

ՀՄՍՀ ԳԱ Տեղեկագիր

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCES



Журнал основан в 1943 г., выходит 6 раз в год
на русском и армянском языках

ԽՄԲԱԿՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

ՀեՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Բ. Բաղդասարյան, ՀեՍՀ ԳԱ ակադ. Ա. Հ. Գար-
գինյան, (պատասխանատու խմբագիր), երկրա-հանք. գիտ. թեկն. է. Խ. Ղուլյան,
ՀեՍՀ ԳԱ ակադ. Ա. Վ. Գրիգորյան, ՀեՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Ի. Կառապետ-
յան, ֆիզ.-մատ. գիտ. թեկն. Ն. Կ. Կառապետյան, երկրա-հանք. գիտ.
թեկն. Ի. Մ. Մելիքսերյան, երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Ի. Տ. Միրիջանյան, երկրա-
հանք. գիտ. ղոկտ. Ա. Ն. Նազարեթյան, երկրա-հանք. գիտ. ղոկտ. Մ. Ս. Սարյան,
ՀեՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Գ. Ի. Տեր-Ստեփանյան, երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Ա. Ա.
Յարամազյան (պատասխանատու խմբագրի տեղակալ):

Պատասխանատու քարտուղար՝ է. Ա. Թոստամբովա

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Член-корр. АН АрмССР А. Б. Багдасарян, акад. АН АрмССР А. А. Габриелян (ответственный редактор), акад. АН АрмССР С. В. Григорян, канд. геол.-мин. наук Э. Х. Гулян, член-корр. АН АрмССР А. И. Карапетян, канд. физ.-мат. наук И. К. Карапетян, канд. геол.-мин. наук Б. М. Меликсетян, канд. геол.-мин. наук Р. Т. Мириджамян, канд. геол.-мин. наук С. Н. Назаретян, докт. геол.-мин. наук М. А. Сатян, член-корр. АН АрмССР Г. И. Тер-Степанян, канд. геол.-мин. наук А. С. Фарамазян (зам. ответственного редактора).

Ответственный секретарь Э. С. Ростомова

Խմբագրութեան հասցեն՝ 375019, Երևան 19, Մարշալ Բաղրամյանի պող., 24ա.

Адрес редакции: 375019, Ереван, 19, пр. Маршала Баграмяна. 24а

Բ Ո Վ Ա Ն Գ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Մ. Ս. Եսայան, Ա. Վ. Վարդանյան, Թ. Վ. Բոյնագրյան. Երասխի լեռնաշղթայի «Գիտի-տային գուգորդության մասին (Փոքր Կովկասի Վեդու օֆիոլիտային գոտի)» 3

Ռ. Հ. Խուրենյան. Իրանա-Հայկական ենթապլատֆորմի հյուսիս-արևմտյան եզերապատման մեզոզոյան մագմատիտների ապարտրանության վերաբերյալ 11

Ս. Վ. Դեբգորյան, Ա. Կ. Սաղարեյան. Քելուրը որպես ոսկու հանրախացման տարր-ցուցիչ 19

Վ. Ռ. Բոյնագրյան. Հայկական լեռնաշխարհի լեռնայանցների բնոլորտը դասակարգումը 23

Ս. Մ. Մուսաելյան. Հեռնային Հարարայի ինքնավար մարզի ջրային ռեսուրսները և դրանց այժմյան օգտագործումը 31

Վ. Ս. Սարգսյան, Ս. Ս. Միսսիկյան. Կավայի գետինների ամրության տեսության վերա-րերյալ 39

Ջ. Հ. Մինասյան, Ա. Կ. Կարախանյան, Թ. Ա. Սիրունյան. Հայկական ԽՍՀ տուֆերի մագնիսական և հեռամագնիսական ուռումնասիրությունների որոշ արդյունքների մասին 47

ՀԱՄԱԳՈՏ ՀԱՂՈՐԳՈՒՄՆԵՐ

Հ. Վ. Շահինյան, Մ. Հ. Էֆսուլյան. Բույսերի մոխրի մեջ տարրերի պարունակության համեմատական զննատումն ըստ սպեկտրալ և ջրաքիմիական անալիզների 54

Ռ. Խ. Գաղինյան. Սյունիքի բարձրալեռնային գետերի երկայնակի կտրվածքների անոմալ փոփոխությունների վերլուծության մի փորձ՝ տեկտոնական շարժումների ուսում-նասիրման նպատակով 55

Մ. Վ. Զախրաձե, Մ. Խ. Մկրտչյան. Տեսական երկրաշարժարանության որոշ խնդիրների թվական լուծումը հիմնարար լուծումների մեթոդով 59

ՀՈՐԵԼՅԱՆԱԿԱՆ ՏԱՐԵԹՎԵՐ

Ս. Գ. Վարդիգյանյան, Հ. Հ. Սելիմ-Սեդրյան. Պետրոս Պավելի Ղամբարյան (ծննդյան 100-ամյակի առթիվ) 61

Հայկական ԽՍՀ Գիտությունների Ակադեմիայի Տեղեկագիր. Գիտություններ Երկրի մասին XLII հատորի բովանդակությունը 6

