождалось следующими осложнениями: частыми прихватами при наращивании и поглощении (скв. № 1—Арташат), газопроявлениями (скв. № 12—Неджерлу, 2—Мхчян) и водопроявлениями (скв. № 11—Мхчян), частыми проработками (скв. № 2—Мхчян).

*Верхний мел* в пределах Приараксинской депрессии вскрыт скважинами № 11 и 2—Мхчян. Эта часть разреза выражена известняками, аргиллитами и песчаниками. С точки зрения буримости породы отложений палеоцена, датского яруса и верхнего мела относятся к категории твердых. Бурение верхнемеловых отложений, по данным скв. № 11- и 2—Мхчян, осложняется газопроявлениями, для предупреждения и ликвидации которых применяется утяжеленный глинистый раствор с удельным весом  $1,7 \text{ г/см}^3$ .

*Вулканогенные образования верхнего мела и условно эопалеозоя* вскрыты скважинами № 5—Маркара, 15—Кармрашен и др. Состоят из слабометаморфизованных базальтовых порфиритов и габбро-диабазов и в пределах Приараксинской депрессии (скв. № 8—Зейва) и Паракарского поднятия (скв. № 114, 115—Паракар) метаморфическими амфиболово-плагноклазовыми сланцами и др. Породы трещиноватые, по буримости относятся к категории твердых и крепких.

Разбуривание этих пород обычно сопровождается сильными вибрациями бурильного инструмента, которые разрушительно действуют на долото, трубы и не позволяют выдерживать оптимальные режимы бурения, снижая технические показатели бурения. В этих условиях происходят весьма частые поломки УБТ в резьбовом соединении и бурильных труб, приводящие к авариям (скв. № 5—Маркара).

Анализ материалов по многочисленным скважинам и некоторые данные геофизической службы позволили установить значения градиентов пластового давления и гидравлического разрыва пластов для некоторых стратиграфических подразделений (таблица 1).

Таблица 1

Значение градиентов пластового давления и гидравлического разрыва пластов

Стратиграфический горизонт	Градиент пластового давления,	Градиент гидравлического разрыва, пластов
	$\frac{\text{кг/см}^2}{\text{м}}$	$\frac{\text{кг/см}^2}{\text{м}}$
Плиоцен-четвертичные образования	0,06—0,08	—
Сарматский ярус	0,1	—
Соленосно-гипсоносная свита	0,1	0,12—0,125
Песчано-глинистая свита	0,12—0,13	—
Пестроцветная свита (площадь Мхчян)	0,1—0,105	0,15—0,159
Шорахбюрская свита	0,1	—
Эоцен (площадь Октемберян)	0,17—0,19	—
(площадь Раздан)	0,1—0,11	—
Палеоцен-дат (площадь Мхчян)	—	0,13
Верхний мел (площадь Раздан)	—	0,12—0,15

Ориентировочные значения твердости, выведенные нами, исходя из литологического разреза и условного давления по твердости, показывают, что основную массу пород можно отнести к 2—7 категориям твердости по Л. А. Шрейнеру, т. е. твердости

$$P_{ш} = (20 - 300) \text{ кг/см}^2.$$

Таким образом, изучение фактических материалов по пробуренным (до 4000 м) глубоким скважинам на площадях Араратской впадины позволило по литолого-стратиграфическим разрезам выявить: буримость пород; основные виды осложнений при проводке скважин; данные о градиентах пластовых давлений и гидравлического разрыва пластов; разнообразие геологических условий отдельных площадей.

КНГРЭ и Ер. ПИ

Поступила 6.VI.1973.

Ա. Ի. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Ի. Ա. ԴԱՆՁՈՒՄՅԱՆ, Լ. Ջ. ԳՈՒՐՋԻՆՅԱՆ, Ն. Մ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ,  
Բ. Ջ. ՀԱԿՈԹՅԱՆ

**ՈՐՈՇ ՏՎՅԱԼՆԵՐ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ԻՋՎԱՄՔՈՒՄ ՆԱՎԹԻ ՈՒ ԳԱԶԻ ՀԱՄԱՐ  
ՀՈՐԱՏԱՆՑՔԵՐԻ ՀՈՐԱՏՄԱՆ ԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ**

**Ա մ փ ո փ ո լ մ**

Հողվածում դիտարկվում են խոր հորատանցքերի հորատման երկրաբանական պայմանները Արարատյան իջվածքի սահմաններում: Տեղեկություններ են բերվում շրջանի ստրատիգրաֆիական և լիթոլոգիական, ապարների ամրության, բարդեցումների կոնկրետ բնութագրման, ինչպես նաև տվյալներ շերտային մնչման գրադիենտների և շերտերի հիդրավլիկ խզման մասին, որոնք պայմանավորում են հորատանցքերի անցման աշխատատարությունը:

Յույց է տրվում, որ Արարատյան իջվածքի սահմաններում խոր հորատանցքերի հորատման երկրաբանական պայմանները բավականին բարդ են և բազմաբնույթ՝ անհրաժեշտ է անցնել կլանման և փլուզման զոնաները, ուժեղ ջրերակման շերտերը, որոնք պարունակում են ջրում լուծվող աղային շերտեր և այլն:

Այս պայմանները տարբեր պահանջներ են ներկայացնում լվացող լուծույթի պարամետրերի նկատմամբ և իրենց հետևանքներն են թողնում հորատանցքի ամրակապման և փորձարկման պրոցեսների վրա:

УДК 550.343.4

Т. О. БАБАЯН, Р. С. МИНАСЯН, С. А. ПИРУЗЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ГРУНТОВ гор. ЛЕНИНАКАНА

*Цели, задачи, методика работ.* Город Леникан, второй по величине промышленный и культурный центр Армении, расположен в одной из сейсмоактивных областей республики. В пределах Ширакской межгорной котловины и ее высокогорного обрамления известны разрушительные землетрясения 1046 г., 1131 г., 1132 г., 1319 г., 1926 г. и др.

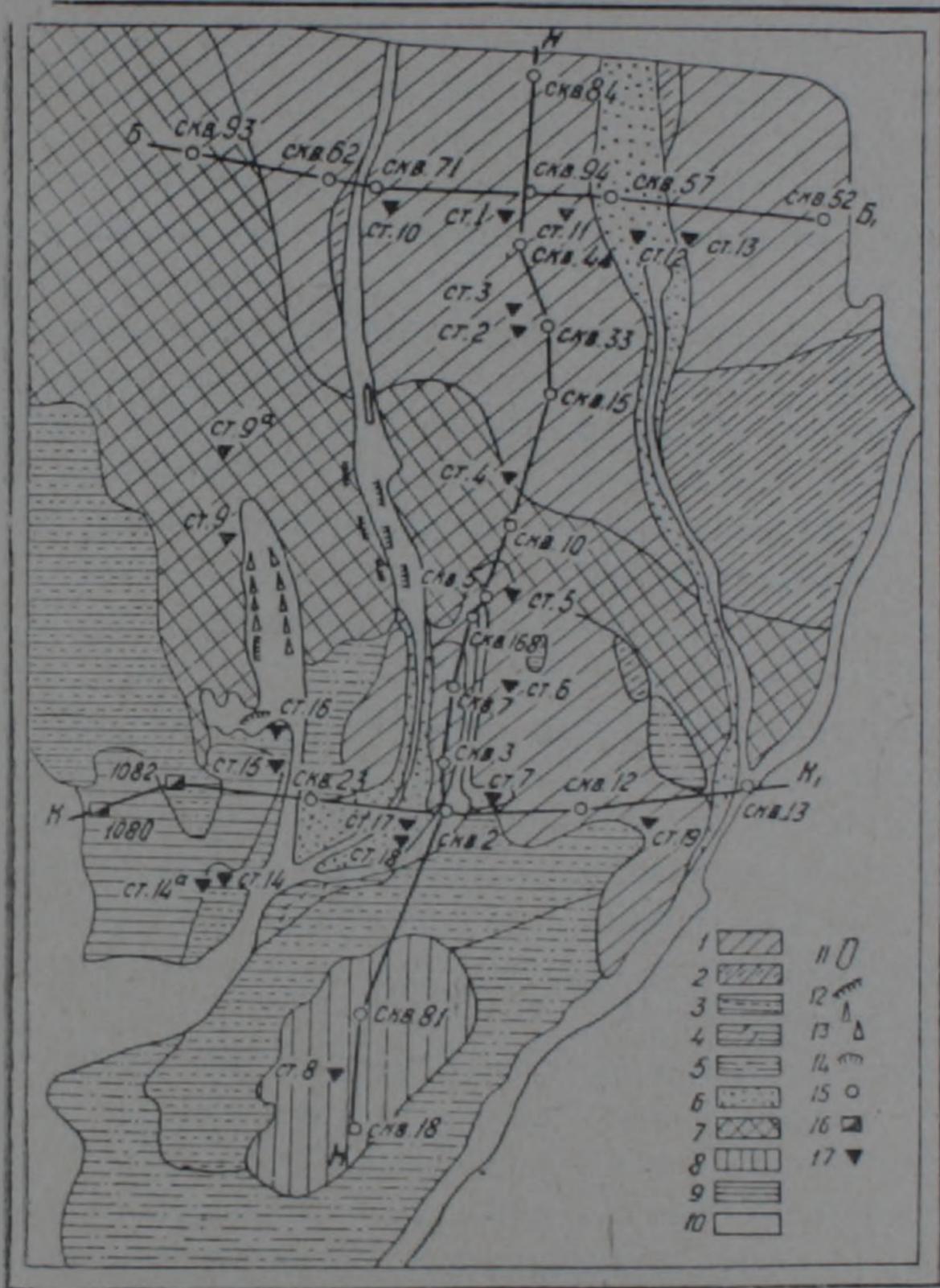
В соответствии с картой сейсмического районирования территории СССР [10] гор. Леникан находится в 8-балльной зоне потенциальной сейсмической опасности. В последние годы город переживает период бурного роста. Вкладываются огромные средства на капитальное строительство. Становится настоятельно необходимым располагать крупномасштабной картой сейсмического микрорайонирования территории города Леникана, крайне важной для правильного размещения объектов капитального строительства, и в конечном счете, составления генплана развития города с учетом сейсмической опасности. Указанная карта позволит получить дифференцированную информацию о величине сейсмической балльности в различных частях города в зависимости от грунтовых, гидрогеологических и других условий.

Целью наших исследований являлось получение новых и дополнительных данных, характеризующих сейсмические свойства отдельных инженерно-геологических зон для уточнения результатов сейсмического микрорайонирования по инженерно-геологическим признакам и сопоставление этих данных с результатами, полученными другими инструментальными методами. В качестве исходного материала была принята карта инженерно-геологического районирования гор. Леникана. Как видно на инженерно-геологической схеме (фиг. 1), основную часть города слагают суглинистые, супесчаные отложения, затем туфы, пески, озерные глины, современный аллювий. Мощности этих отложений колеблются в следующих пределах: для суглинков—до 8—9 м, супесей—до 3 м, песков—3—20 м, туфов—от 0 до 6 м, озерных глин—до 250—300 м. Исследования современного аллювия не проводились вследствие того, что на них строительство не предусмотрено.

К северо-востоку от центральной части города грунтовые воды (надтуфовый горизонт) связаны с пролювиальными отложениями и залегают на глубине 7—9 м. В пониженных частях рельефа, а также пологам рр. Кумайри и Гор-Гоби уровень грунтовых вод расположен высоко—около 0—3 м (иногда заболачивая местность). Мощность этого водоносного горизонта колеблется от 2,5 до 5 м. Границы его распро-

страняются до моста на р. Гюмри в конце улицы Ленинградян, далее по этой же улице до площади Звезды, по территории Лентекстиля к территории ж. д. вокзала и юго-восточнее.

Подтуфовый водоносный горизонт залегает в повышенных частях рельефа на глубине 12 м, а в пониженных частях (в южной части города) — 1—3 м. Иногда эти воды выходят на дневную поверхность в ви-



Фиг. 1. 1. Преобладают плотные суглинки с включением гальки, гравия и прослоек песка. Уровень грунтовых вод ниже 4 м. 2. То же при залегании грунтовых вод выше 4 м. 3. Преобладают плотные супеси, зеркало грунтовых вод залегает на глубине ниже 4 м. 4. То же при залегании уровня грунтовых вод выше 4 м. 5. Преобладают пески, уровень грунтовых вод ниже 4 м. 6. То же при уровне грунтовых вод выше 4 м. 7. Туф с маломощным чехлом наносов (до 2—4 м). 8. Преобладают плотные галечно-гравелистые отложения с уровнем грунтовых вод ниже 4 м. 9. Глина озерная, жирная, плотная. 10. Современный аллювий—рыхлые, несвязанные песчаные грунты—отложения логов р.р. Ахурян, Черкези-дзор, Кумайри, Муртар. Сюда отнесены также отложения в условиях крутых склонов, где имеют место осыпи, подмыв берегов обрушением и участки, где имеются просадочные явления и заболоченности. Эти участки не рекомендуются под строительство. 11. Селевые потоки. 12. Подмыв берегов с обрушением. 13. Осыпи. 14. Просадочные явления. 15. Скважины. 16. Шурфы. 17. Стоянки сейсморазведочных наблюдений.

де восходящих родников, или заболачивают местность (например, у городского стадиона в ущелье р. Черкези-дзор).

В основу наших исследований была поставлена комплексная методика, разработанная в ИГИС АН Арм. ССР при проведении работ в 1960—1966 гг. по сейсмическому микрорайонированию территории гор. Еревана [3, 8]. Она включает этапы исследований по региональной геологии инженерной сейсмологии и направлена на решение двух основных задач:

1. Уточнение исходной сейсмической балльности района гор. Ленинакана (Ширакской котловины и прилегающих районов, привязанной к определенным типам грунтов и сооружений).

2. Определение приращения сейсмической балльности в пределах территории гор. Ленинакана в зависимости от грунтовых и гидрогеологических условий.

Настоящее сообщение посвящено одному из методов комплекса инструментальных наблюдений, призванных решить вторую из указанных задач, а именно: исследованию сейсмических свойств грунтов верхней части разреза и уточнению этого разреза с помощью малоглубинной сейсморазведки [4, 5, 6, 7, 9]. При этом определялись скорости распространения продольных ( $V_p$ ) и поперечных ( $V_s$ ) волн, были уточнены глубины залегания отдельных слоев в пределах 10—15 м, а также УГВ.

*Методика и техника полевых работ.* Исследования проводились по трем прерывистым профилям (так как встречались городские сооружения, посевы и т. д.): два в широтном направлении по территории гор. Ленинакана, один в меридиональном—желая охватить все грунтовые разновидности, распространенные на территории города. Инструментальные измерения проводились в 21 пункте на территории города и примыкающих к ней районах.

Измерения в основном выполнены на участках, инженерно-геологический разрез которых можно было бы документировать: у обрывов, логов, протоков, ущелий, а также у скважин.

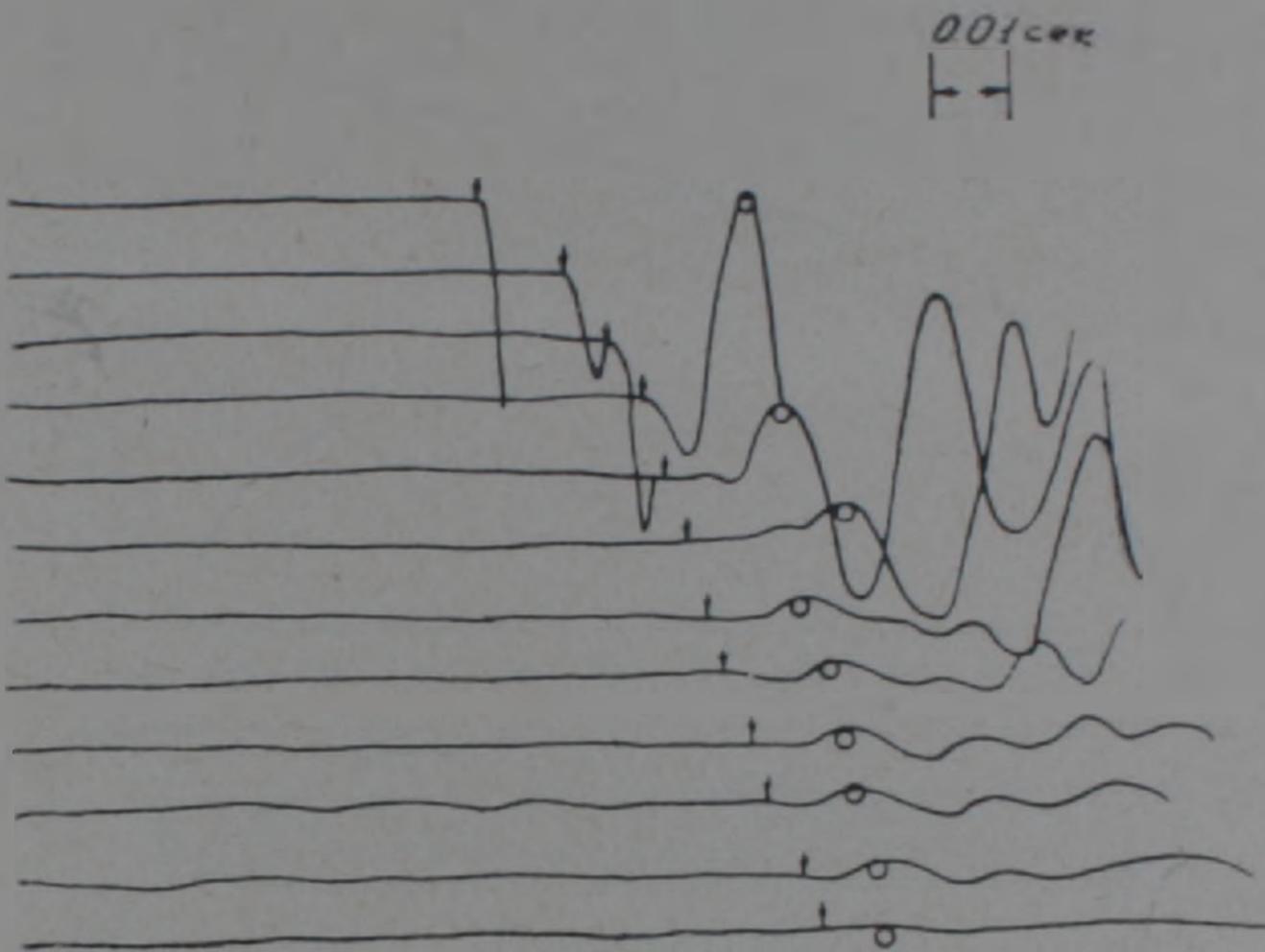
Наблюдения проводились корреляционным методом преломленных волн (КМПВ) [1, 2, 3] по продольной системе профилирования. Была применена изолированная система встречных ходов, упругие колебания возбуждались у конечных сейсмоприемников. Съемка проводилась во время минимального уровня действия помех, и в основном, в ночное время.

Длина профиля выбиралась в зависимости от глубинности исследования: 36 м при расстоянии между сейсмоприемниками  $\Delta X = 3$  м и 60 м при  $\Delta X = 5$  м, охватывая исследованием глубины до 10—15 м.

При регистрации продольных волн применялась система наблюдений Z—Z, а при регистрации поперечных волн—система Y—Y. При производстве полевых измерений была использована сейсмическая аппаратура типа АСМ-2, имеющая 12 рабочих каналов и один канал для регистра-

ции отметки момента удара. Возбуждение колебаний производилось кувалдой весом 8—10 кг.

По полученным осциллограммам определены времена вступлений продольных и поперечных волн, построены годографы, вычислены  $V_p$  и  $V_s$ , построены преломляющие границы, а также сейсмогеологические разрезы—по соответствующим граничным скоростям (фиг. 2, 3, 4).



Фиг. 2. Осциллограмма, полученная на стоянке 14 (система наблюдений Z—Z)

Для построения преломляющих границ была использована система встречных годографов, причем был применен метод  $t_0$ . Были рассчитаны:

$$\bar{V} = \frac{x_{тп}}{t_{тп}}$$

где:  $x_{тп}$  и  $t_{тп}$  — координаты точек пересечения годографа, соответствующего границе, до которой определялась средняя скорость.

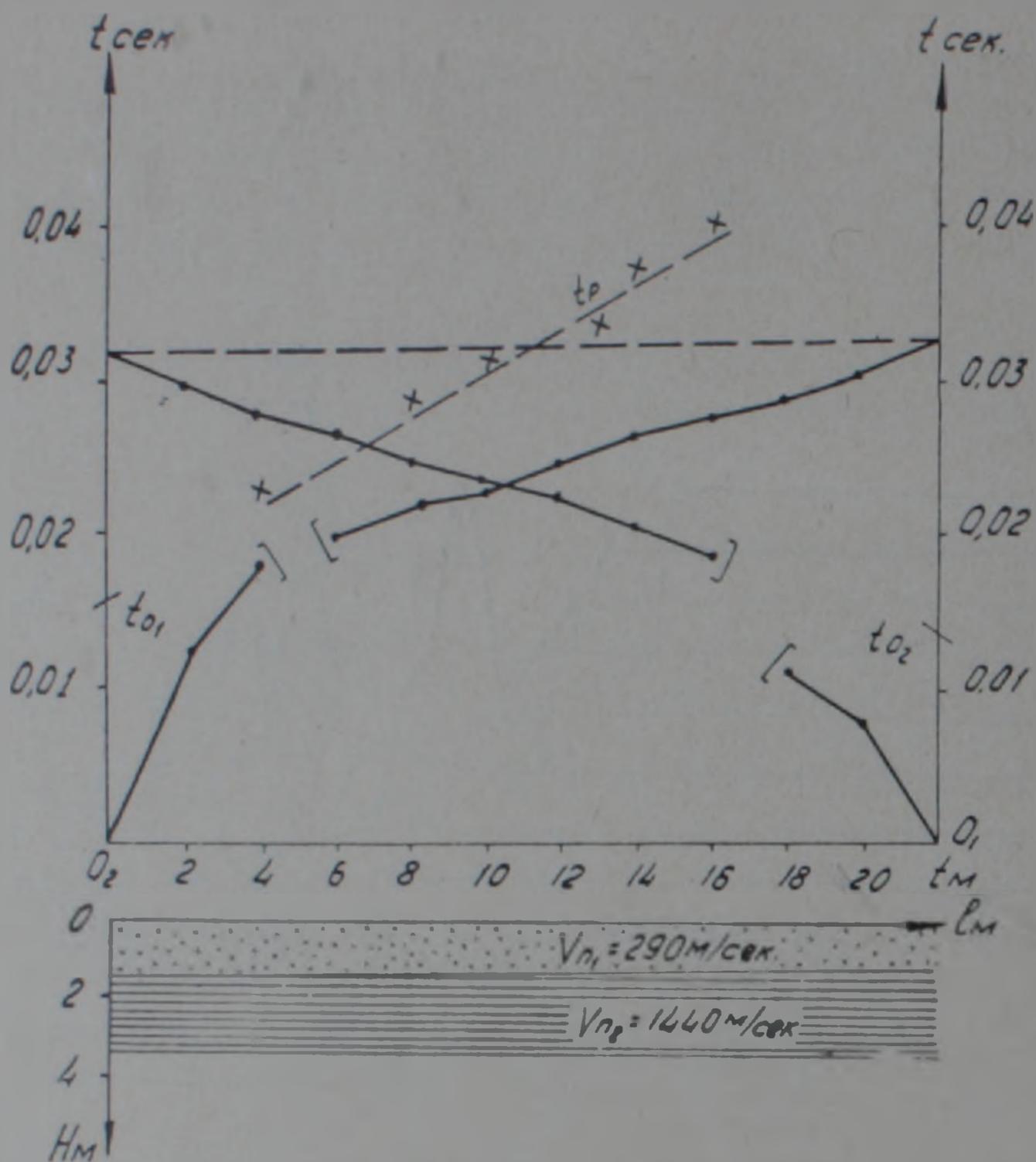
Определив величину  $\bar{V}$ , граничную скорость  $V_r$  и величину  $t_0$ , определены глубины залегания границ по формуле [3]:

$$H_k = \frac{\bar{V}_k \cdot t_{ок}}{2 \sqrt{\left(1 - \frac{\bar{V}_k}{V_{гk}}\right)}}$$

где:  $\bar{V}_k$  — средняя скорость  $k$ -го слоя;

$V_{гk}$  — граничная скорость вдоль этой границы;

$t_{ок}$  — значение  $t_0$  для  $k$ -й границы в данной точке.



Фиг. 3. Составление годографа, определение  $V_p$  и построение преломляющих границ на стоянке 14 профиля КК<sub>1</sub> (система наблюдений Z—Z).

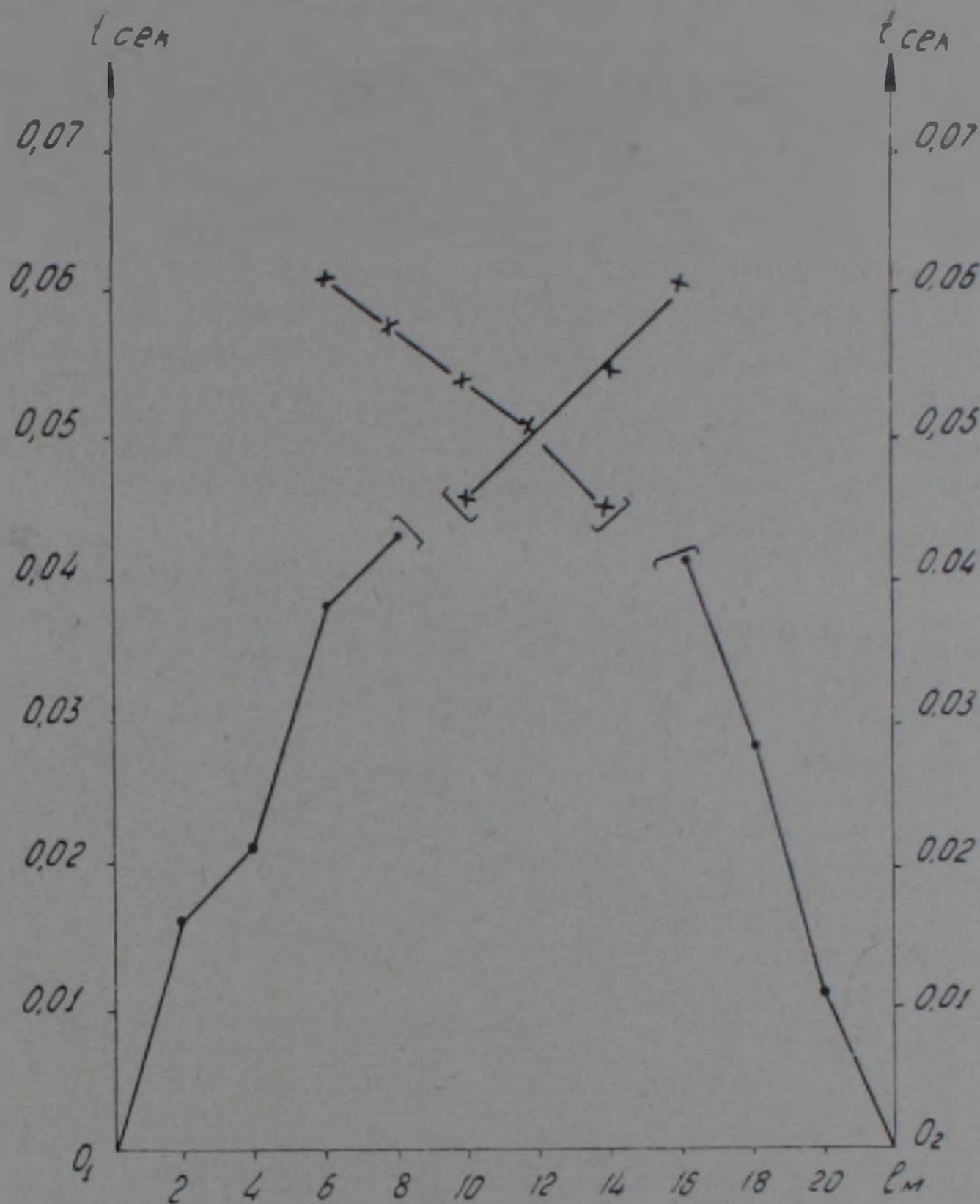
В случае одиночного годографа или встречных годографов, не имеющих перекрытия (когда  $t_0$  можно определить лишь приближенно), была использована другая формула [10]:

$$H_r = \frac{x_{\text{ш}}}{2} \sqrt{\frac{\bar{V}_{k+1} - V_k}{\bar{V}_{k+1} + V_k}},$$

где  $V_k = \frac{x_{\text{ш}}}{t_{\text{ш}}}$  — средняя скорость продольных волн выше изучаемой преломляющей границы;

$\bar{V}_{k+1} = \frac{x_n - x_{\text{ш}}}{t_n - t_{\text{ш}}}$  — средняя скорость (эффективная) продольных волн ниже преломляющей границы;  
 $x_n$  и  $t_n$  — абсцисса и ордината произвольной точки на продолжении прямолинейного участка годографа, следующего за точкой перелома.

При наличии УГВ годографы преломленной волны  $t_p$ , связанной с УГВ, получались прямолинейные, кажущиеся скорости  $V_k$  вычисленные



Фиг. 4. Составление годографа и определение  $V_{\text{ср}}$  на стоянке 14 профиля КК<sub>1</sub> (система наблюдений Y—Y).  $V_{\text{ср}1} = 165$  м/сек.  $V_{\text{ср}2} = 450$  м/сек.

по встречным годографам, были близки между собой. Граничная скорость волны  $t_y$  при  $H \leq 5$  м, колебалась в пределах от 1500 до 2150 м/сек в зависимости от литологического состава и пористости водоносного слоя. Если мощность водоносного слоя уменьшалась, то затухание волны  $t_y$  усиливалось.

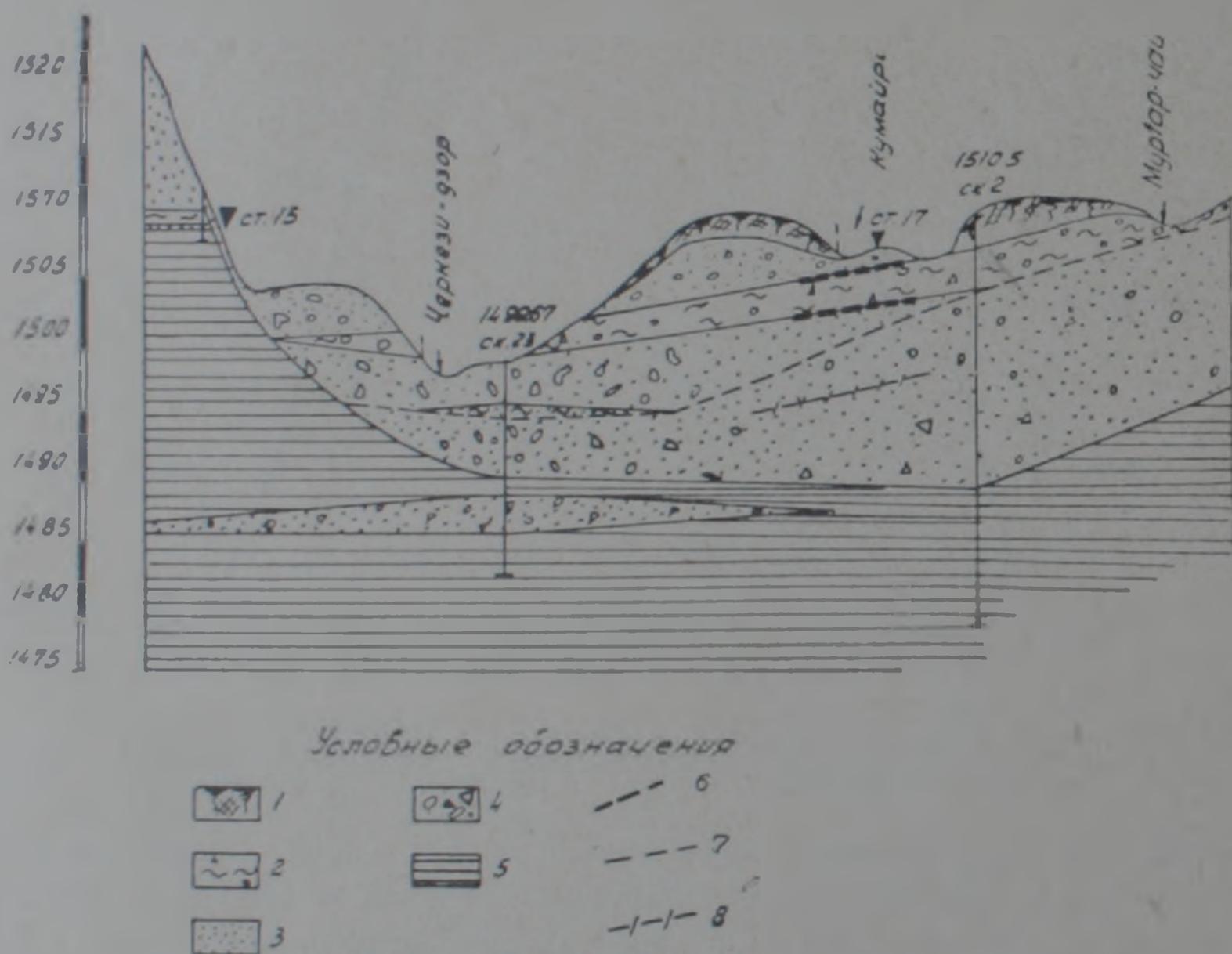
*Результаты работ.* После обработки полевого материала были уточнены инженерно-геологические разрезы до глубин 10—15 м, глубины УГВ и определены направления движения грунтовых вод.

На профилях НН<sub>1</sub>, ББ<sub>1</sub> и КК<sub>1</sub> уточнены инженерно-геологические разрезы на участках стоянок 5, 10, 19. На стоянке 5 вместо известной по инженерно-геологическим данным пачки гравийно-галечников ( $H=2$ —2,5 м), супесей ( $H=1,5$  м), суглинков ( $H=1$  м) и песков большой мощности, установлен мощный, сравнительно однородный слой суглинков (стоянка 5 находится на 100 м восточнее скв. № 5). На участке стоянки 10 обнаружена линза песков мощностью до 3 м, что не было фиксиро-

вано на инженерно-геологическом разрезе. Это можно объяснить вероятным выклиниванием песков на участке между скважинами. На разрезе, полученном для участка стоянки 19, отсутствует 1-метровый слой суглинков.