СОДЕРЖАНИЕ

М. А. Ситиан, А. В. Варданян, Б. В. Бойнагрян. Об офиолитовой ассоциации Ерахского хребта (Вединская офиолитовая зона Малого Кавказа) 3

Р. А. Хоренян. К петрологии мезозойских магматитов северо-западного обрам-ления Франко-Армянской субплатформы 11

С. В. Григорян, А. К. Сагатеян. Теллур—как элемент-индикатор золотого оруденения 19

В. Р. Бойнагрян. Общая классификация склонов Армянского нагорья 23

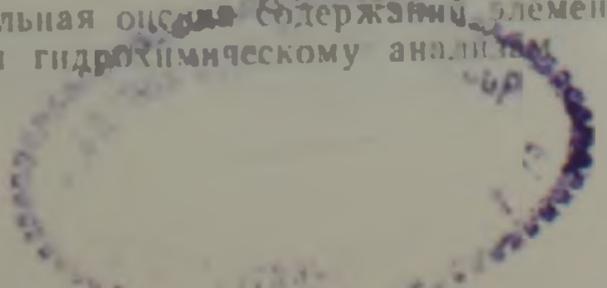
С. В. Мусаелян. Водные ресурсы Нагорно-Карабахской автономной области и современное их использование 31

В. С. Саркисян, С. Е. Мисакян. К теории прочности глинистых грунтов 39

Дж. О. Минасян, А. К. Караханян, Т. А. Сирунян. О некоторых результатах магнитных и палеомагнитных исследований туфов Армянской ССР 47

Краткие сообщения

Г. В. Шагимян, Ц. О. Экузян. Сравнительная оценка содержания элементов в золе растений по спектральному и гидрохимическому анализу 54



<i>P. X. Gaginyan.</i> Опыт анализа аномальных изменений продольных профилей рек Сюникского нагорья в целях изучения тектонических движений	55
<i>M. V. Zakradze, M. Kh. Mkoyan.</i> Численное решение некоторых задач теоретической сейсмологии методом фундаментальных решений	59

Юбилейные даты

<i>S. G. Garibdjanyan, G. U. Melik-Adamyan.</i> Петр Павлович Гамбарян (к 100-летию со дня рождения)	64
Содержание XLII тома Известий Академии наук Армянской ССР, Науки о Земле	69

C O N T E N T S

<i>M. A. Satian, A. V. Vardanian, B. V. Boynagrian.</i> On the Yerakh mountain ridge ophiolite association (the Minor Caucasus Vedhi ophiolite zone)	3
<i>R. H. Khorenian.</i> On the Iranian-Armenian subplatform north-western frame Mesozoic magmatites petrology	11
<i>S. V. Grigorian, A. K. Saghatelian.</i> Tellurium as an indicator-element for the gold mineralization	19
<i>V. R. Boynagrian.</i> The general classification of the Armenian highland slopes	23
<i>S. V. Musayelian.</i> The Nagorny Karabakh autonomous region water resources and their contemporary utilization	31
<i>V. S. Sarkisian, S. E. Misakian.</i> On the clay grounds strength theory	39
<i>Dj. H. Minasian, A. K. Karakhanian, T. A. Sirunian.</i> On the Armentan SSR tuffs magnetic and paleomagnetic investigations some results	47

SHORT REPORTS

<i>H. V. Shahinian, Tz. H. Eksuzian.</i> The elements contents comparative evaluation in the plants ash by spectral and hydrochemical analyses	54
<i>R. Kh. Gaginian.</i> An attempt to analyse the Syunik highland rivers longitudinal profiles anomal variations for tectonical movements investigations	55
<i>M. V. Zakradze, M. Kh. Mkoyan.</i> The theoretical seismology some problems numerical solution by methods of fundamental solutions	59

JUBILEE DATES

<i>S. G. Garibdjanyan, H. H. Melik-Adamian.</i> Peter Pavlovich Ghambarian (in commemoration of the 100-th anniversary)	64
Contents of the XLII tome of the Armentan SSR Academy of Sciences Transactions, Earth Sciences	69

М. А. САТЯН, А. В. ВАРДАНИЯН, Б. В. БОЙНАГРЯН

ОБ ОФИОЛИТОВОЙ АССОЦИАЦИИ ЕРАХСКОГО ХРЕБТА
(ВЕДИНСКАЯ ОФИОЛИТОВАЯ ЗОНА МАЛОГО КАВКАЗА)

Проведенное детальное картирование Ерахской антиклинали выявило своеобразие строения и состава офиолитовой ассоциации альб-допозднеконьякского возраста, слагающего ядро, а также наличие в его пределах тектонических блоков вулканогенно карбонатной толщи позднеюрско-неокомского возраста.