На участках стоянок 6, 7, 12, 13, 14, 15, 17 отсутствуют инженерно-геологические данные (не охвачены разведочными выработками), поэтому при дальнейших исследованиях в качестве основы следует брать данные сейсморазведки. Сейсмогеологические разрезы, полученные для стоянок 1, 2, 3, 4, 8, 9, 11, 17 и 18 совпадают с инженерно-геологическими разрезами.

На фиг. 5 приведены результаты уточнения инженерно-геологического разреза по данным сейсморазведки на одном из участков профиля КК<sub>1</sub>.



Фиг. 5. Участок разреза по профилю КК<sub>1</sub>. 1 Почвенно-растительный слой. 2. Суглинки. 3 Пески. 4. Галечно-гравийные отложения. 5. Глина озерная, жирная, зеленоватая. 6. Границы слоя, не обнаруженного сейсморазведкой. 7. УГВ по данным буровых скважин. 8 УГВ, установленный сейсморазведочным методом.

На основании сейсмогеологических исследований составлена сводная таблица скоростей распространения продольных и поперечных волн для разновидностей грунтов, прослеживающихся на территории гор. Лениакана (в верхней части разреза) и вычислены отношения  $V_s/V_p$ .

Как видно из таблицы, наблюдается большой диапазон изменения величин скоростей продольных волн—от 270 м/сек до 2150 м/сек. В скоростях поперечных волн изменений меньше—от 160 м/сек до 1000 м/сек.

## Величины скоростей распространения упругих волн в грунтах гор. Ленинакана

№ стоянок	Виды грунтов	Скорость продольных волн $V_p$ , м/сек	Скорость поперечных волн $V_s$ , м/сек	$V_s/V_p$	УГВ $h$ , м
9, 9a	Туф плотный	1600—1800	720	0,43	
9a	Туф выветрелый	530	163	0,30	
14a, 15, 16	Глина озерная коренная	1440—1760	450	0,28	
14	Глина озерная зоны аэрации	680	390	0,57	
13	Суглинок плотный	830	—	—	
1, 2, 3 4, 6, 7, 10, 11, 12, 13	Суглинок зоны аэрации	300—500	145—340	0,60	
3	Суглинок водоносный	2150	—	—	6,5—7,5
1		2100	—	—	12,5
19	Супесь плотная	735	—	—	
5, 14a, 15, 16	Супесь зоны аэрации	290—560	165	0,38	
19	Супесь водоносная	1500	—	—	6,2—6,5
5		1650	—	—	10—11
4, 8, 18	Песок плотный сухой	660—700	280	0,41	
17, 18	Песок рыхлый	360	—	—	
6		1800	380	0,21	3,2—4
7		1600	—	—	5
12		1500	460	0,31	6,4—7
14	Песок водоносный	1350	450	0,33	7,5—8,3
10		1500	—	—	10—10,8
17		1500	—	—	10—11,5
11	Гравийно-галечные отложения	1500—1520	1000	0,66	
2, 6, 14a	Почвенный слой и насыпные грунты	270	160—170	0,54	

Основные грунты, имеющие наибольшее распространение на территории гор. Ленинакана,—это суглинки зоны аэрации с  $V_p = 300—500$  м/сек, суглинки плотные с  $V_p = 830$  м/сек, суглинки водоносные с  $V_p = 2150$  м/сек. Следующими грунтами по величине площади распространения являются супеси с соответствующими величинами  $V_p$ , равными 290—560 м/сек, 735 м/сек и 1500 м/сек. Далее идут пески, туфы, насыпи, гравийно-галечники.

Таблица показывает, что  $V_p$  для плотных, сухих грунтов в 1,8—4,5 раза больше, чем для тех же грунтов зоны аэрации.

$V_p$  для водоносных грунтов получены в 2—2,5 раза больше, чем для тех же грунтов, но в плотном сухом состоянии. А  $V_s$  для водоносных грунтов получены приблизительно такие, как  $V_s$  для тех же грунтов при отсутствии воды.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии  
АН Армянской ССР

Поступила 9.VII.1973.

Ի. Ն. ԲԱԲԱՅԱՆ, Ռ. Ս. ԽՆԻԱՍՅԱՆ, Ս. Ա. ՓԻՐՈՒՉՅԱՆ

## ԼՆՆԻՆԱԿԱՆ ՔԱՂԱՔԻ ԳՐՈՒՆՏՆԵՐԻ ՍԵՅՍՄԵԿԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

### Ա մ փ ո փ ո լ մ

Լննինական քաղաքը, հանդիսանալով Հայկական ՍՍՀ երկրորդ խոշոր արդյունաբերական և մշակույթային կենտրոնը և սեյսմիկ վտանգավորության տեսակետից գտնվելով 8 բալային զոնայում, սեյսմիկ միկրոշրջանացման բարտեզ ունենալու խիստ կարիք է զգում:

Այդպիսի բարտեզ կազմելու համար անհրաժեշտ է կիրառել մի շարք մեթոդներ: Այդ մեթոդներից է Լննինական քաղաքին բնորոշ գրունտների սեյսմիկ հատկությունների որոշումը գործիքային եղանակով:

Այս խնդիրն իրագործելու նպատակով կատարվել են փոքր խորությունների սեյսմահետախուզության աշխատանքներ, որոնք հնարավորություն են տվել ճշտելու ինժեներա-երկրաբանական և հիդրոերկրաբանական կտրվածքի վերին մասը (մինչև 10—15 մետր խորությունը), ինչպես նաև որոշելու երկայնակի և լայնակի ալիքների տարածման արագությունները գրունտներում:

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Строительство в сейсмических районах СНиПП—А, 12—69, М., 1969.
2. Пирюзян С. А. О сейсмическом микрорайонировании на основе инструментальных наблюдений. Известия АН Арм. ССР, серия техн. наук, т. XV, № 4, 1962.
3. Кац А. З. Сейсмическое микрорайонирование на основе дифференциации грунтов по деформациям, вызываемым прохождением сейсмических волн. Тр. ИФЗ АН СССР, № 16 (188), М., 1961.
4. Лямзина Г. А. Об изучении сейсмических свойств грунтов для сейсмомикрорайонирования. Тр. ИФЗ АН СССР, вып. 7, № 22 (189), М., 1962.

5. *Ляховицкий Ф. М.* Methodика и интерпретация данных сейсморазведки при инженерно-геологическом картировании ВИЭМС, 14, 1970.
6. *Назаров Г. Н.* Методические указания по комплексным сейсмогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям с применением портативных сейсморазведочных установок. М., 1969.
7. Справочник геофизика. Т. 4, Сейсморазведка, 14, «Недра», 1966.
8. *Гамбурцев Г. А.* Корреляционный метод преломленных волн Изд. АН СССР, М., 1952.
9. *Гурвич И. И.* Сейсморазведка. Гостопотехиздат, М., 1960.
10. Инструкция по сейсморазведке. М., 1952.

УДК 551.4

Г. Б. ГРИГОРЯН

## ТИПИЗАЦИЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ, КАК МЕТОД ПРИМЕНЕНИЯ ЛАНДШАФТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРАКТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

В ландшафтоведении завершающим этапом исследований считается выделение природных регионов, объединяемых границами таксономических единиц более высокого ранга, т. е. проведение физико-географического (ландшафтного) районирования [1].

Но выделение многочисленных индивидуальных районов, подрайонов или округов делает схему районирования очень сложной для использования ее в практике, так как районы со сходными природными условиями могут находиться в различных округах так же, как и подрайоны — в различных районах. Поэтому при целенаправленном районировании этим этапом работу заканчивать нельзя. После построения сетки районов и подрайонов (регионов нижнего таксономического ранга) должна быть проведена их типизация, т. е. группировка регионов, сходных по тем или иным свойствам, в частности, по важнейшим особенностям современных природных условий развития хозяйства.

Выделенные группы регионов не занимают определенных мест в системе классификаций геокомплексов, т. е. не являются таксономическими единицами. Их объединение основано на сходстве современных природных условий, вне зависимости от степени общности происхождения и территориального единства, которые служат критерием для выделенных ландшафтных регионов. Такая типизация называется типологической группировкой регионов. Она может применяться в любом случае, когда имеется множество единиц одного таксономического ранга [2].

Типологическая группировка регионов открывает широкие возможности, облегчая подход к обобщенной оценке геокомплексов с точки зрения практических целей и, кроме того, сокращает во многом текст их описания.

Типизацию регионов можно провести: а) по комплексным — ландшафтными показателям; б) по различным признакам отдельных компонентов ландшафта (геологическим, геоморфологическим, климатическим, водным, растительным и почвенным) и в) непосредственно по степени пригодности их для того или иного вида производственной деятельности.

Типологическую группировку горных природных регионов можно провести для следующих отраслей народного хозяйства: а) сельского хозяйства; б) организации отдыха и туризма (при использовании рекреационных ресурсов); в) охраны природы (размещение сети заказников и рациональное использование природных ресурсов); г) поисков месторож-

дений полезных ископаемых (геохимическими методами); д) инженерно-строительных работ; е) научных целей и т. д.

Карты типологической группировки регионов для практических целей могут быть и мелкомасштабными, что несколько не умаляет их значения, так как они составляются на основе крупномасштабных карт ландшафтного районирования. Эти карты в полном смысле являются настоящими оценочными.

Типизация регионов для определенных целей проводится на основании количественных (абсолютно, относительно) и качественных (или по балльной системе) показателей в зависимости от характера компонента.

Для типологической группировки горных регионов из ландшафтных (комплексных) показателей или свойств, наиболее важное значение имеют спектр высотных поясов, площадь отдельных геосистем и высотные отметки их распределения, внутриландшафтная дифференциация, реликтовые и прогрессирующие черты, отрицательные и положительные природные процессы и явления, степень трудности или возможности хозяйственного освоения, степень автономности, ярусное распределение, геохимические и биохимические черты, степень антропогенного изменения и др.

При типизации природных регионов на основании свойств частных компонентов из многочисленных признаков следует выбрать те, которые действительно имеют практическое значение.

Так, из признаков геолого-литологического компонента в народном хозяйстве имеют значение—состав пород (литологические комплексы), их генезис, химизм (макро- и микроэлементный состав), характер изменения (первичные, вторичные), минеральные ресурсы (их качество и количество), возможности хозяйственного использования, их значение (региональное, республиканское, общесоюзное и всемирное), а также характер почвообразующих пород (последние имеют свои многочисленные признаки, которые важны для сельского хозяйства).

Из геоморфологического компонента наибольшее практическое значение имеют формы рельефа, экспозиция и уклоны склонов, горизонтальная и вертикальная расчлененность поверхности, современные экзогенные рельефообразующие процессы (денудация, эрозия, аккумуляция), процессы выветривания (химический, биохимический), мощность, степень и стадия коры выветривания.

Из климата наиболее важны типы климатов, атмосферные осадки (за год и за вегетационный сезон), теплообеспеченность, испаряемость и ряд других узких показателей, которые в основном нужны для сельского хозяйства (климат в погодах, его составители). Целесообразно произвести группировку регионов по следующим показателям природных вод: поверхностного стока (по величине модуля), минерализации, солевого состава (химизма), по характеру циркуляции, по типу водной миграции химических элементов и других.

Из растительного компонента практическое значение имеют следующие показатели: лесистость, типы растительных формаций, сукцессион-

ные процессы, биологическая продуктивность, круговорот вещества, растительные памятники. То же самое можно привести и для животного мира.

Из почвенного компонента важны следующие признаки: генетические типы и подтипы, степень обрабатываемости, агропроизводственные типы земель, эродированность, каменистость, засоленность и ряд других.

Практически все свойства и признаки компонентов могут иметь хозяйственное значение и, естественно, могут являться критериями для типологической группировки природных регионов. Проведение такой группировки, кажется, не представляет сложности, но для выполнения таких работ нужны детальные исследования не только частных компонентов, но и, что главное, исследования природных территориальных комплексов, вплоть до низших единиц—элементарных ландшафтов.

Отсюда следует, что для получения цифровых материалов, характеризующих геосистемы и их компоненты, необходимы крупномасштабные ландшафтные исследования с камеральной критической обработкой полученных данных и их оценка.

Полученные качественные и количественные параметры природных комплексов и их компонентов, на основании которых проводятся районирование и в дальнейшем типизация регионов, являются ценным материалом для составления кадастров природных ресурсов горных стран.

Таким образом, типологическая группировка ландшафтных регионов представляет собой новый, рациональный метод применения результатов ландшафтных исследований в практических целях. Первый опыт такой типизации нами проведен для Лори-Памбакских горных котловин.

Составлено более тридцати оценочных карт, в основном для сельскохозяйственных целей, которые помещены в научном отчете «Ландшафты Лори-Памбакских горных котловин».

Ниже, как пример, приводим легенды некоторых карт, составленных на основании комплексных ландшафтных и частных (компонентных) показателей территории упомянутых котловин.

1. Типологическая группировка физико-географических подрайонов по характеру антропогенных изменений природных ландшафтов.

Группа подрайонов:

1. Со слабо измененными ландшафтами (ландшафтами, изредка посещаемыми человеком).

2. С значительно измененными ландшафтами (человеком затронуты отдельные компоненты, но основные природные связи не нарушены).

3. С сильно измененными ландшафтами (подвергнуты длительному нерациональному воздействию человека, приведшему к существенному нарушению природных связей и изменению структуры природных ландшафтов в направлении, обычно неблагоприятном для самого человека).

4. В основном с преобразованными, доведенными до культурных, ландшафтами (природные связи изменены целенаправленно, на основе изучения предшествующего опыта человечества и данных науки, путем

рационального распределения угодий, преобразования стока, местного климата и других мероприятий, с тем чтобы обеспечить наиболее полное и эффективное использование природных ресурсов, их охрану и воспроизводство).

5. В разной степени измененными ландшафтами (наличием и положительными, и отрицательными влияний антропогенного воздействия, преобладанием отрицательных).

II. Типологическая группировка физико-географических подрайонов по типам сельскохозяйственных земель. Группа подрайонов с преобладанием земель:

1. Пролювиально-галечниковых межгорных равнин;
2. Аллювиально-озерных межгорных равнин;
3. Делювиально-пролювиальных предгорных равнин;
4. Предгорно-лавовых плато;
5. Среднегорных пологих и средне-наклонных склонов, местами денудационно-аккумулятивных террас;
6. Среднегорных сильнонаклонных склонов;
7. Высокогорных слабо и средне-наклонных склонов;
8. Высокогорных сильнонаклонных склонов.

III. Типологическая группировка физико-географических подрайонов по типам миграции химических элементов. Группа подрайонов с преобладанием типов миграций:

1. Водный поверхностно-почвенный;
2. Водный поверхностно-почвенный потускулярный;
3. Водный поверхностно-почвенный грунтовый;
4. Водный почвенно-грунтовый;
5. Водный почвенно-солифлюкционный;
6. Водный почвенно-эрозионный;
7. Гравитационно-осыпной (механический).

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 22.V.1973.

Գ. Ք. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ՖԻԶԻԿԱ-ԱՇԽԱՐՀԱԿՐԱԿԱՆ ՇՐՋԱՆՆԵՐԻ ՏԻՊԱՎՈՐՈՒՄԸ ՈՐՊԵՍ  
ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ՆՊԱՏԱԿՆԵՐՈՎ ԼԱՆԴՇԱՖՏԱՅԻՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ  
ԿԻՐԱԹՄԱՆ ՄԵԹՈԴ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հանդիմանալից և անհամաձայնության հետևանքները կրճատելու փորձերը համարվում է շրջանադարձ, ուր անջատվում են ծագումնաբան և բնական պայմանների տեսակետից միասին կարգաբանման տարրեր մեծությունների տարածքային միավորներ՝ շրջաններ, ենթաշրջաններ և այլն:

Համանման միավորների բազմաքանակությունը և տարածքային անջատվածությունը դժվարություններ են ստեղծում գործնական աշխատանքներում բնական շրջանացման սխեմաների օգտագործման գործում: Ուստի առաջարկում ենք կատարել համանման միավորների խմբավորում ըստ նրանց բնական համալիրների և գործոնների առանձին հատկանիշների նմանության ու տարբերության սկզբունքների այն հատկանիշների, որոնք ժողտնտեսության համար ունեն գործնական նշանակություն: Այդպիսի փորձ կատարվել է Լճի-Փամբակի գոգավորությունների համար:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Исаченко А. Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. Изд-во «Высшая школа», М., 1965.
2. Преображенский В. С. Ландшафтные исследования. «Наука», М., 1966.

УДК 631.459:528.9

Г. К. ГАБРИЕЛЯН, Ю. Л. КОСТАНЯН

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

С развитием общества сознательное воздействие человека на природу усиливается, вместе с тем возрастает несознательное, не предусмотренное воздействие, которое зачастую приводит к катастрофическим последствиям. Результатом необдуманных действий человека является усиленная флювиальная эрозия или водная эрозия почв, наиболее сильно проявляющаяся в горных странах, где распахиваются не только пологие, но и довольно крутые склоны.