Ерахская антиклиналь близширотного простирания, в структурном отношении принадлежит Вединской офиолитовой зоне Малого Кавказа и причленена к Араксинскому глубинному разлому по линии г. Арташат-пос. Арарат-с. Ерахс. Разлом нарушает целостность фундамента, но, очевидно, и слоев «Г» и «Б» [4]. Антиклиналь брахиформная, длиной более 2 км, шириной от 0,6 до 0,9 км, резко асимметричная, северное крыло пологое ($10-15^\circ$, до 20°), южное—более крутое ($30-70^\circ$), местами подвернутое с явным сокращением мощностей слагающих их пород сенона-палеоцена. Крылья антиклинали сложены флишсоидными и известняковыми отложениями палеоцена-нижнего эоцена, микритовыми известняками саптона-верхнего сенона, конгломератами и песчаниками (с офиолитокластическим компонентом) позднеконьякско-раннесаптонского возраста. Офиолитокластические конгломераты включают гальки известняков, доломитов, яшм, миндалекаменных базальтов, габброидов, серпентинизированных ультрабазитов. Мощность указанной толщи на северном крыле достигает 100—150 м. Эти отложения перекрывают несогласно и с размывом выступающие в ядре антиклинали породы офиолитовой ассоциации, в поле которых выявлены тектонические блоки более древней, позднеюрско-неокомской карбонатно-вулканогенной формации. Наиболее интенсивно дислоцировано южное крыло Ерахской антиклинали с разлинзованием слоев, развитием мелкой гофрировки, будинажа, флексур, мелких разрывов. Наблюдаются также узкие, мелкие дополнительные складки широтного простирания, с крутыми (до 70°) крыльями. Характер деформации по площади меняется. Нередки деформации, связанные с послойным течением материала. Отмечается сложное сочетание поперечного с продольным изгибом слоев.

Во внутренней структуре ядра Ерахской антиклинали картируются надвиги, сдвиги и сбросо-взбросы (рис. 1). Группируется продольная и поперечная или диагональная системы нарушений. Вдоль оси Ерахской антиклинали с запада на восток намечаются два надвига, определяющие чешуйчатую структуру ядра. На западной периклинали расстояние между надвигами около 400 м, а на восточном они сближены до 100 м. В периклинали частях их секут сбросо-сдвиги северо-восточного простирания. Горизонтальные перемещения по надвигам имеют место с севера на юг, с незначительной амплитудой; по всей вероятности, плоскость их смещения на глубину выполаживается. В зонах надвигов развиты несколько крутопадающих (в основном к северу) мелкоамплитудных сбросов и взбросов. Поперечные или диагональные разрывы являются сдвигами и сбросо-сдвигами и секут со смещением разломы I системы, либо под прямым, либо косым углом, придавая строению ядра мозаичный план. Наиболее крупный из сбросо-сдвигов (левосторонний) закартирован на восточной периклинали, определяемый по смещению геологических границ известняковой толщи верхнего сенона с амплитудой около 500 м и сбросовой до 20—25 м. Системы крупных нарушений и особенно продольные сопровождаются выходами серпентинизированных ультрабазитов. Для обеих

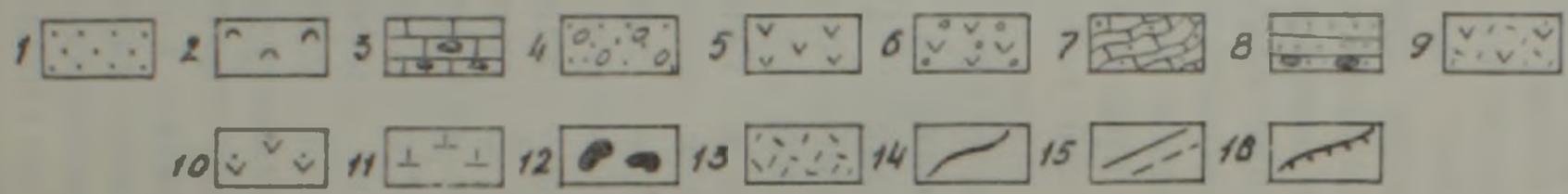


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Ерахской антиклинали. 1. Верхний плиоцен-плейстоцен. Пески. 2. Четвертичные гравертны. 3. Верхний сенон. Пелитоморфные известняки с базальными конгломератами в основании. 4. Верхний коньяк-нижний сантон. Конгломераты, песчаники офиолитокластические. 5—12. Альб-нижний коньяк. Кремнисто-вулканогенная толща офиолитовой серии: 5. «Ф-фузивно-гиалокластитовая свита базальтового состава»; 6. Мидалекаменные базальты; (К/Аг возраст 150—120 млн. лет); 7. Линзы микритовых известняков; 8. Конгломераты и песчаники; 9. Туфы и мелкообломочные вулканические брекчии (лампроитовой серии); 10. Дайки пикробазальтов; 11. Андезитовые брекчии («хосровиты»); 12. Габбро и серпентинизированные ультрабазальты. 13. Участки гидротермального изменения. 14. Прочие дайки. 15. Разрывные нарушения. 16. Надвиги.

систем показательны зеркала скольжения, сбросовые борозды, трещиноватость и будинаж, а также местами гидротермальные изменения. Эти разрывы трассируются также небольшими выходами средне- и мелкозернистых габбро, местами — зеленых сланцев, образовавшихся по эффузивам. К линиям разрывных нарушений тяготеют также мелкие, почти изометрические выходы и линзы доломитов и яшм гидротермального генезиса.