В мировой практике накоплен огромный опыт борьбы с эрозией почв, разработаны меры предупреждения и предотвращения ее, однако, эрозия прогрессирует и необходимы более эффективные меры борьбы. Исследования показывают, что почвенная эрозия, или поверхностный смыв, представляет собой весьма сложный процесс, где участвуют все компоненты географической среды и для распознавания этого сложного явления одни только почвенные исследования совершенно недостаточны. Изучение эрозии фактически вышло из рамок почвоведения и стало объектом изучения физической географии и ряда смежных наук. Только всестороннее комплексное изучение географической среды может раскрыть причинную связь всех компонентов, участвующих в процессе поверхностного смыва.

Почва является неотделимой частью ландшафта, образующейся в конечном итоге в результате действия сложного комплекса ландшафтообразующих факторов, и можно ее сохранить только путем сохранения всего ландшафта, а это возможно сделать только на основании тщательного изучения всех природных условий местности, всего комплекса ландшафтообразующих факторов. Одним словом, для разработки комплексных противоэрозионных мероприятий необходимо учесть весь комплекс природных условий данной местности.

Приведем такой пример. В бассейне р. Гедар в Приереванском районе проведены огромные мероприятия по обвалованию и облесению склонов, однако, к сожалению, лес здесь на многих участках южной экспозиции не уживается вследствие недостатка влаги и других причин. Здесь налицо явный недоучет целого ряда компонентов ландшафта, в первую очередь климатических, гидрологических и геоморфологических особенностей. На южных склонах полупустынного ландшафта, где коэффи-

циент увлажнения меньше 0,3, облесение без искусственного орошения явно обречено на неудачу.

Можно привести много таких примеров, когда недоучет всего комплекса ландшафтообразующих факторов при организации борьбы с эрозией приводит к напрасной трате государственных средств и времени.

Только комплексное осуществление борьбы с эрозией, разработанной с полным учетом всех природных условий и процессов, происходящих на земной поверхности, может обеспечить большую эффективность работ.

Исходя из вышесказанного, считаем необходимым высказать некоторые соображения, вытекающие из многолетнего опыта наших работ, а также работ других авторов, проведенных как у нас в стране, так и за ее пределами.

Территория Советской Армении, будучи расположенной на стыке субтропической и умеренной зон, несет на себе все черты сухости и континентальности климатических условий, благоприятствующих развитию денудационных процессов. В Армянской ССР из процессов денудации наиболее развита водная эрозия и она постоянно прогрессирует. Несмотря на то, что за последние 30 лет освоены новые площади орошаемых земель, все же посевная площадь республики в целом значительно сократилась; основной причиной сокращения является эрозия. Процесс сокращения сельскохозяйственных земель и особенно пашен и впредь будет продолжаться, если не будут приняты самые решительные меры по борьбе с эрозией.

Сокращение земель, используемых в сельском хозяйстве, вследствие эрозии наблюдается в больших масштабах и в других республиках Советского Союза, поэтому решению этой проблемы большое внимание уделяют Коммунистическая партия и Советское правительство. В своем докладе «Пятьдесят лет великих побед социализма» генеральный секретарь Коммунистической партии Советского Союза Л. И. Брежнев отметил: «Хозяйское, рачительное использование естественных ресурсов, забота о земле, о лесе, о реках и чистом воздухе, о растительном и животном мире, все это наше кровное коммунистическое дело. Мы должны сохранить и украсить нашу землю для нынешних и будущих поколений советских людей».

В нашей стране широким фронтом развернулись работы по борьбе с эрозией.

1967 год фактически стал началом нового этапа широкого развертывания работ по защите почв от эрозии. За прошедшие после выхода этого постановления пять с лишним лет, как в целом по стране, так и в нашей республике выполнены значительные работы по борьбе с эрозией. Осуществление различных противоэрозионных мероприятий в Армянской ССР позволило на многих участках склоновых земель отрицательные последствия эрозии довести до минимума.

Террасирование крутых склонов явилось во всех отношениях весьма эффективным средством борьбы с эрозией. Разработанные и осу-

ществленные в нашей республике орошаемые террасы не только защищают почву от смыва, но, что очень важно, позволяют освоить неиспользуемые и малопродуктивные склоновые земли для выращивания виноградников. Условия для создания виноградников на террасированных крутых склонах значительно лучше, чем в равнинных условиях, об этом свидетельствуют высокие урожаи винограда, получаемые на орошаемых террасах в Иджеванском районе.

Однако проводившиеся работы по борьбе с эрозией до сих пор носили бессистемный и некомплексный характер, проводились они большей частью по отдельным небольшим объектам, разбросанным по всей территории республики.

Характерной особенностью борьбы с эрозией на современном этапе является стремление к разработке и осуществлению комплексных противоэрозионных мероприятий.

В чем заключается сущность понятия *комплексность* в данном случае, из каких элементов должен состоять этот комплекс и как он должен разрабатываться и осуществляться в условиях нашей республики?

В комплекс противоэрозионных мероприятий обязательно должны входить организационно-хозяйственные, агротехнические, гидротехнические, лесомелиоративные и лугомелиоративные мероприятия.

Соотношение размеров (объемов) перечисленных составляющих внутри комплекса необходимо определять исходя из противоэрозионной эффективности применения того или иного элемента в данных природных условиях. Кроме того, следует предпочтению давать тем мероприятиям, которые будут осуществляться наименьшими затратами.

Мероприятия в комплексе должны быть взаимосвязаны, они должны дополнять друг друга. Поясним это на простом примере. Если на склоне мы имеем развивающийся овраг, то для уменьшения количества воды, поступающей в него при таянии снега или ливневых дождях, следует в пределах водосборной воронки, т. е. в самых верховьях оврага осуществлять агротехнические мероприятия в сочетании с лесомелиоративными, направленными на усиление инфильтрации выпадающих осадков и задержание стока. Если эти меры будут недостаточны, то можно поверхностный сток регулировать путем отвода их с помощью нагорных канав. Для предотвращения углубления оврага и задержания твердого стока по всей его длине, необходимо устраивать системы барражных запруд, и, наконец, осуществлять облесение на всем водосборе оврага. В общих чертах, для данного частного случая, так выглядит общепринятая схема комплексных противоэрозионных мероприятий.

Ясно, что в данном случае применение только облесения или агротехнических мероприятий будет малоэффективным.

Комплексные противоэрозионные мероприятия должны разрабатываться по водосборным бассейнам как единая система для всей территории бассейна от водораздела до самых низовьев.

Осуществлять противоэрозионные мероприятия следует строго по очередности в направлении от водораздела к подножию склона. Такая

очередность позволяет значительно упростить и уменьшить объемы противоэрозионных мероприятий в нижней части склона.

И, наконец, при проектировании и осуществлении комплексных противоэрозионных мероприятий необходимо максимально учитывать интересы охраны всей природы и рационального использования важнейших ее богатств земельного фонда и водных ресурсов.

Выше отметили, что противоэрозионные мероприятия должны быть обоснованы детальным, всесторонним исследованием всех компонентов ландшафта.

До последнего времени существовала, на наш взгляд, некоторая тенденция к упрощению этих исследований, фактически они сводились к исследованию почти только почвенного покрова с качественной (сравнительной) характеристикой ее смывости, определяемой путем сравнения мощности генетических горизонтов с несмытым профилем эталонного участка, который в горных условиях определяется с большими оговорками и весьма неуверенно. Практически можно сказать, что на склонах невозможен подбор эталона. Кроме того этим методом трудно определить степень смывости маломощных пахотных почв и даже среднемощных слабосмытых почв, где применяется вспашка на глубину 25—30 см. Влияние субъективного фактора при применении данного метода довольно значительно.

Метод сопоставления генетических горизонтов, предложенный С. С. Соболевым [4], начал применяться лет 40 тому назад в России в условиях равнинного рельефа. Применение его в горных условиях, на наш взгляд, не оправдывает себя и результаты почвенно-эрозионных съемок не являются репрезентативными. Применение данного метода в горных странах неправильно еще и с методологической точки зрения.

Метод исходит из того, что процессами почвообразования в течение времени формируется почвенный покров определенной мощности, затем начинается эрозия и верхняя часть почвенного слоя подвергается эрозии, мощность уменьшается. Такая постановка вопроса в корне ошибочна г. к. процесс почвообразования и эрозия протекают совместно, нет этапов почвообразования и эрозии, следовательно, сопоставление мощности эродированных с мнимыми эталонами теоретически не может быть обосновано.

Для определения количественной характеристики эрозии необходимы другие методы, дающие конкретные количественные данные смыва склонов. Такими методами могут быть эксперименты по искусственному дождеванию и стационарные наблюдения на стоковых площадках, применяемых в ряде научно-исследовательских учреждений.

Применяемая ныне почвенно-эрозионная съемка, если даже не считать отмеченных ее недостатков, в лучшем случае дает лишь качественную характеристику смывости почв, между тем на современном этапе развития науки необходимы количественные характеристики эрозионных процессов.

Применение экспериментов искусственного дождевания в ряде слу-

чаев дает надежные количественные характеристики для познания весьма важных вопросов склонового жидкого и твердого стока. Некоторые результаты таких экспериментов опубликованы Г. К. Габриеляном [1]. Летом 1972 г. этот метод нами был применен в бассейне р. Шагап. Нами получены весьма интересные кривые зависимости между коэффициентами жидкого стока и крутизной склонов, уклонами и смывом; установлено влияние характера дождевания на сток и смыв; влияние характера почвенного покрова и растительности на сток и смыв и целый ряд других данных.

Весьма полезны стоковые площадки с наносо-уловителями. Они дают суммарные количественные данные по стоку и смыву за определенный промежуток времени.

До последнего времени проектирование противоэрозионных мероприятий производилось на основе лишь почвенно-эрозионной карты.

Практика показала, что этого мало. Необходимо составить также карты потенциальной возможности развития эрозии.

Совершенно справедливо профессор М. Н. Заславский [2] в недавно вышедшем сборнике, посвященном вопросам методики почвенно-эрозионного картирования, пишет: «Большой недостаток проводившихся в гипроземах эрозионных обследований и картирований заключается в том, что до последнего времени составлялись только карты эродированности почв, на основании которых проводилось проектирование и планирование противоэрозионных мероприятий. Эти карты, конечно, нужны, однако не только они должны быть основой для проектирования противоэрозионных мероприятий».

При всех случаях почвенно-эрозионное картирование дает сравнительную, причем, не совсем достоверную картину поверхностного смыва, к тому же здесь остается в стороне такой важный момент, характеризующий эродированность территории как линейные формы эрозии или овражная эрозия. В наших условиях при весьма сильной расчлененности горных склонов изучение линейных форм эрозии, их учет при определении степени эродированности территории и разработке комплексных противоэрозионных мероприятий являются обязательным условием.

Борьба с эрозией должна вестись одновременно как на развивающихся оврагах, так и на межовражных территориях, где происходит только поверхностный смыв. Данное положение также является необходимым условием разработки действительно комплексных противоэрозионных мероприятий.

Нередки у нас случаи, когда односторонние разработки, например, только агротехнические или лесомелиоративные мероприятия, разработанные к тому же лишь на основании почвенных исследований, называются комплексными. На самом деле, конечно, эти работы далеки от того, чтобы называться комплексными.

Выше отметили, что разработка комплексных мероприятий требует в первую очередь исследования всего комплекса природных условий. Среди них важное значение имеют геологические условия. Известно, что ли-

тологический состав пород играет огромную роль в развитии поверхностного смыва и образовании почвенного покрова. Горные породы, их стойкость в процессе выветривания и денудации порою являются решающими. При геологических исследованиях необходимо изучение не только подпочвенного слоя, но и состава и строения коренных пород на некоторой глубине.

Эрозия в сущности своей является геологическим процессом. Даже в начальной стадии—при поверхностном смыве определенную роль играют характер залегания, литологический состав, фильтрационные и другие свойства подпочвенных образований, коры выветривания и коренных пород.

С развитием эрозионных процессов особенно в стадии оврагообразования значение геологических факторов резко увеличивается и становится решающим.

Инженерно-геологическая характеристика слагающих территорию грунтов необходима для проектирования гидротехнических мероприятий, которые в горных условиях Армянской ССР в комплексе противоэрозионных мероприятий занимают значительное место.

Надо иметь в виду, что кроме эрозий, на территории нашей республики мы часто встречаемся с такими нежелательными, отрицательными явлениями как оползни, обвалы, осыпи, суффозия и т. д. Изучение этих явлений и борьба с ними должны составлять неотъемлемую часть комплексных противоэрозионных мероприятий. Приведем такой пример. В Молдавии добрая половина—16 тыс. га террасированных склонов была разрушена оползнями. При проектировании этих террас не были изучены и учтены инженерно-геологические условия их строительства. В результате народному хозяйству нанесен огромный ущерб, уже не говоря о том, что земли на этих склонах были безвозвратно потеряны.

Нами при исследовании бассейна р. Шагап на территории только одного хозяйства Зовашен были выявлены оползни общей площадью около 1000 га. Ясно, что на этих участках мероприятия по борьбе с эрозией одновременно должны быть также противооползневые.

Среди природных условий, влияющих на ход эрозионных процессов, важное место занимает рельеф местности. Действительно велика роль рельефа в развитии эрозионных процессов.

По словам В. В. Докучаева, «рельеф является вершителем судеб эрозионных процессов».

При исследовании рельефа с целью разработки комплексных противоэрозионных мероприятий кроме геоморфологической карты должны составляться карты экспозиции, крутизны, местных базисов эрозии, длины склона, формы профиля склона и горизонтальной расчлененности.

Из процессов, происходящих на поверхности земли, весьма важными являются процессы дефлюкции. Медленное сползание рыхлых продуктов на склонах является одним из основных типов движения масс. Дефлюкция поставляет продукты селевым потокам и размыву берегов.

Зачастую ошибочно весь твердый сток приписывается склоновому смыву, между тем значительная часть материалов размыва русловыми потоками поставляется дефлюкцией.

Для разработки комплексных противоэрозионных мероприятий, совершенно необходимы подробные данные климатических условий. Данные о солнечной радиации, температура почвы и воздуха, ее колебания, влажность воздуха и атмосферные осадки, ветер и др. компоненты климата дают основание для составления обоснованных рекомендаций по агротехнике, лугомелиорации, лесомелиорации.

Как известно, основной причиной эрозии являются атмосферные осадки. Однако количество осадков и их средняя интенсивность совершенно недостаточны для характеристики эрозии. Одно и то же количество осадков в различной комбинации максимальной интенсивности дождя дает совершенно различный склоновый сток.

Например, эксперименты искусственного дождевания в бассейне р. Шагап показывают, что огромное значение имеет место максимальной интенсивности в дожде. Опыты показали, что наиболее эрозионно опасны те дожди, у которых максимальная интенсивность наблюдается в конце, когда почва уже насыщена влагой, и инфильтрационные свойства ограничены.

То же количество осадков при одинаковой продолжительности дождя дает меньше стока, если максимальная интенсивность наблюдается в начале дождя, когда инфильтрационная способность почвы большая. Этот пример показывает, как важны тщательные, тонкие наблюдения каждого фактора, как важно всестороннее изучение всего комплекса факторов эрозии.

В комплексе противоэрозионных исследований весьма необходимы гидрологические наблюдения. К сожалению, у нас при почвенно-эрозионных исследованиях этому вопросу до сих пор не уделяется должного внимания. Отметим, что при количественном выражении почвенной эрозии гидрологические данные, в частности твердый сток рек, являются надежным контролирующим критерием.

Известно, что материалы склонового смыва либо поступают в реки, либо отлагаются в виде коррелятных отложений. Изучая твердый сток рек, можно определить годичный слой эрозии и сопоставить с количественными данными склонового смыва. Недочет гидрологических данных может привести к ошибкам в оценке годичного слоя почвенной эрозии, как это наблюдается у некоторых почвоведов, использующих только данные смыва на стоковых площадках, не учитывающих фактор добегаания и отложения делювия.

При изучении противоэрозионной устойчивости различных типов почв очень эффективные данные получаются при применении экспериментов искусственного дождевания. Среди компонентов географической среды в процессе эрозии важную роль играет растительный покров, поэтому геоботанические исследования должны занимать одно из основных мест в комплексе. Наши эксперименты в бассейне р. Шагап и др. районах

республики показывают, что в различных ландшафтных поясах с различным растительным покровом смыв совершенно различен. Опыты показывают, что при наличии сомкнутого травостоя местами дождь с осадками 20 мм в течение 20—25 минут стока не дает, между тем в полупустыне на склонах, лишенных растительности, такие дожди вызывают сели.

Среди факторов, способствующих развитию эрозии, все возрастающее значение приобретает воздействие человека на природу в процессе его хозяйственной деятельности. При комплексных исследованиях необходимо подробно анализировать и выявлять как положительные, так и отрицательные стороны этого воздействия.

Наконец, при изучении комплекса факторов эрозии необходимо учитывать вертикальную поясность природных явлений и период активного выветривания. С увеличением высоты местности продолжительность снежного периода возрастает. Под снежным покровом в мерзлой почве процесс выветривания почти консервируется длительное время. Таким образом с увеличением высоты местности период активного выветривания уменьшается, следовательно уменьшается и эрозия.

Исследования природного комплекса надо проводить на уточненных планах землепользований по отдельным хозяйствам, входящим в данный бассейн. На этой же основе следует составлять карту мероприятий.

Все эти исследования позволят составить:

- а. Карту эродированности, составленную на основании карты поверхностного смыва и овражной эрозии.
- б. Карту потенциальной возможности возникновения эрозии и количественной характеристики современных темпов эрозии.

Перечисленные материалы являются основой для разработки комплекса противоэрозионных мероприятий.

Несколько слов о карте потенциальной возможности проявления эрозии. Этот документ является настолько нужным, что в настоящее время многими специалистами считается наиболее важным и основополагающим для проектирования комплекса противоэрозионных мероприятий. Такая карта дает возможность разработать мероприятия, предупреждающие проявление эрозии на всей площади, где возможно возникновение эрозионных процессов. По нашему мнению, впредь при исследовании природных условий с целью комплексного проектирования этому вопросу должны уделить должное внимание, так как до сих пор в нашей республике, можно сказать, им совершенно не занимались.

Выше отметили, что вопросы охраны почвы неразрывно связаны с общей проблемой охраны всей природы и рационального использования земельного фонда и водных ресурсов. Действительно, лесомелиоративные работы и создание виноградников на террасах в условиях Армянской ССР невозможно осуществлять без решения проблемы их орошения. В любом районе или водосборном бассейне указанные мероприятия будут составлять значительную часть комплекса. Следовательно, в любом случае предлагаемые комплексом противоэрозионные мероприятия

должны быть обеспечены оросительной водой, иначе составленная схема будет малоэффективной.

На основании сказанного, в наших условиях при комплексной разработке мероприятий особое внимание должны уделить вопросу рационального использования всех водных ресурсов данного района или водосборного бассейна. Для этого в комплексе должны быть конкретные и обоснованные предложения по возможно максимальному использованию атмосферных осадков путем увеличения и сохранения почвенной влаги различными приемами, а также накопления всего свободного стока в водохранилищах для орошения.

Там, где эти меры будут недостаточными, надо изучить и по возможности максимально использовать запасы подземных и подрусовых вод.

Для решения проблемы оросительной воды в любом бассейне необходимо проводить соответствующие гидрологические и гидрогеологические исследования. До составления комплексных мероприятий сначала необходимо окончательно выяснить объем оросительной воды, который можем получить из разных источников в данном бассейне и только после этого приступить к составлению комплекса в строгом соответствии с возможностями орошения.

В заключение отметим, что на пути комплексного исследования территории и для проектирования комплексных противоэрозионных мероприятий некоторые серьезные шаги сделаны в проектном институте «Армгипрозем» МСХ Арм. ССР. Нам кажется, что исследования в бассейне р. Шагал можно отнести к образцовым комплексным изучением, где каждому компоненту ландшафта уделено особое внимание. Весьма необходимо в таком плане и впредь продолжать исследования по отдельным наиболее эрозионно-опасным бассейнам и проектировать комплексные противоэрозионные мероприятия.

Ереванский государственный университет,

Институт «Армгипрозем»

МСХ АрмССР

Поступила 14.VI.1973.

Հ. Կ. ԳԱՔՐԻՆԵԼՅԱՆ, Յու. Լ. ԿՈՍՏԱՆՅԱՆ

ԲՆԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԱՄԱԼԻՐԱՅԻՆ  
ՀԱԿԱԼԻՐՈՋԻՈՆ ՄԻՋՈՑԱՌՈՒՄՆԵՐ ՄՇԱԿԵԼԻՍ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ժամանակակից էտապում հակաէրոզիոն միջոցառումների մշակման առանձնահատկությունը նրա համալիրային բնույթի մեջ է: Այդ համալիրի մեջ են մտնում՝ կազմակերպչական-տնտեսական, ագրոտեխնիկական, հիդրոտեխնիկական, անտառմեխիորատիվ և մարգագետնամեխիորատիվ միջոցառումները: Համալիրի կիրառումը պետք է ապահովի ամբողջ բնության պահպանությունը: Հակաէրոզիոն միջոցառումների մշակման էֆեկտիվությունը մեծապես կախված է էրոզիայի և նրա ազդակների համակողմանի ուսում-

նասիրությունից: Անհրաժեշտ է մանրամասն ուսումնասիրել տեղանքի երկրաբանական կառուցվածքը, լիթոլոգիան, ռելիեֆը, ջրերը, հողը, բուսականությունը, մարդու աշխատանքային գործունեության ազդեցությունը էրոզիայի վրա:

Հակաէրոզիոն միջոցառումների կիրառումը պետք է կատարվի առանձին ավազաններում, աստիճանաբար ընդգրկելով հանրապետության ամբողջ տարածքը:

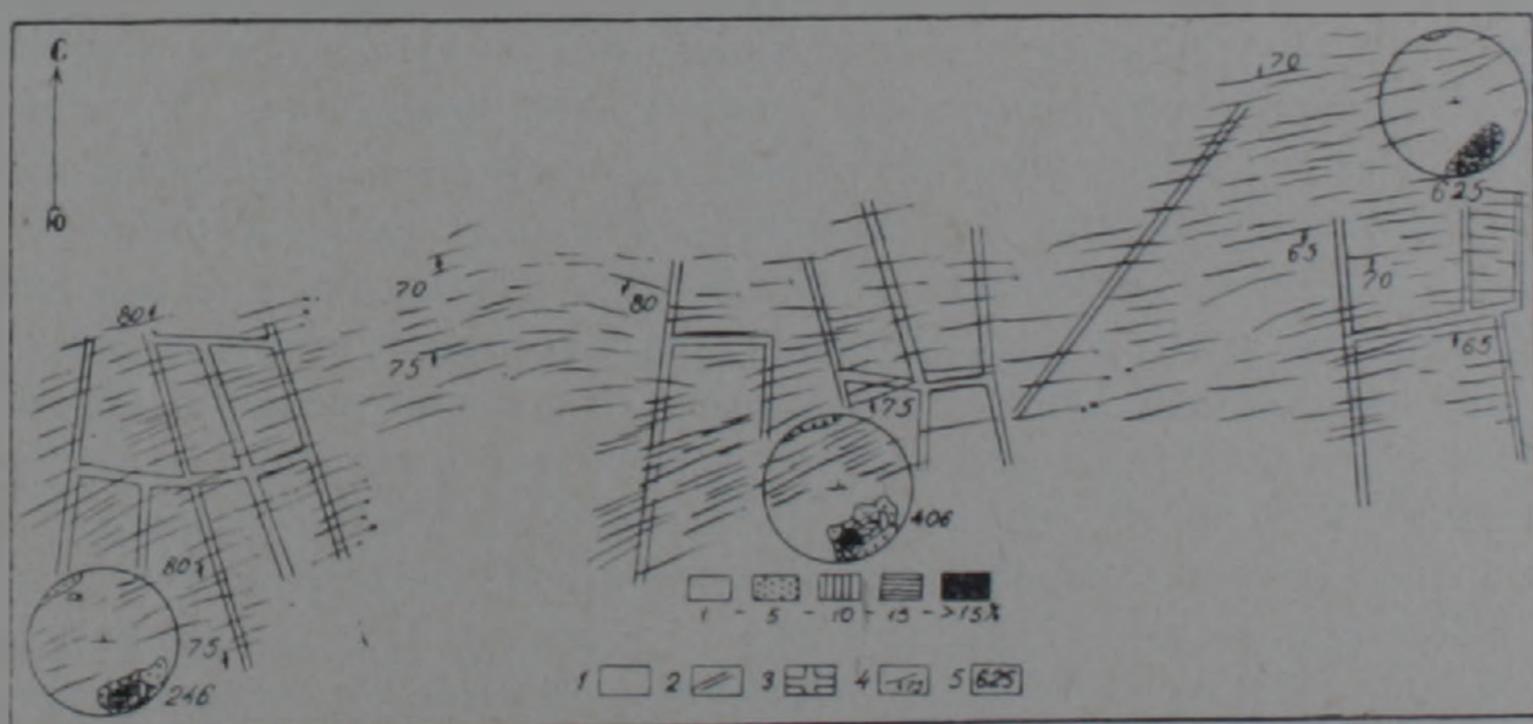
## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Գաբրիելյան Գ. Կ. Инфильтрация и ливневой склоновый сток на территории Армянской ССР. Сб. «Селевые потоки и горные русловые процессы». Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1968.
2. Заславский М. Н. Об учете факторов, определяющих потенциальную опасность проявления эрозии. Вопросы методики почвенно-эрозионного картирования. М., 1972.
3. Կոստանյան Յ. Լ. Особенности составления схемы противоэрозионных мероприятий отдельных бассейнов в условиях Армянской ССР. Материалы межреспубликанской конференции по землеустройству. «Айастан», Ереван, 1972.
4. Соболев С. С. Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними, т. 1, 2, Изд-во АН СССР. М.—Л., 1948, 1960.

Ф. Г. ШАМЦЯН, Ф. Е. ЗИЛЬМАН

### ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРУДЕНЕНИЯ ЗОЛОТА НА ОДНОМ ИЗ УЧАСТКОВ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

На одном из золоторудных месторождений Малого Кавказа, отличающимся большим разнообразием рудовмещающих пород и морфологических типов рудных тел, кроме кварцевых жил и минерализованных золотоносных зон, значительный интерес представляют также прожилковый и прожилково-вкрапленный типы оруденения, которые располагаются в основном среди габбро. Зоны прожилкового и прожилково-вкрапленного оруденения представлены кварц-карбонатными и кварц-сульфидными (золотоносными) прожилками. Характеризуемые зоны слагают южный фланг месторождения. Распределение оруденения в них контролируется в основном внутренней структурой габброидного массива (фиг. 1), в отличие от других зон месторождения, где оруденение золота контролируется тектоническими нарушениями или дайками.



Фиг. 1. Схема трещиноватости габброидного массива. 1. Габбро. 2. Карбонатные и кварц-карбонатные золотоносные прожилки. 3. Горные выработки. 4. Элементы залегания. 5. Количество замеров.

Золотоносные зоны габброидного массива выделяются условно в зависимости от результатов опробования. Морфологические особенности строения рудных тел габброидного массива рассмотрены рядом исследователей [4]. Необходимо отметить, что золотоносные зоны южного фланга месторождения отличаются не только морфологическими особенностями и пространственным положением, но и минеральным составом. Для них, в отличие от других золотоносных зон месторождения, характерно

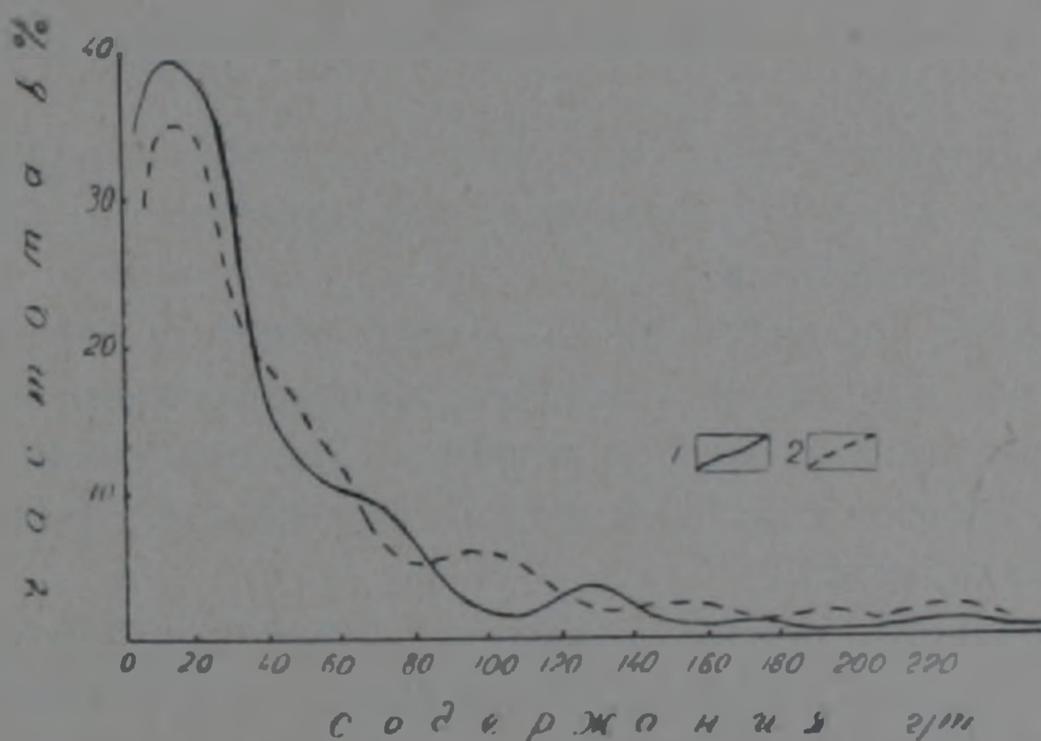
весьма малое количество сульфидов (не более 1—2%). По классификации Н. В. Петровской [6], они могут быть отнесены к золото-кварцевым рудам с малым содержанием сульфидов. На месторождении выделено шесть стадий минерализации, из них три—золотоносные [1]. Однако, отмечается, что кроме этих стадий, золото, возможно, отлагалось и в антимонитовую стадию [3]. Несмотря на отрицательные результаты макроскопических и микроскопических наблюдений, золото устанавливается в минералах этой стадии пробирными анализами. Выделение этих стадий произведено (как и в большинстве подобных исследований) на основе изучения взаимоотношений минералов при микро- и макроскопических наблюдениях, хотя в последнем случае самородное золото или минералы золота отмечаются весьма редко. Количество образцов для изготовления аншлифов обычно не превышает нескольких десятков, а площадь самих аншлифов весьма ограничена. При отборе образцов и изучении аншлифов имеют место факты субъективизма. Из нескольких десятков (или, в лучшем случае, двух-трех сотен аншлифов) самородное золото или минералы золота констатируются в отдельных шлифах, а минералы серебра вообще отмечаются редко. Поэтому не случайно, что при изучении одного и того же участка месторождения разные исследователи выделяют разное количество стадий минерализации. Выделение стадий минерализации на основе только макро- и микроскопических наблюдений нам кажется несколько однобоким. Для более обоснованного решения этого вопроса необходима, как нам представляется, тщательная обработка результатов исследований путем применения математической статистики.

Каждое месторождение, или участок месторождения, характеризуется обычно сотнями или тысячами (а иногда и десятками тысяч) проб. Результаты опробования используются в основном при подсчете запасов и для выяснения характера распределения оруденения с целью дальнейшей разведки. В последнем случае обычно результаты опробования в зоне окисления и в зоне сульфидных руд рассматриваются вместе в одной выборке. Изучая характер распределения оруденения, многие исследователи [7, 8, 10] отмечают, что наличие двух или большего числа вершин на кривой распределения металла в руде свидетельствует о двух или большем числе генетических фаз (или стадий рудоотложения). Поэтому при выделении стадий рудообразования было бы правильным использовать вместе с результатами макро- и микроскопических исследований также графики распределения, числовые характеристики, корреляционную связь и прочие параметры. При подобных исследованиях на месторождениях некоторых металлов и в частности золота необходимо «отделить» зону окисления, так как в ней происходит уже перераспределение золота и серебра. Однако раздельное изучение зоны окисления и зоны сульфидных руд может дать интересные данные о поведении золота и серебра на отдельных участках месторождения. Сопоставляя результаты, полученные при математической обработке результатов опробования золотоносного участка, с данными микроскопических исследований образцов с того же участка, можно более обоснованно представить

стадии минерализации отдельных участков. При сопоставлении отдельных участков вырисовывается схема минерализации в целом на месторождении. Если при этом результаты микроскопических исследований и материалы математической обработки совпадают, то в этом случае можно с большей уверенностью говорить о выделенных стадиях минерализации.

При изучении одного из золото-сульфидных месторождений, подобные сопоставления показали хорошую сходимость [9]. При изучении характера оруденения золота и серебра на выбранном участке использованы результаты анализов бороздовых проб одного и того же размера, отобранных одним и тем же методом.

Кривые распределения золота и серебра (фиг. 2) имеют одновершинный характер. Это свидетельствует о том, что оруденение в габброидном массиве связано с одной стадией минерализации — кварц-карбонат сульфидной [2].



Фиг. 2. Кривые распределения золота и серебра на одном из участков золоторудного месторождения. 1 Золото. 2. Серебро.

Числовые характеристики распределения оруденения золота и серебра (табл. 1) также свидетельствуют об этом.

Таблица 1

Числовые характеристики распределения оруденения золота и серебра

	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$E$	$A$	$r$	Au:Ag
Золото	44	4,8	109	2,7	2,02	0,68	0,95
Серебро	46	5,0	108,7	4,2	1,8		

Примечание: средние содержания ( $\bar{x}$ ) приведены в условных единицах,  $\sigma$  — стандарт,  $v$  — коэффициент вариации,  $r$  — коэффициент корреляции,  $A$  — асимметрия,  $E$  — эксцесс.

Отношение золота к серебру в рудах габброидного массива равно примерно 0,95. Однако, на других участках месторождения это соотношение, вероятно, будет другим.