Дизъюнктивные близширотные дислокации, типа надвиговых пластин, являются более древними, чем поперечные и диагональные разрывы сбросо-сдвигового типа. Следует указать также, что в пределах Ерахской антиклинали крупномасштабные шарьяжи или покровы не картируются: основной стиль данной структуры предопределен дислокациями в пределах или вблизи корневой зоны офиолитового шва и может быть отнесен к параавтохтону, возникшему при компрессии офиолитового трога в предсенонское время.

Среди вулканических пород ядра антиклинали обособляются: эффузивно-гнאלокластическая толща, толща миндалекаменных базальтов и прорывающие их мелкообломочные высококальциевые и высокомагнезиальные вулканические брекчии (табл. 1), слагающие несколько мелких выходов и главный, относимый к трубке взрыва диаметром более 300 м. В поле их развития картируются пикробазальты, базальты и трахибазальты в виде кольцевой дайки. Базальтовые потоки вмещают сильно деформированные линзы микритовых известняков. Вулканические породы включают изометрические тела и линзы глобулярных яшм, доломитов, реже линзы тонкослоистых радиоляритов, кремнистых пелитовых туфов, изредка металлоносных силицитов. Все они тяготеют к линиям разрывных нарушений. На западной периклинали картируются овальные, диаметром до 50 м, тела, вероятно, трубки, выполненные андезито-базальтовой, существенно витрической породой («хосровиты» [6]). На сглаженных водоразделах холмов офиолиты и конгломераты позднего коньяка перекрыты местами полями плейстоценовых мелкозернистых озерных песков.

В юго-восточной части трубки взрыва выявлен обособленный выход метасоматизированных взрывных брекчий ультраосновного состава с хромдиопсидом, которые перекрыты тонкослоистыми, розовато-серыми известняками, мощностью до 1 м, содержащими многочисленные раковины аммонитов, а также редкие обрывки мшанок и водорослей; в основной массе известняков обнаруживаются кальцитизированные радиолярии, редко — фораминиферы. В верхних слоях известняков среди остатков аммонитов определены: *Berriasella* cf. *Jacobi* Maz., *Berriasella* cf. *Iorloli* (Zitt.), *Lytoceras* cf. *honnurati* (d'Orb.), *Haploceras carachtheis* Zeusch., *Hymalalvites* sp., *Ptychophylloceras* sp. (определения В. И. Кванталани), датирующие возраст пород берриасом [11]. Известняки эти парагенетически ассоциируются с миндалекаменными магнезиальными ($MgO—8,8\%$), оливиновыми, относительно низкокальциевыми ($K_2O—0,35—0,90 \cdot Na_2O—1,2—2,1\%$) базальтами. Эта ассоциация пород, видимо, обособлена от альб-доверхнеконьякской вулканогенно-осадочной толщи системой близширотных и меридиональных разрывов, представляя тектонические блоки.

Рассмотрим краткую петрографическую характеристику пород. Базальты щелочные, порфиоровые. Темно-серые породы нередко шаровой текстуры. Обычны известковые прокладки между шарами. Включают линзы тонкослоистых микрозернистых розоватых известняков, реже линзы красных и коричневатых радиоляритов, силициты и доломиты изометрической грибообразной формы (диаметром до 2—3 м) гидротермально-осадочного генезиса. Миндалекаменность лавовых потоков выражена отчетливее в периферических частях шаров лав.

По дополнительным сборам выявлено преимущественное нахождение аммонитов титона берриаса (*Aspidoceras rogoznicum* Zeuschn. и единичные — позднего колловей-оксфорда (*Parospidoceras* sp., *Peltoceras* sp.)).

Состав выполнения—анальцит, цеолиты, кальцит, кварц. Под микроскопом структура породы порфирировая**. Вкрапленники (0,2—0,3 мм, реже до 5 мм) представлены амфиболом (3—4%) призматического облика, светло-коричневого цвета, с четким плеохроизмом в коричневатых тонах (керсутит?). Основная масса породы сложена тонкими лейстами и призмами плагиноклаза, игольчатыми и скелетными выделениями рудного минерала (магнетита?) и многочисленными мелкими кристалликами в массе почти изотропного вулканического стекла.

Химическому составу базальтов (табл. 1) присущи высокая титанистость и щелочность (при значительном содержании калия). Отмечаются повышенные содержания бария (до 1000 г/т), циркония (до 450 г/т), обнаруживается ниобий (75 г/т), молибден, фосфор.