Другим важным моментом при изучении генезиса месторождения и стадий минерализации является возможность установления меры корреляционной связи. В нашем случае объектами связи являются однородные признаки—минералы золота и серебра. Однако, как известно, корреляционная связь может существовать между разнородными признаками (например, содержаниями полезного компонента в зависимости от глубины, мощности и т. п.). При изучении характера распределения оруденения в целях выделения стадий минерализации интерес представляет именно первый вид связи. Изучение этой связи нами производилось на материале опробования сульфидных руд, так как в зоне окисления золото и серебро ведут себя по-разному и связь эта в значительной мере нарушена. Полученная величина корреляционной связи значительна и вместе с тем связь прямая. Среднее квадратическое отклонение вычисленного значения коэффициента корреляции определялось по формуле

$$\sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}}. \text{ В нашем случае } \sigma_r = \frac{1-0,46}{\sqrt{172}} = 0,04.$$

Условием надежности связи (по Романовскому) является формула  $> 3\sigma_r$ . Так как  $0,68 > 0,12$ , то можно подчеркнуть, что корреляционная связь прочная и надежная.

Проведенные исследования позволяют отметить следующее: результаты обработки материалов методом математической статистики подтверждают результаты минералогических исследований о наличии в габброидном массиве золоторудного месторождения одной золотоносной стадии минерализации.

На исследуемом участке между содержаниями золота и серебра в зоне сульфидных руд имеется прочная прямая корреляционная связь.

Соотношение золота к серебру на данном участке месторождения характеризуется определенной величиной, которая отличается от соотношения золота к серебру в целом по месторождению.

Армнипроцветмет

Поступила 7.VI.1973.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Амирян Ш. О. О вещественном составе руд одного из золоторудных месторождений. Известия АН Арм. ССР, серия геологич. и геогр., № 3—4, 1960.
2. Амирян Ш. О. Некоторые черты металлогении золота и золотоносные ассоциации минералов в Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1968.
3. Амирян Ш. О. Золоторудные формации. В кн. «Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР». Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1972.
4. Арутюнян Т. М., Давтян А. А., Батикян Б. Т. К структурно-морфологическим особенностям прожилковых зон габбрового массива Зодского месторождения. Сб. Научн. трудов Армнипроцветмета, вып. 2, 1973.
5. Магакьян И. Г., Амирян Ш. О. Золото. В кн. «Геология Арм. ССР», т. VI, Изд-во АН Арм. ССР, 1967.
6. Петровская Н. В. К вопросу о принципах минералогической классификации типов первичных золотых руд. Тр. НИГРИ, Золото, вып. 20, 1955.

7. Соломон-Дайменд. Мир вероятностей. Статистика. М., 1970
8. Шаманский Л. И. Математическая обработка разведочных материалов ГОНТИ НКГП СССР, 1936.
- 9 Шамцян Ф. Г., Руднева А. Д. О характере распределения оруденения меди и золота на Тандзутском месторождении серного колчедана. Уч. записки Ер. ГУ, № 2, 1973.
- 10 Шарапов И. П. Применение математической статистики в геологии. «Недра», М., 1971.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 549.623.5

Р. Г. МХИТАРЯН, Э. М. НАЛБАНДЯН

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ПАРАМЕТРА  $b$  СЕРИЦИТОВ И ХЛОРИТОВ  
В ОКОЛУРУДНЫХ ИЗМЕНЕННЫХ ПОРОДАХ  
ШАМЛУГСКОГО МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ

При изучении гидротермальных изменений пород Шамлугского медноколчеданного месторождения было обращено внимание на вариации среднего показателя преломления ( $N_m$ ) хлоритов. Эти хлориты, распространенные в предрудно-околорудных измененных породах, относятся к магнезиально-железистым разностям (рипидолит), в отличие от хлоритов дорудной стадии метасоматоза, где они представлены магнезиальными разностями (в основном пеннин).

Определения  $N_m$  хлоритов показали закономерное понижение его по мере приближения к медноколчеданной жиле, обусловленное изменением содержания железа в изучаемых хлоритах [1]. Вблизи рудных жил 5, 10, 11, 12  $N_m$  хлоритов равен 1,600—1,603, в то время как на удаленных участках доходит до 1,612.

Дальнейшие более детальные определения позволили, в ряде случаев в непосредственном контакте с рудным телом, в тех же разрезах обнаружить обратную вариацию, когда с приближением к рудным жилам показатель  $N_m$  хлоритов повышается (у контакта с рудой  $N_m$  хлорита = 1,614, на некотором удалении от руды  $N_m$  = 1,611 и далее повторяется вариация  $N_m$  хлоритов, описанная выше).

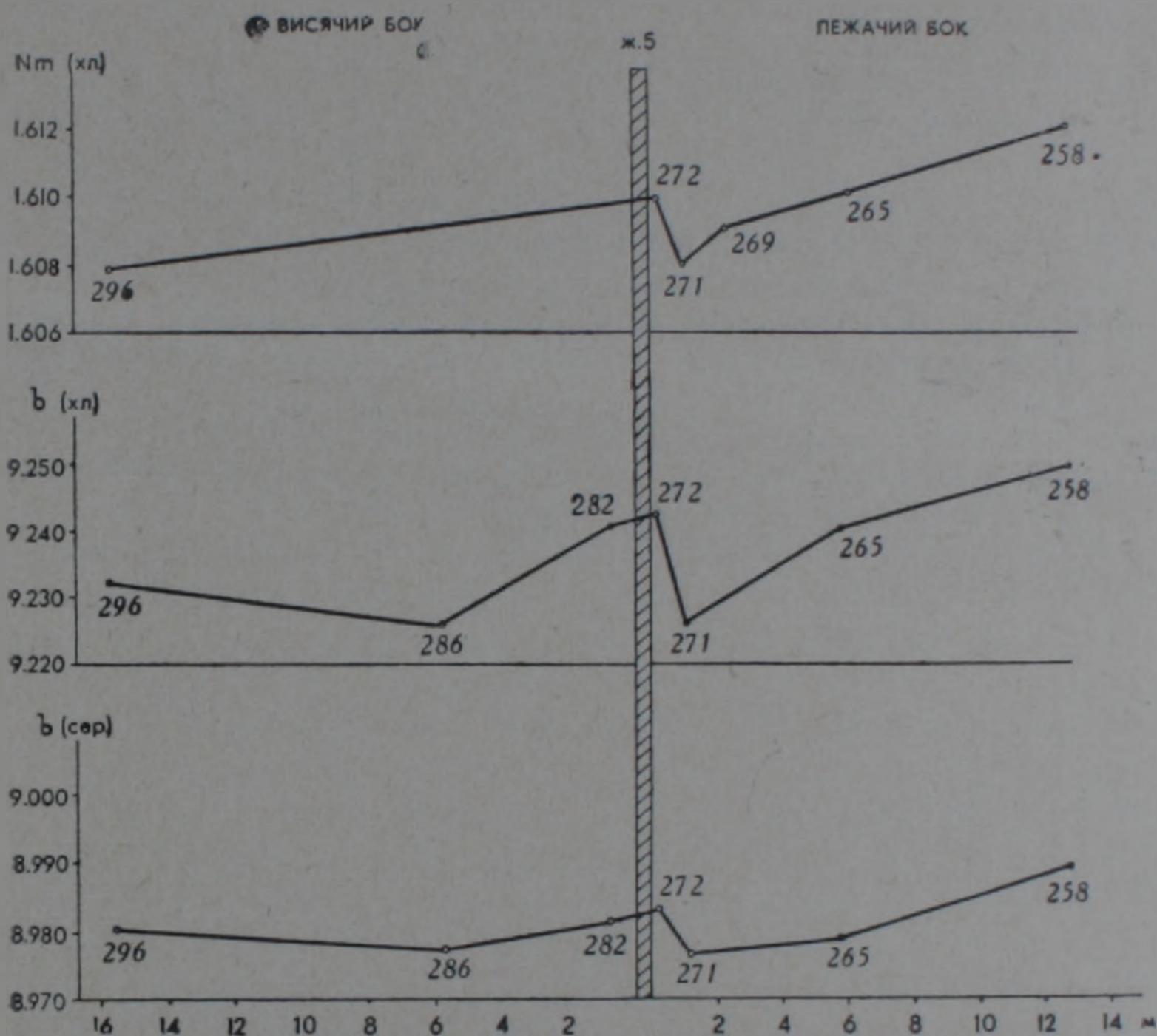
Последняя закономерность наблюдалась В. П. Логиновым и В. Л. Русиновым на некоторых колчеданных месторождениях Урала и объяснялась ими диффузией железа со стороны образующихся залежей сульфидов или зон богатой сульфидной вкрапленности.

Подобная вариация  $N_m$  хлоритов, наряду с другими признаками, позволила среди гидротермально измененных пород Шамлугского месторождения выделить предрудные пропилиты, имеющие площадное распространение и генетически связанные с оруденением, и околорудные хлоритизацию, серицитизацию и окварцевание, образование которых непосредственно связано с моментом осаждения рудных компонентов.

При электронографическом определении политипных модификаций и структурных особенностей серицитов Шамлугского месторождения нами было обращено внимание на вариацию параметра  $b$  серицитов и присутствующих в них в виде примесей хлоритов, также указывающих, как известно, на содержание железа в структуре этих минералов [2, 3].

Проведенные электронографические определения параметра  $b$  хлоритов и серицитов показали его закономерные вариации, повторяющие ту же картину, что и выявленные при замерах  $N_m$  хлоритов. Так, напри-

мер, на горизонте—140 м в районе жилы 5 (фиг. 1), наблюдаются повышенные значения параметра  $b$  хлорита и серицита вблизи рудного тела, что указывает на наличие в непосредственном контакте с рудной жилой околорудного хлорита и серицита с высоким содержанием в них железа. При удалении от жилы на расстояние от 1 до 10 м наблюдается



Фиг. 1. Изменение  $N_t$  хлоритов и параметра  $b$  серицитов и хлоритов по мере удаления от рудного тела.

уменьшение параметра  $b$  с последующим его повышением при переходе в изменения прерудной стадии метасоматоза. Подобная закономерность наблюдается и вдоль жилы 5 на верхних горизонтах, а также вдоль жил 10, 11, 12 и др. Лишь в редких случаях закономерные изменения параметра  $b$  в хлоритах и серицитах дают отклонения, однако они носят весьма частный характер и в основном наблюдается хорошая сходимость вариаций  $N_t$  хлоритов и параметра  $b$  в хлоритах и серицитах.

В тех случаях, когда в гидротермально измененных породах отсутствует один из приведенных выше минералов, общую картину изменений содержания железа можно наблюдать по другому присутствующему минералу.

Выявленная закономерность в вариации показателя преломления  $N_m$  хлоритов и параметра  $b$  хлоритов и серицитов указывает на то, что в ранней стадии гидротермального процесса происходит диффузия железа из вмещающих пород в направлении к трещинам, по которым продвигались гидротермальные растворы, в дальнейшем, при осаждении рудных компонентов в этих трещинах, происходит обратная диффузия железа от рудных залежей сульфидов в околорудные гидротермально измененные породы.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 12.XII.1973.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ачикгезян С. О., Налбандян Э. М. К вариации среднего показателя преломления ( $N_m$ ) хлоритов на некоторых колчеданных месторождениях Северной Армении. ДАН Арм. ССР, т. 46, № 5, 1968.
2. Hei M. H. A new review of the chlorites. *Miner. Mag.* 30, 277, 1954.
3. Shirozu H. X-ray powder patterns and cell dimensions of some chlorites in Japan. *Miner. Journ. Japan*, 2, 209, 1958.

УДК 550.4

Э. А. КЮРЕГЯН, Р. А. БУРНУТЯН

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЫТЯЖЕК ИЗ РАСТЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ ПРИ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКАХ

Изучение сока растений представляет собой интересную проблему, которая позволяет нам судить о процессах накопления, концентрации того или иного элемента в растениях, и практически применять эти данные при биогеохимических поисках месторождений полезных ископаемых.

О методике получения сока непосредственно в полевых условиях из свежих растений нами сделано сообщение [1].

В данной статье предлагается способ получения вытяжек из сухих растений. В полевой сезон 1972 г. свежие растения, отобранные в период цветения и высушенные на воздухе, были доставлены в гидрохимическую лабораторию Института геологических наук АН Арм. ССР. После взвешивания растения тщательно промывались, помещались в стаканы и заливались дистиллированной водой определенного объема. Их оставляли стоять два дня, при переменном помешивании, для того, чтобы растение полностью отмокло. В течение этих дней несколько раз в раствор вдувался воздух резиновой грушей. Из уже хорошо отмоченного и набухшего растения соковыжималкой отжимается вытяжка и смешивается с оставшимся объемом воды, в котором отмачивалось растение. В полученном таким образом растворе вытяжки ведется определение элементов. Исследованные нами растения были отобраны в Разданском районе, с Меградзорского золоторудного месторождения и в Мегринском районе (сс. Личк и Гудемнис).

Меградзорское золоторудное месторождение. С точек мест отбора растений были отобраны и пробы почв, из которых готовились обычные водные вытяжки, с соотношением Т:Ж = 1:5. В вытяжках из растений и в водных вытяжках из почв определялись: золото, серебро, медь, цинк, молибден, железо и титан.

Разрушение окраски вытяжек растений и растворов водных вытяжек из почв велось ранее описанным способом [1].

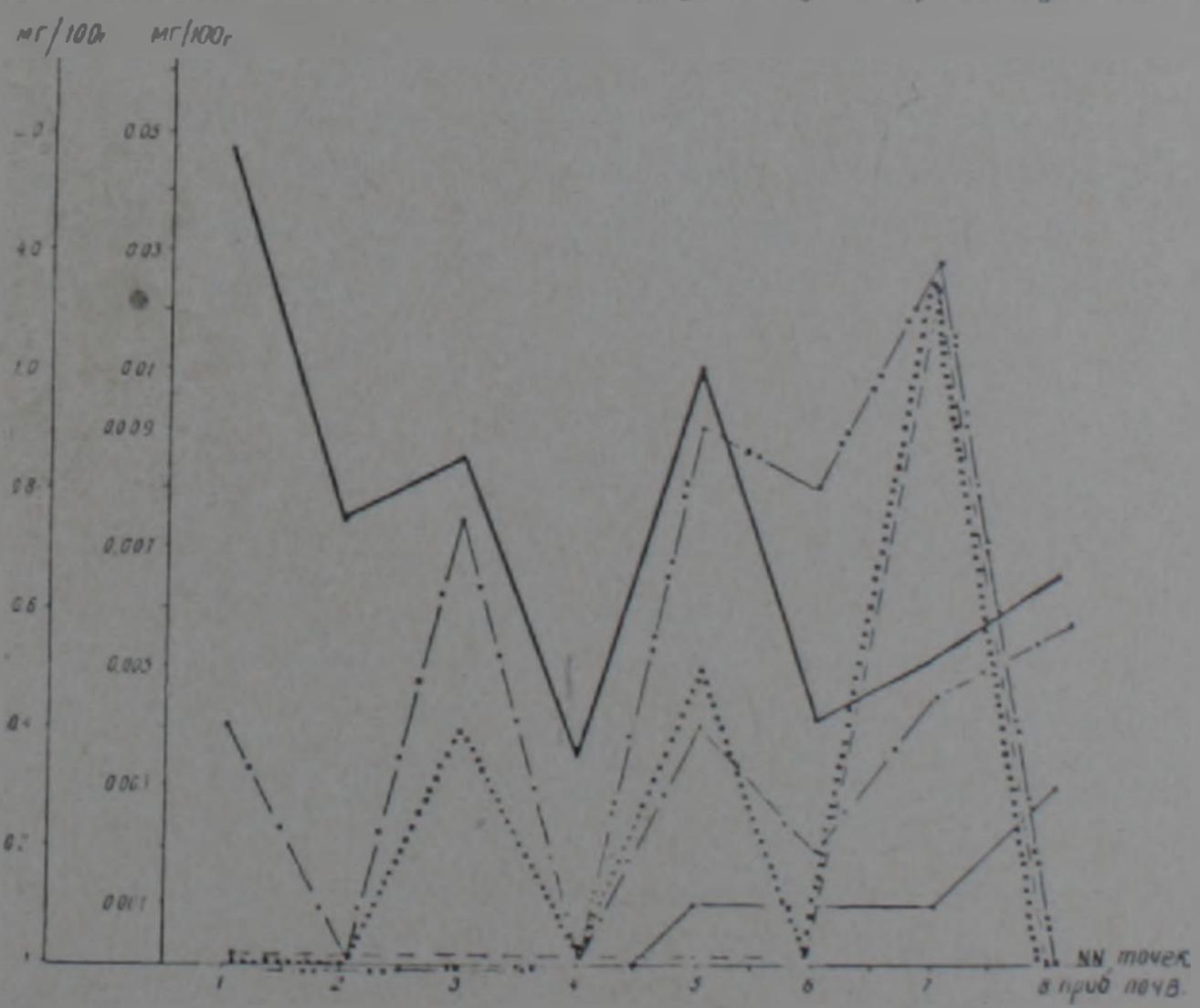
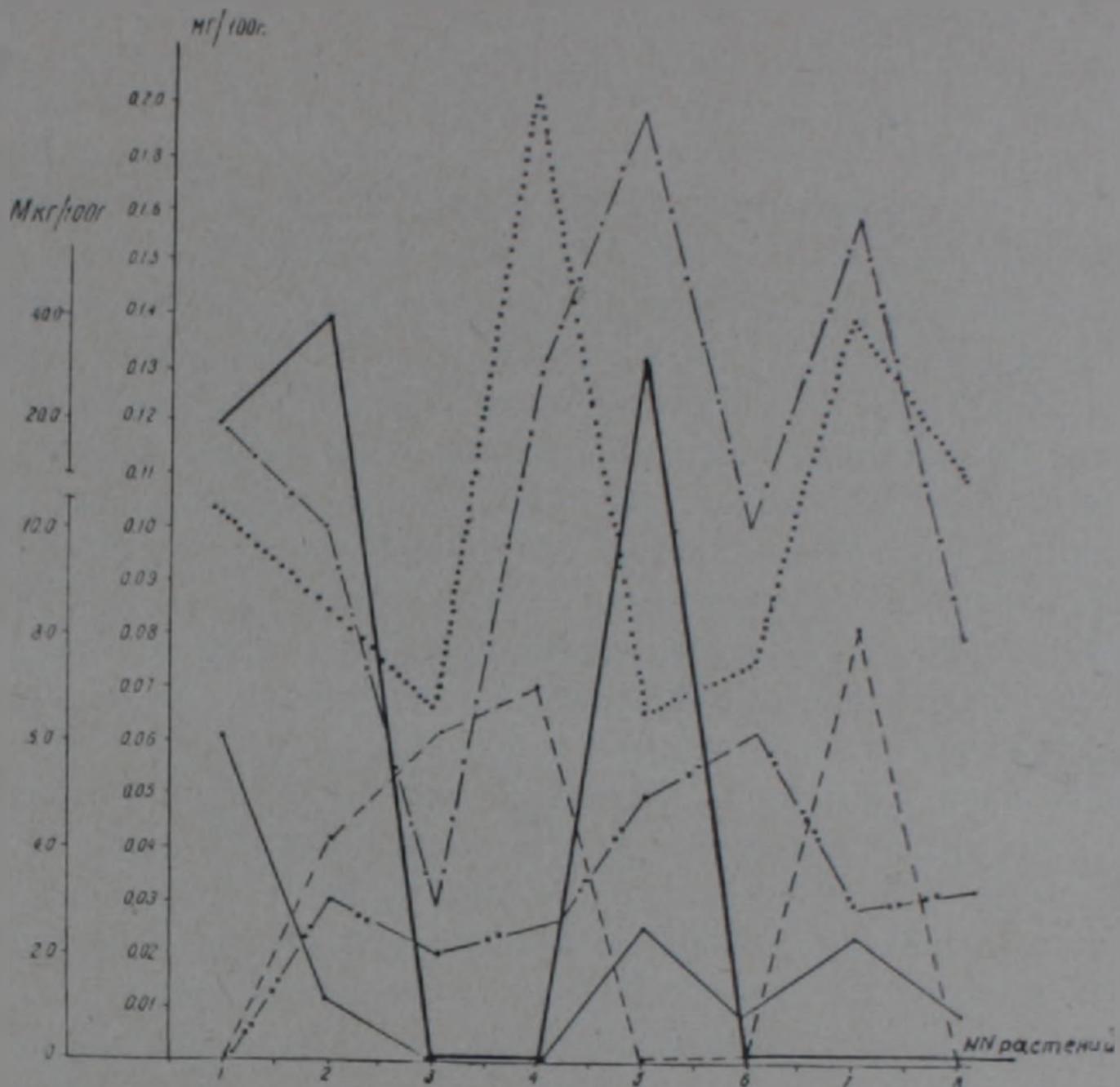
Определение золота велось методом адсорбции из кислого раствора активированным углем. Серебро, медь, цинк определялись дитизионовым методом; молибден—роданидным, железо и титан—колориметрическими методами [2].

Полученные данные сведены в табл. 1, по этим же данным построена фиг. 1.

Таблица 1

Содержание различных элементов в вытяжках из различных растений и в водных вытяжках из почв, отобранных с Меградзорского месторождения

Название растений	Ag <sup>+</sup>	MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sub>общ.</sub>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ti <sup>4+</sup>	Au <sup>3+</sup>	№ точек	Ag <sup>+</sup>	MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fe <sub>общ.</sub>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ti <sup>4+</sup>	Au <sup>3+</sup>
	в миллиграммах/100 г сухих растений						мкг/100 г сух. раст.		в миллиграммах/100 г почвы						мкг/100 г почвы
Лядвенец топяной <i>Lotus uliginosus</i> sp.	0,060	Н	0,120	Н	0,100	Н	20,00	1	Н	Н	0,400	Н	Н	Н	5,60
Бессмертник складчатый <i>Helichrysum plicatum</i>	0,012	0,010	0,100	0,031	0,085	Н	40,00	2	Н	Н	Н	Н	Н	Н	0,75
Люцерна полужакручен- ная <i>Medicago hemicycla</i>	Н	0,060	0,030	0,021	0,066	Н	Н	3	Н	Н	0,075	Н	0,004	Н	0,85
Пшеница армянская <i>Triticum armeniacum</i>	Н	0,070	0,130	0,025	0,200	Н	Н	4	Н	Н	Н	Н	Н	Н	0,35
Тимьян - <i>Mh. caucasicus</i>	0,026	Н	0,200	0,050	0,066	Н	33,05	5	0,001	Н	0,040	0,009	0,005	Н	1,00
Морковник Бессера <i>Silaum Besseri</i>	0,007	Н	0,100	0,062	0,075	Н	Н	6	0,001	Н	0,200	0,008	Н	Н	0,40
Щавель воробьиный (щавелек) <i>Rumex acetosella</i>	0,024	0,080	0,170	0,030	0,140	Н	Н	7	0,001	0,02	0,450	0,027	0,020	Н	0,50
Синеголовник примор- ский <i>Eryngium maritimum</i>	0,011	Н	0,080	0,033	0,110	Н	Н	8	0,003	Н	0,550	Н	Н	Н	0,65



— Ag — Mo — Fe — Au — Cu ..... Zn

Фиг. 1. Содержание отдельных элементов в вытяжках из растений и в водных вытяжках Меградзорского месторождения. 1. Лядвенец. 2. Бессмертник. 3. Люцерна. 4. Пшеница яровая 5. Тимьян. 6. Морковник. 7. Щавель. 8. Синеголовка

Как показывают данные, содержание элементов в вытяжках из растений таково: серебро—наибольшее содержание его падает на лядвенец; затем оно накапливается в тимьяне, щавеле; полностью оно отсутствует в люцерне и яровой пшенице; молибден не обнаружен в лядвенце, тимьяне, морковнике и синеголовке; наибольшее количество его наблюдается в щавеле и яровой пшенице; железо обнаружено во всех растениях, причем больше всего оно извлекается тимьяном и щавелем, меньше—люцерной; золото в наибольшем количестве накапливается в бессмертнике, тимьяне и лядвенце, полностью отсутствует в остальных растениях; медь больше всего обнаружена в морковнике и тимьяне, и в сравнительно меньшем количестве в бессмертнике, синеголовке и щавеле, отсутствует в лядвенце; цинк обнаружен так же, как и железо во всех растениях; титан отсутствует во всех пробах.

В водных вытяжках, приготовленных из почв, отобранных с точек, соответствующих точкам отбора растений, определены те же элементы, что и в вытяжках из растений (табл. и фиг. 1).

Анализируя эти данные, мы видим, что: серебро отсутствует в 4-х точках, которые соответствуют месту произрастания лядвенца, бессмертника, люцерны и яровой пшеницы, и обнаружено в наибольшем количестве в синеголовке; молибден обнаружен только в точке 7—месте произрастания щавеля; железо—наибольшее количество в точках 8, 7, 1 и 6, что соответствует произрастанию синеголовки, щавеля, лядвенца и морковника; золото обнаружено во всех пробах; медь—наибольшее количество обнаружено в точке 7—здесь произрастает щавель, а также в точках 5 и 6, где также произрастают тимьян и морковник, в остальных точках медь отсутствует, цинк—наибольшее количество обнаружено в точке 7—месте произрастания щавеля, незначительное количество—в точках 3 и 5 (произрастают люцерна и тимьян); в остальных точках цинк отсутствует.

Таблица 2

Содержание различных элементов в вытяжках из растений, отобранных в Мегринском районе, с. Личк

Элементы	Названия растений							
	Можжевельник Juniperus (Cupr.)	Шлемник Акулька Scutellaria (Lab.)	Фиалка белая Viola alba	Пушкиния Puschkinia (Lil.)	Мать и мачеха Tussilago (Comp)	Камыш Scirpus (Cyper)	Молочай Euphorbia (Euph)	Держидерево Paliurus (Rhamn)
В миллиграммах на 100 г сухого растения								
Ag <sup>+</sup>	Не обн.	0,032	0,018	Не обн.	0,020	Не обн.	Не обн.	0,016
MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,200	0,330	0,390	0,470	0,260	0,200	Не обн.	Не обн.
Fe <sub>общ.</sub>	0,240	0,590	0,610	3,750	1,370	0,320	1,800	0,850
Au <sup>3+</sup>	Не обн.	0,018	0,038	0,103	0,055	0,004	0,094	0,003

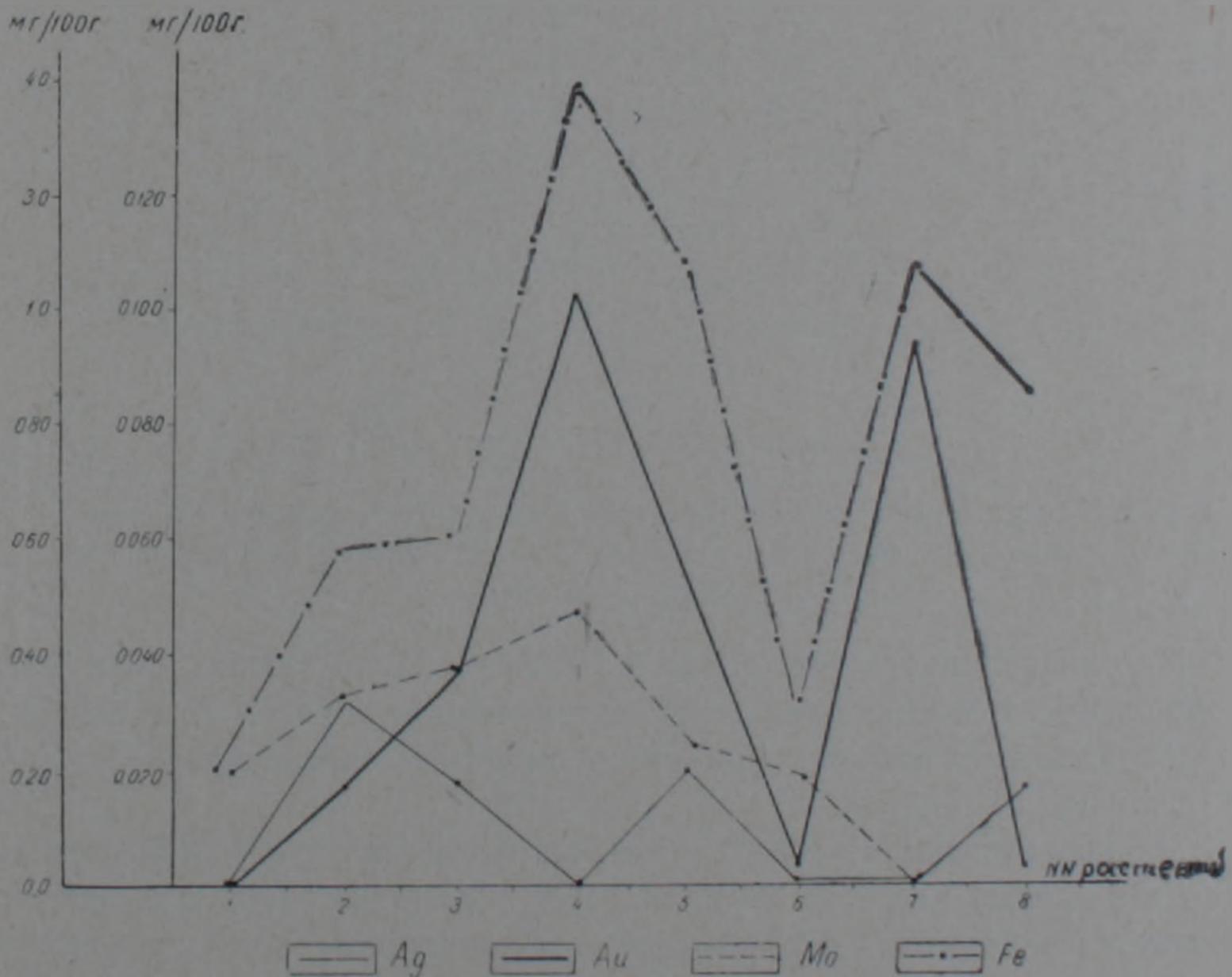
Таблица 3

Содержание различных элементов в вытяжках из растений, отобранных в Мегринском районе, с. Гудемнис

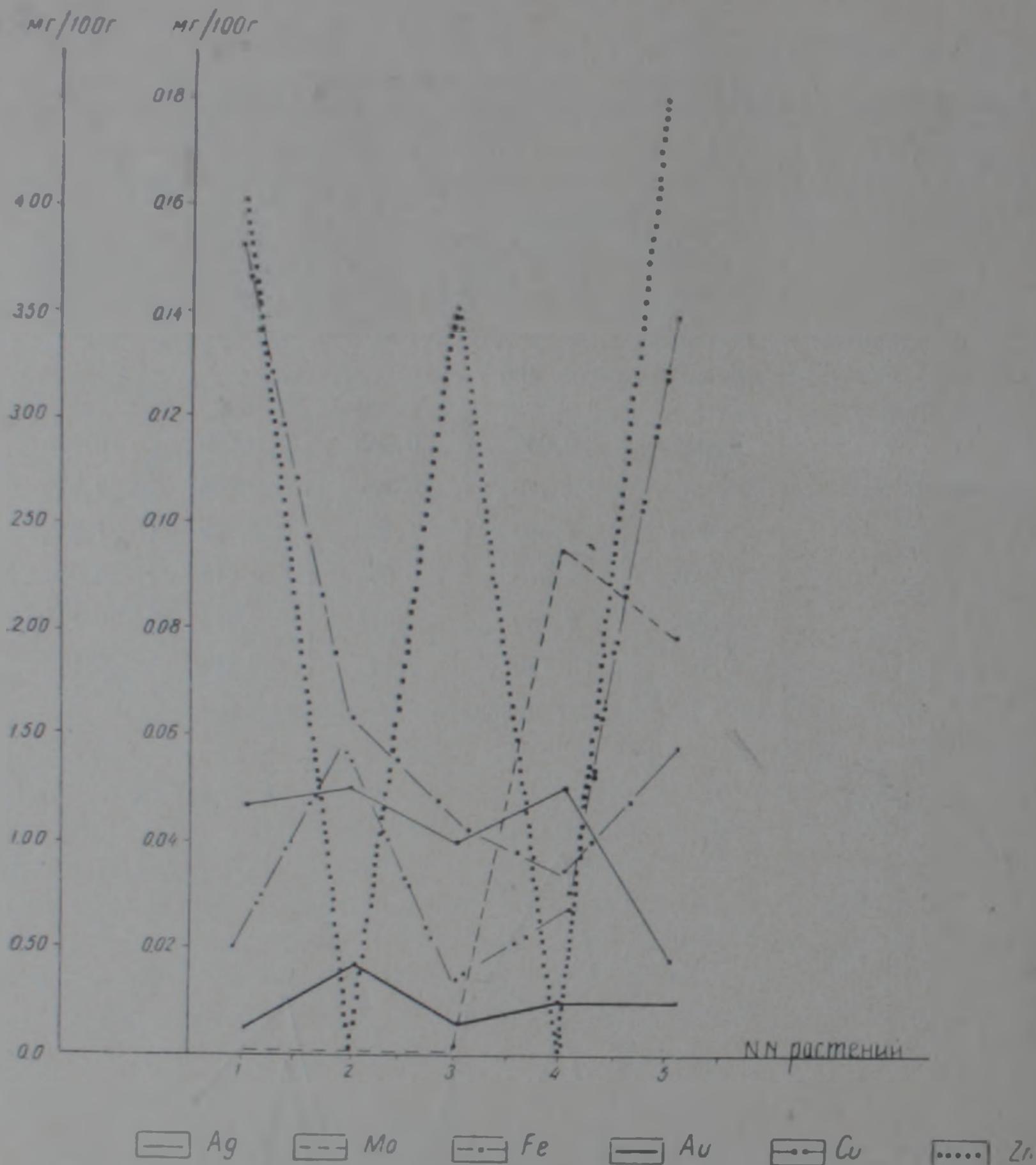
Элементы	Названия растений				
	Дуб Quercus (Fag)	Ромашка- поповник Pyrethrum (Comp)	Грецкий орех Juglans (Jugl)	Хвощ полевой Equisetum (Equiset)	Щавель Rumex (Polyg)

В миллиграммах на 100 г сухого растения

Ag <sup>+</sup>	0,047	0,050	0,040	0,050	0,020
MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Не обн.	Не обн.	Не обн.	0,095	0,076
Fe <sub>общ.</sub>	3,750	1,660	1,200	0,750	1,330
Au <sup>3+</sup>	0,005	0,016	0,006	0,010	0,010
Cu <sup>2+</sup>	0,022	0,060	0,016	0,017	0,133
Zn <sup>2+</sup>	0,160	Не обн.	0,140	Не обн.	0,180
Ti <sup>4+</sup>	Не обнаружен во всех пробах				