Таблица 1

Химический состав вулканических пород Ерахской антиклинали

Окислы	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	38,85	48,66	40,34	49,88	39,59	35,80	37,00
TiO ₂	2,18	0,70	2,64	0,36	1,61	1,54	2,80
Al ₂ O ₃	15,49	18,30	11,98	22,04	13,78	14,71	15,71
Fe ₂ O ₃	9,02	2,29	10,69	2,75	7,19	5,62	5,97
FeO	2,01	6,24	3,73	1,98	2,37	3,44	2,29
MnO	0,22	0,15	0,25	0,12	0,20	0,12	0,34
CaO	13,36	9,97	9,88	5,18	7,00	12,25	16,29
MgO	6,20	7,35	11,04	2,26	8,40	9,8	5,80
Na ₂ O	2,00	3,20	1,20	5,10	1,38	1,50	2,10
K ₂ O	1,10	0,11	2,00	4,00	2,56	1,50	0,90
P ₂ O ₅	1,38	0,11	0,57	0,23	0,7	0,41	0,69
H ₂ O	2,66	0,27	2,56	1,61	6,56	2,64	2,15
п. п. п.	0,87	0,84	3,61	0,32	н. опр	4,58	1,63
CO ₂	4,36	2,20	3,25	3,52	3,75	6,86	6,82
Cr	240	75	130	56	100	150	н. опр
Ni	250	32	240	10	230	420	100
Co	24	24	100	5	56	56	18
Ba	420	320	240	560	420	240	240
Sr	500	240	560	700	110	320	750
Zr	110	180	240	1000	210	240	56
Nb	—	20	—	200	42	49	18
La	100	10	130	130	18	56	13
Ce	—	—	—	—	150	100	н. об

1. Миндалекаменные базальты. 2. Афировые базальты. 3. Щелочные пикробазальты. Дайка. 4. Трахибазальты, силлы. 5—6. Туфы вулканокластические (2—6—породы K₁^{al}—K₂^{br}). 7. Оливиновый базальт (I₃—K₁^{br}).

Примечание: Cr—Ce—данные количественного спектрального анализа на ДФС—13. г/т.

Базальты афировые слагают главную массу пород южной чешуи. Порода зеленовато-охристая, местами неотчетливо выражена шаровидная отдельность. Обычно большое количество гналокластического материала, который местами имеет преобладающее значение. Базальты включают дайки трахитов и линзы микритовых известняков мощностью до 10—15 м и протяженностью до 20—30 м, в верхней части разреза—протяженные буднированные пачки светло-серых микритовых известняков мощностью до 10—15 м, прерывистые выходы которых картируются на 1,5 км, по всей протяженности разрывных нарушений, разобщающих северную и южную чешуи ядра антиклинали. Под микроскопом структура базальтов афировая или спородофировая. Отмечаются единичные фенокристаллы интенсивно пелитизированного плагиноклаза, которые размещены в основной массе варнолитовой микроструктуры, состоящей из сноповидных агрегатов плагиноклаза и клинопироксена. В промежутках между варнолями развиты гидроокислы железа и ярко-бурые агрегаты илдингсита; в некоторых разностях преобладают игольчатовидные агрегаты плагиноклаза и между ними полупрозрачное бурое вулканическое стекло с мелкой рудной сыпью. Для хи-

* Петрография базальтов выполнена А. Х. Минакянц, ИГи АН АрмССР

мического состава характерна относительно низкая титанистость и калиево-натриевость при резком преобладании натрия над калием, высокая глиноземистость (табл. 1). Из малых элементов обращают внимание низкое содержание хрома (42—75 г/т), резкие колебания и высокое содержание циркония (240—1800 г/т).

Туфы высокомагнезиальные с повышенной К-щелочностью. Слагают один крупный выход в центральной части ядра антиклинали и ряд мелких—к западу и востоку от него. Повсеместно они прорывают толщу миндалекаменных базальтов и несогласно перекрыты офиолитокластическими конгломератами верхнего коньяка. Радиологически (К/Аг) туфы датируются среднемеловым возрастом. Они содержат резургентные обломки миндалекаменных и других базальтов, реже субщелочных и щелочных мафических габбро, акцессорные обломки известняков триасового облика, яшм, диабазов.

Важный компонент туфов—витрокластика имеет размер от алевро-псаммитовых до гравийных, обнаруживает неоднородность состава: глобулярные обособления высокощелочного, высокомагнезиевого состава на фоне относительно низкощелочного, низкомагнезиевого стекла*. Некоторые из глобуль заполнены рудным минералом, баритом и гематитом, изредка отмечается пиролюзит, вторичные изменения вулканического стекла выражены хлоритизацией, монтмориллонитизацией. Второстепенным компонентом туфов является кристаллокластика (1—3%): плагиоклаз, моноклинный пиркосен и редко—оливин. В иммерсии в тяжелой фракции встречены: циркон, сфен, апатит. Цемент карбонатный пленочнопоровый (10—20% породы). Валовый химический состав туфов варьирует широко и, как видно, зависит от соотношения количества резургентной примеси базальтовых обломков (и продуктов их дезинтеграции) с обломками витрокластики и, наконец, карбонатным цементом. Характерно повышенное содержание РЗЭ, спектральным методом выявлены Mo, Sn, W.

Радиологические К/Аг датировки части щелочных базальтов, а также базальтов эффузивно-гнאלокластической толщи показали среднемеловой их возраст. Таков же возраст туфов. Верхнемеловой возраст (по К/Аг) имеют дайки пикробазальтов и трахибазальтов в поле туфов. Резургентные обломки в туфах обособляются (по К/Аг) на среднемеловые (110—95 млн. лет,—миндалекаменные базальты) и позднеюрские (ср. 156 млн. лет—мафические и субщелочные габбро и субщелочные базальты) [3].

Туфы близки по химическому составу к лампроитовой серии. Последние типичны для зон активизации платформ, и появление в офиолитовой серии подобных пород представляет особый интерес, учитывая место заложения Вединского офиолитового трога на северном краю Иранской плиты, с субплатформенными разрезами палеозоя-триаса [9].

Дайки и силлы пикробазальтов и трахибазальтов. Слагают кольцевую дайку (систему даек). По простиранию обнаруживают веерообразное падение—подтверждение их кольцевого плана. Контакты с вмещающими туфами лампроитовой серии резкие, местами с явно выраженными признаками закалки. Пикробазальты черного цвета, крепкие, отдельность массивная и кусковатая, местами прямоугольная в поперечном срезе. На поверхности трещин остывания обнаруживаются редкие миндалины. Вблизи поперечного смещения, на с-з выхода дайка брекчирована. Мощность дайки варьирует от 3—4 до 5 м. Пикробазальты под микроскопом обнаруживают порфировую структуру. В их составе фенокристаллы (50—55%) оливина в виде псевдоморфоз, выполненных идиингситом, клинопироксена (титан-авгита) зонального строения. Основная масса интерсертальной структуры состоит из лейстов основного плагиоклаза, короткопризматических зерен клинопирок-

* Зондовый анализ Л. П. Плюсиной. ИЭМ (Черноголовка).

сена, реже бурого амфибола, а также игольчатых кристаллов апатита, размещенных в массе слабо хлоритизированного вулканического стекла.

Трахибазальты. Серого цвета, средней крепости, слагают силлы по северо-восточному внешнему контуру системы даек пикробазальтов и базальтов. В одном из выходов видны признаки расслоения—формирование псевдослоистости. Местами наблюдаются сферические обособления диаметром до 1—3 см. Под микроскопом порода порфириковой структуры, во вкраплениях—щелочной амфибол (3—6%) идиоморфный, призматический, светло-коричневый, размером до 0,2—0,3 мм, изредка отмечаются вкрапления апатита. Основная масса слагается лейстами плагиоклаза с субпараллельным расположением и переходом к пилотакентовой структуре. Химический состав приведен в табл. 1. Из малых элементов характерны высокие содержания циркония (до 1000 г/т), ниобия (100—240 г/т), фосфора (1800 г/т), низкие содержания хрома, никеля, кобальта. В породе определяется La—130 г/т Sr—560—760 г/т. Ba—560 г/т.

Кремнистые породы глобулярной структуры. Во вмещающих базальтах образуют примерно изометричные и неправильной формы тела, реже линзы с обрубленными краями, мощностью до 1—2 м. Пространственно тяготеют к зонам разломов, которые, видимо, наследовали древние разрывы. Цвет их варьирует от кирпично-красного до желтоватого, табачно-желтого, реже отмечаются черные разности. Порода трещиноватая, пронизанная более поздними прожилками кальцита и кварц-халцедонового состава. Под микроскопом порода имеет реликтовую глобулярную структуру, во многом затушеванную последующей раскристаллизацией кремнезема до микрозернисто-кварцевого состава. Окислы железа подчеркивают особенность первичной глобулярной структуры [8, 10]. Кремнистые породы рассматриваются как продукты осаждения из вынесенных на дно бассейна гидротермальных растворов.

Доломиты имеют сходную морфологию, что и кремнистые породы глобулярной структуры, причем кремнистые породы глобулярной структуры нередко сонаходятся с кристаллическими доломитами и имеются случаи их чередования. Доломиты приурочены к зонам разрывных нарушений и, видимо, представляют продукты низкотемпературных растворов, высачивающихся на дно бассейна. Обогащенные гидроокислами железа они имеют красновато-бурый цвет, порода массивная, слабо трещиноватая, умеренной крепости, легко распиливается и шлифуется, представляя красивый облицовочно-декоративный материал.

Под микроскопом структура крупно-среднекристаллическая, кристаллы доломита погружены в мелкозернистую железисто-доломитовую массу, которая формирует овалы вокруг ромбоэдров. В химическом составе повышена, кроме магниальности, железистость [11].

Известняки микритовые. Слагают линзы, а также один выдержанный, но сильно будинированный горизонт, мощностью до 16 м. Порода тонкозернистая светло-серая, розоватая, характеризуется микрозернистой структурой. В основной массе под микроскопом встречаются редкие, плохо диагностируемые остатки фораминифер, их детрит, раковины радиолярий. Нередко содержат пропластки известковых радиоляритов. Глинистая примесь резко варьирует в каждом из слоев, достигая в некоторых более чем 30%. При будинаже эти слои, как пластичные, подвержены значительным деформациям. Местами порода приобретает пятнисто-кристаллическое строение в результате раскристаллизации микрозернистой массы. Отмечаются многочисленные прожилки кальцита. Органогенные структуры крайне редки. Терригенная алевро-псаммитовая примесь в породе весьма мала (0,0n%).