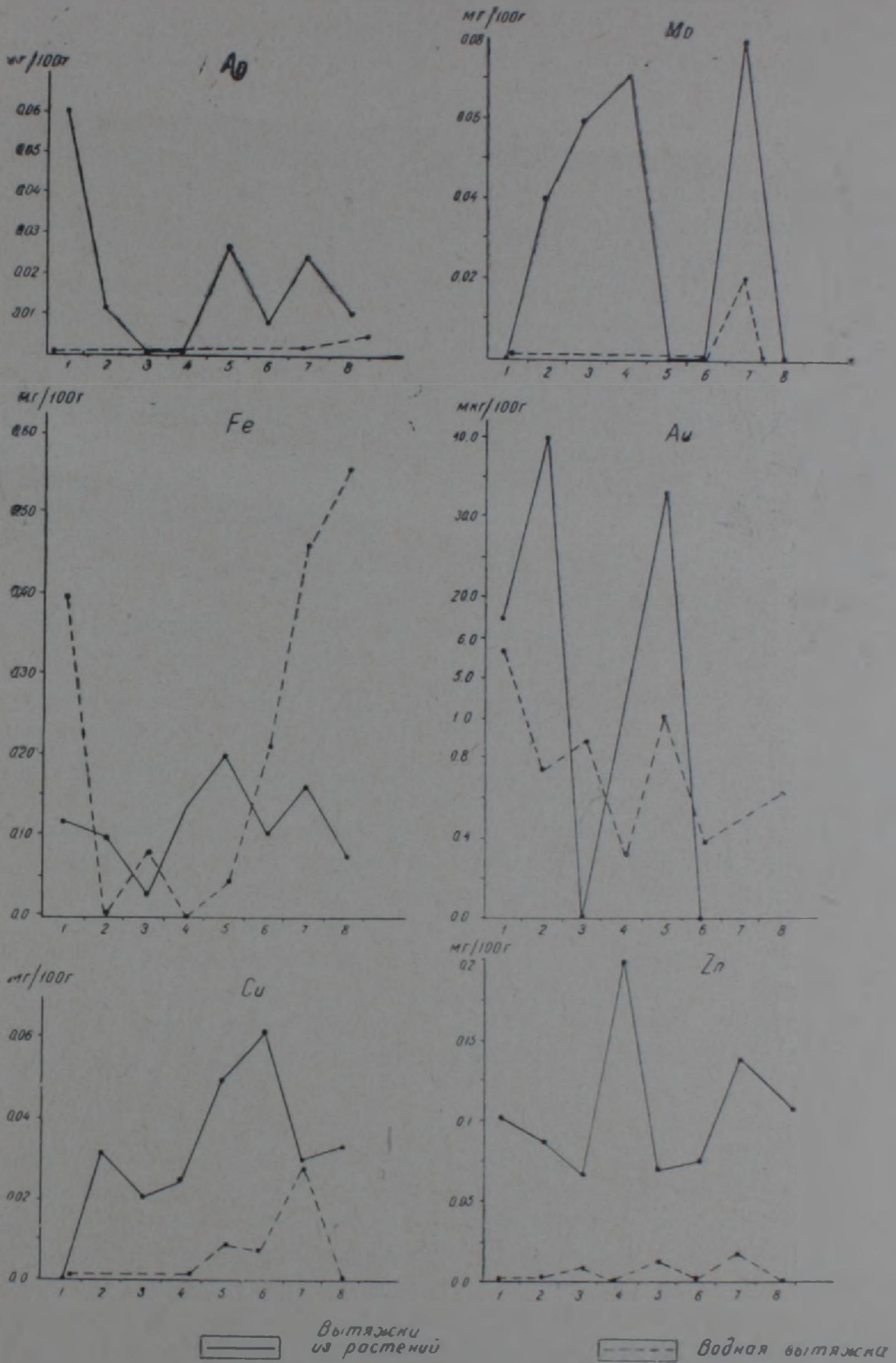
Фиг 2. Содержание отдельных элементов в вытяжках из растений, отобранных в Мегринском районе, с. Личк. 1. Можжевельник. 2. Акулька. 3. Фиалка. 4. Пушкиния 5. Мать и мачеха. 6. Камыш. 7. Молочай. 8. Держи-дерево.



Фиг. 3. Содержание отдельных элементов в вытяжках из растений, отобранных в Мегринском районе, с. Гудемнис. 1 Дуб. 2. Ромашка. 3. Грецкий орех. 4. Хвощ. 5 Щавель.

Мегринский район—сс. Личк и Гудемнис. В вытяжках растений, отобранных с этого месторождения, определены те же элементы: серебро, молибден, железо, золото, медь, цинк и титан. Не определялись  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$  и  $\text{Ti}$  (с. Личк).

Данные сведены в табл. 2 и 3 и построены фиг. 2 и 3. Как показывают эти данные, серебро накапливается в ромашке, дубе и хвоще; отсутствует в можжевельнике, камыше и др.; молибден—наибольшее количество наблюдается в пушкинии, фиалке и акульке, в меньшем количестве—в можжевельнике, камыше и др.; полностью отсутствует в дубе, орехе, молочае и держи-дереве; железо обнаружено во всех пробах, в наибольшем количестве— в пушкинии и дубе; золото также обнаружен



Фиг. 4. Зависимость содержаний различных элементов в вытяжках из растений и в водных вытяжках Меградзорского месторождения. 1. Лядвенец. 2. Бессмертник. 3. Люцерна 4. Пшеница яровая. 5. Тимьян. 6. Морковник. 7. Щавель. 8. Синеголовка.

во всех пробах, за исключением можжевельника; медь и цинк определены только в тех растениях, которые отобраны в с. Гудемнис, причем обнаружены во всех растениях, а в щавеле—в наибольшем количестве.

Таким образом, сопоставляя данные по определению различных элементов в вытяжках из растений и в водных вытяжках из почв Меградзорского золоторудного месторождения (фиг. 4), мы видим, что растения и водные вытяжки, как правило, извлекают из почв все элементы в различных количествах.

Извлечение элементов растениями протекает в более повышенных количествах по сравнению с извлечением этих же элементов водными вытяжками (исключение составляют несколько проб водных вытяжек по содержанию в них железа и золота).

Из изученных растений наиболее активным коллектором почти всех элементов является щавель, особенно он «тянется» к железу, меди и цинку; повышенное содержание цинка наблюдается и в яровой пшенице, и, наконец, обращают на себя внимание бессмертник, тимьян и лядвенец, в вытяжках которых обнаружено золото.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 12.VI.1973.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кюрегян Э. А., Бурнутян Р. А. Золото в соке растений и метод его обнаружения. Известия АН Арм. ССР. Науки о Земле, № 2, 1972.
2. Резников А. А., Муликовская Е. П., Соколов И. Ю. Методы анализа природных вод. «Недра» М., 1970.

УДК 550.46

Э. И. САРДАРОВ

О КАРБОНАТНО-КАЛЬЦИЕВОМ РАВНОВЕСИИ  
В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ АРМЯНСКОЙ ССР

Известно, что формирование химического состава природных вод начинается еще в атмосфере. Поэтому, изучение химического состава атмосферных осадков и их химических равновесных систем представляет значительный научный и практический интерес. Особенно это важно при рассмотрении формирования химического состава пресных-ультрапресных вод, какими являются подземные воды Вулканического нагорья Армянской ССР.

Результаты гидрохимических анализов атмосферных осадков, собранных с 22 пунктов Вулканического нагорья, в период с 1965 по 1972 гг., показали, что в основном они гидрокарбонатного кальциево-натриевого состава с величиной общей минерализации от 20 до 170 мг/л [1].

На основании данных 125 анализов подсчитан средний химический состав атмосферных осадков, выпавших над различными высотными поясами нагорья (табл. 1), который и положен в основу исследования карбонатно-кальциевого равновесия. Изучение карбонатно-кальциевого равновесия в природных водах было начато рядом исследователей еще в 30—40 гг, однако, в настоящее время имеется весьма ограниченное количество работ по исследованию карбонатно-кальциевого равновесия в атмосферных осадках.

Наиболее важной среди существующих в природных водах систем химических равновесий является карбонатное. От его состояния в значительной мере зависит общий химический облик воды, направление и интенсивность гидрохимических процессов, протекающих в природных водах.

Устойчивость карбонатной системы обусловлена следующими факторами: равновесием  $\text{CO}_2$ , растворенного в воде, с  $\text{CO}_2$ , находящимся над раствором и соответствием содержания  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  в воде произведению растворимости  $\text{CaCO}_3$  при данных физико-химических условиях и ионной силе раствора. Эти значения взаимосвязаны и лежат в основе характеристики равновесной системы.

Расчет карбонатно-кальциевого равновесия сделан по физико-химической схеме, предложенной О. А. Алекиным и Н. И. Моричевой [1]. Проведенными расчетами установлено (табл. 1), что ионная сила ( $\mu$ ) атмосферных осадков в зависимости от высотной поясности изменяется от 0,000594 (высокогорье) до 0,001372 (предгорье) и в среднем по региону составляет 0,000875.

Таблица

Произведение активностей ионов Са и СО<sub>3</sub> в атмосферных осадках различных высотных поясов Вулканического нагорья Армянской ССР

Пояс	Количество проб	Среднегодовая температура воздуха, °С	рН	Концентрации, мг/л						$\mu \cdot 10^{-3}$	Коэффициенты активности ионов:		$K_0 \cdot 10^{-10}$	$\frac{K_0}{K_1}$
				Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		$\gamma_{\text{HCO}_3^-}$	$\gamma_{\text{Ca}^{2+}}$ $\gamma_{\text{CO}_3^{2-}}$		
Высокогорный (выше 2000 м)	33	1,5	6,7	3,97	0,49	4,97	2,22	1,91	25,14	0,594	0,972	0,895	0,066	0,0012
Среднегорный (1200—2000 м)	62	6,8	6,8	4,15	0,93	7,63	2,98	2,04	32,12	0,835	0,968	0,877	0,144	0,0026
Предгорный (менее 1200 м)	30	10,2	6,8	4,89	1,86	12,68	6,29	4,87	44,05	1,372	0,958	0,844	0,347	0,0071
Среднее	125	7,0	6,8	4,25	0,99	7,91	3,44	2,58	32,60	0,875	0,968	0,874	0,155	0,0030

Произведение активности ионов Са и  $\text{CO}_3$  ( $K_0$ ) колеблется от  $0,66 \cdot 10^{-10}$  (высокогорье) до  $0,347 \cdot 10^{-10}$  (предгорье) и в среднем по региону равно  $0,155 \cdot 10^{-10}$ .

Сравнивая рассчитанные значения произведения активностей ионов Са и  $\text{CO}_3$  с термодинамическим произведением растворимости при данной температуре и давлении ( $K_{1^0}$ ) по С. С. Заводному [2] находим, что первые величины [ $K_0$ ] намного меньше значения вторых ( $K_{1^0}$ ). Это значит, что атмосферные осадки, выпавшие на территории Вулканического нагорья Арм. ССР, не насыщены карбонатом кальция.

Степень насыщения вод карбонатом кальция  $\left(\frac{K_0}{K_{1^0}}\right)$  варьирует от 0,0012 (высокогорье) до 0,0071 (предгорье) и в среднем по региону равна 0,0030, что в 320 раз менее значения произведения растворимости при данной температуре и давлении. Ненасыщенность атмосферных осадков карбонатом кальция обусловлена низким содержанием карбонатного материала в атмосферной пыли, с которой соприкасаются атмосферные осадки.

Из всего вышесказанного следует: атмосферные осадки, являясь основным источником питания и формирования химического состава природных вод региона, не насыщены карбонатом кальция. Степень насыщенности атмосферных осадков карбонатом кальция не одинакова по площади и увеличивается с уменьшением абсолютных отметок местности.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 14.VI.1973.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Алекин О. А., Моричева Н. И. Расчет характеристики карбонатно-кальциевого равновесия. «Современные методы анализа природных вод». М., 1962.
2. Заводнов С. С. Произведение растворимости  $\text{CaCO}_3$  от  $0^\circ$  до  $70^\circ$  «Ж. В. Х. О.» им. Д. И. Менделеева, т. IX, № 4, 1964.

Г. А. АЛЕКСАНДРЯН

**ХОРЕН ПЕТРОВИЧ ПОГОСЯН**

(к 70-летию со дня рождения)

2 апреля 1974 г. исполнилось 70 лет со дня рождения и 40 лет научной деятельности Хорена Петровича Погосяна—одного из ведущих метеорологов Советского Союза.



Хорен Петрович Погосян родился в гор. Кировабаде (бывший Елизаветполь) в семье служащего. После окончания местной средней школы он 2 года учительствовал в селах Геташен и Заглик родного района. В 1927 г. поступает в Ереванский государственный университет, а в 1930 г. направляется в Московский гидрометеорологический институт, который успешно заканчивает в 1934 г. После окончания института он был направлен на работу в Центральное бюро погоды, преобразованное

позднее сначала в Центральный институт прогнозов (ЦИП), а затем в Гидрометеоцентр СССР. С этим научным центром в основном и связана вся 40-летняя научная деятельность Хорена Петровича.

Профессор Х. П. Погосян является автором более 200 научных работ (в том числе 15 монографий), под его редакцией опубликовано более 50 монографий, сборников, руководств, атласов и т. д. Более 25 работ его переведены на иностранные языки и переизданы в различных странах. Составленный под его редакцией и при непосредственном участии «Учебный синоптический атлас» издавался 3 раза и уже в течение 25 лет является основным практическим пособием подготовки студентов в гидрометеорологических вузах и университетах.

В 1935 г. были опубликованы первые работы Хорена Петровича, посвященные изучению особенностей атмосферных процессов. Уже в самом начале своей научной деятельности он главное внимание обращал на взаимозависимость процессов, происходящих на разных высотах атмосферы, рассматривая последнюю как единый сложный механизм. Несмотря на исключительные трудности, связанные со скудностью аэрологических материалов, молодому ученому еще в 1935 г. удалось доказать большую продуктивность использования радиозондовых и шаропилотных материалов в службе прогнозов погоды. Под руководством Хорена Петровича Погосяна и при его непосредственном участии с декабря 1937 г. в оперативной работе ЦИП-а были внедрены карты барической топографии, которые открыли новую страницу в практике составления прогнозов погоды и очень быстро получили широкое распространение не только у нас в стране, но и за рубежом.

В 1938 г. Хорен Петрович, совместно с Н. Л. Табаровским, начали серию новых исследований, которые в 1941 г. оформились в метод адвективно-динамического анализа. Результаты этих исследований до настоящего времени являются главным способом анализа информационных материалов карт барической топографии и их применения в службе прогнозов погоды.

Выявленные Хореном Петровичем физические закономерности атмосферных процессов дали возможность уже в 1943 г. ввести в повседневную оперативную работу ЦИП-а составление карт будущего положения барического поля.

В 1944 г. Хорен Петрович Погосян успешно защищает кандидатскую, а в 1946 г. докторскую диссертацию на тему «Сезонные колебания общей циркуляции атмосферы». Кстати, он является первым армянским метеорологом, удостоившимся степени доктора наук. Результаты исследования Хорена Петровича в области циркуляции атмосферы служили основой дальнейших его личных работ, относящихся к сезонным и внутрисезонным изменениям процессов в тропосфере и стратосфере. Они широко использовались также во многих работах других авторов по общей циркуляции атмосферы.

В 1950 г. Хорен Петрович Погосян был направлен в Ленинград директором Главной геофизической обсерватории, а через некоторое вре-

мя был выдвинут на должность первого заместителя начальника Главного управления Гидрометеослужбы при Совете Министров СССР по науке. Несмотря на большую занятость административной работой, Хорен Петрович продолжает научные изыскания, охватывающие актуальные проблемы, связанные с изменением климата и созданием новой смены влагооборота в атмосфере.

В 1953 г. Хорен Петрович возвращается вновь в свой родной очаг науки—в ЦИП и главное внимание направляет на изучение закономерностей общей циркуляции атмосферы и струйных течений уже в глобальном масштабе. В эти годы он публикует свои монографии—«Очерки об атмосфере», «Общая циркуляция атмосферы», «Струйные течения» и многочисленные статьи, посвященные исследованию верхних слоев атмосферы.

Наряду с большой творческой работой, Хорен Петрович всегда уделяет особое внимание популяризации научных идей и подготовке кадров молодых специалистов и ученых. Он является представителем метеорологической комиссии и членом Научно-методического совета Московского филиала Всесоюзного географического общества, членом Научно-методического совета общества «Знание» по пропаганде геолого-географических знаний, а также членом ученых советов ряда институтов. Учитывая большие заслуги в развитии и популяризации гидрометеорологической науки, Хорен Петрович был удостоен высокого звания «Заслуженного деятеля науки» Российской Федерации.

Хорен Петрович Погосян не только крупный ученый, но и хороший, отзывчивый товарищ. Работая в Москве, он поддерживает тесный контакт с метеорологами нашей республики. Велика его роль в организации и расширении гидрометеорологической службы республики и особенно в подготовке местных высококвалифицированных научных кадров.

Поздравляя дорогого юбиляра со славным 70-летием, желаем ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов на благо развития отечественной метеорологической науки.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 19.III.1974.