Выводы

Кремнисто-известняково-вулканогенная формация Ерахской антиклинали представляет сильно тектонизированные образования офиолитовой серии вблизи крупных разрывов, превращенная в тектонический меланж и включающая блоки субстрата. При тектонически нарушенном, сложном строении формации все же выявляются закономерности пространственного распределения главных формациеобразующих пород и их парагенезисов. Высокоминдалекаменные, высокотитанистые базальты субщелочного и щелочного состава северной чешуи сходны с внутриконтинентальными рифтогенными базальтами.

Афировые лавы с обилием гналокластов южной чешуи связаны латеральными переходами с менее глубоководными образованиями западных выходов пород формации и несогласно, как и миндалекаменные базальты северной чешуи, их перекрывает граувакковая формация. Причем разрезы граувакковой (надофиолитовой) формации южного крыла более сокращены в мощности и включают наименьшее количество офиолитокластики. Афировость и обилие гналокластики в разрезе эффузивно-гналокластической толщи, умеренная титанистость и низкая калиевость базальтов, ее слагающих, указывают на условии большей проницаемости коры.

Парагенезисы пород формации атипичны для «стандартной» офиолитовой серии. Так, крайне слабо развит расслоенный базит-ультрабазитовый комплекс, отсутствует комплекс параллельных даек, имеется дифференцированность вулканизма (наличие трахитов) и типично чередование вулканитов с силицитами и известняками; значительно большая в разрезе доля принадлежит микритовым известнякам сравнительно с силицитами. Эти признаки говорят о небольших глубинах накопления формации, по крайней мере, выше уровня карбонатной компенсации, о малых размерах бассейна и соответственно—об ограниченном спрединге континентальной коры.

При компрессии офиолитового трога произошла реконструкция континентальной коры. Сближение и «спайка» тектонического подложья, включающего субплатформенный комплекс палеозоя-триаса и вулканогенно-карбонатную толщу поздней юры—неокома [11], предопределили развитие на заключительной фазе вулканизма атипичных для офиолитовых разрезов высокощелочных и высокомагнезиальных пород—туфов, по химическому составу сходных с лампроитовой серией и щелочных пикробазальтов. Наиболее соответствует полученным данным схема полициклического развития Вединской офиолитовой зоны с ранним (келловей-неоком) рифтогенезом континентальной коры и последующим рифтогенезом в альб-раннеконьякское время, которые разделены австрийской фазой складчатости.

Институт геологических наук АН
Армянской ССР

Поступила 27.VII 1989

Ե. Ս. ՍԱԹՅԱՆ, Ա. Վ. ՎԱՐԳՍՅԱՆ, Բ. Վ. ԲՈՅՆԱԿՅԱՆ

ԵՐԱԽԻ ԼԵՒԵԱՇՎԻՔԱՅԻ ՕՖԻՈՒԼԻՏԱՅԻՆ ԶՈՒԿՈՐԿՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ
(Փոխ Կովկասի Վեդու օֆիոլիտային գոտի)

Ա մ փ ո փ ո լ ը

Օրախի անափկրինայր տեղակայված է Վեդու օֆիոլիտային գոտում: Մալրն ունի ընդլայնական տարածում, տարածարիկ է՝ հարավային թևր ավելի մեծ թևրություն ունի (մինչև 20°), քսն հյուսիսայինը (15—25°): Անափկրինայի

թևերը ներկայացված են պալեոցեն—ստորին էոցենի հասակի կրաքարային և ֆլիշային նստվածքներով, ինչպես նաև ուշ կոնյակ—վաղ սենոնի կոնյու-մերատներով և ավազաքարերով: Միջուկում հանդես է գալիս օֆիոլիտային զուգորդությունը (կրաքարա-կալժքարա-հրաբխածին ֆորմացիա, ինչպես նաև հիպերբազիտների, սերպենտինիտների ու գաբրոների ոչ մեծ ելքեր): Որոշակիորեն քարտեզագրվում է կիսաշրջանաձև մի զայկա՝ բաղկացած պիկ-րոքազալտից, բազալտից ու արախիրազալտից:

Օֆիոլիտային զուգորդության ապարներն ուժեղ տեղախախտված են, տեղ-տեղ ծալքավորված, կարտված խզումներով, որոնց ստորածման ուղղու-թյամբ նկատվում են ջրաջերմային փոփոխություններ: Խզումնային կառույց-ներն ունեն երկու հիմնական ուղղություններ՝ ընդլայնակի և անկյունագծա-յին: Առաջինի մեջ ընդգրկվում են վրաշարժերը, փոքր ամպլիտուդա ունեցող վարձետքները և վերնետքները: Առանձնացվում են երկու, միմյանց գրեթե զուգահեռ վրաշարժեր ընդլայնակի ստորածմամբ, որոնք ծալքին հաղորդում են վրաշարժային-թևփուկային կառուցվածք:

Երկրորդ խմբում հանդես են գալիս կողաշարժային և կողաշարժ-վար-նետքային խզումները: Հիշյալ խախտումները հասակային տեսակետից ավելի երիտասարդ են, քանի որ հատում և տեղաշարժում են առաջին խմբի խզում-ները:

Գրեթե բոլոր խզումներն ուղեկցվում են բազիտ-հիպերբազիտային ա-պարների մանր ելքերով, շերտերի ուժեղ ձևախախտումներով և ապարների ջրաջերմային փոփոխություններով:

Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ Երախի անտիկլինալի թևերն ունեն վերին կոնյակ—պալեոցենի հասակի Միջուկում հանդես եկող օֆիոլի-տային զուգորդության ապարների մասին կարելի է ասել հետևյալը: Ուսում-նասիրվող ապարների ճնշող մեծամասնությունն, ըստ ռադիոքանակալի տրվ-յալների, ունեն այբ—վերին կավճի հասակի Միածամանակ, հարկ է նշել, որ պայթման փողրակի մոտ գերհիմքային կազմ ունեցող բրեկչիաները ծածկ-վում են կրաքարերով, որոնք պարունակում են բերիասին բնորոշ ամոնիտ-ներ:

Այսպիսով, Երախի անտիկլինալի կրաքարա-կալժքարա-հրաբխածին ֆոր-մացիայի ապարները ուժեղ ճզմված, կտորատված են՝ տեղ-տեղ վերածվելով տեկտոնական մելանժի: Օֆիոլիտային համաշարքը բնորոշվում է հիպերբա-զիտների համեմատաբար փոքր ծավալ ունեցող ելքերով: Ֆորմացիայի ա-պարների սյարագենեզիսը ցույց է տալիս օֆիոլիտային համաշարքի ոչ տի-տանայնությունը, բացակայում են զուգահեռ զայկաները, հրաբխածին ա-պարների տարբերակվածությունը (արախիրապարիտների առկայություն), հրա-բխածին ապարների հերթափոխությունը սիլիցիանների և միկրիտային կրա-քարերի հետ: Այս ամենը վկայում է ավազանի փոքր չափերի և խորություն մասին:

Երախի օֆիոլիտներն ունեցել են բազմափուլ զարգացում: Կելովեյ—նեո-կոմում ենթադրվում է հրաբխային ճկվածքի գոյություն (մայրցամաքային կեղևի ռիֆտառաջացման գոտի): Հետագայում, այբ—կոնյակի ժամանակա-հատվածում օֆիոլիտագոյացում է տեղի ունեցել, որը նախորդ ռիֆտառա-յացման էտապից սահմանադատվում է ավաստիական տեկտոնական փուլով: Հետագա տեկտոնական շարժումները հանգեցրել են ռիֆտի փակմանը, ա-պարների ճզմմանն ու տեղաշարժերին, սյրոտրուզիանների և որոշ տեղերում մելանժանման կառույցների գոյացմանը:

ON THE YERAKH MOUNTAIN RIDGE OPHIOLITE ASSOCIATION
(THE MINOR CAUCASUS VEDHI OPHIOLITE ZONE)

Abstract

The detailed mapping of the Yerakh anticline has revealed the originality of the Albian-Pre Late Cretaceous ophiolite association structure and composition, which forms the core of the anticline, as well as the presence of Late Jurassic-Neocomian volcanogenous-carbonate series tectonic blocks in the ophiolites.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян В. Т. Биостратиграфия верхнемеловых отложений Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1978, 185 с.
2. Асланян А. Т., Сатян М. А. Тектонические условия становления офиолитовых зон. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1987, 158 с.
3. Багдасарян Г. П., Варданян А. В., Сатян М. А. О возрасте вулканических пород офиолитовой ассоциации (Армянская ССР).—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, т. XLII, № 6, с. 11—18.
4. Варданян А. В. Разломно-блоковая тектоника Урц Вайоцдзора.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1978, № 6, с. 35—44.
5. Егоян В. Л. Верхнемеловые отложения юго-западной части Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1955, 270 с.
6. Мкртчян К. А. Интрузивы бассейна р. Веди.—В кн.: Геология СССР, т. XLIII, Армянская ССР. М.: «Недра», 1970.
7. Ренгартен В. П. Региональная стратиграфия, т. 6, Стратиграфия Малого Кавказа, М.: Изд. АН СССР, 1959, 537 с.
8. Сатян М. А. Позднемеловой литогенез офиолитовых зон Армянской ССР (Малый Кавказ). Ереван: Изд. АН АрмССР, 1979, 168 с.
9. Сатян М. А. Офиолитовые прогибы Мезотетиса. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984, 193 с.
10. Сатян М. А., Ханзатян Г. А. Породы лампроитовой серии в офиолитовом разрезе Вединской офиолитовой зоны Малого Кавказа.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, № 5, с. 64—67.
11. Сатян М. А., Варданян А. В., Кванталиани И. В. Открытие отложений берриаса в Вединской офиолитовой зоне Малого Кавказа.—ДАН АрмССР, 1989, том 88, № 5, с. 228—231.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, 1989, № 6, 11—18

УДК: 552.3:551.76 (479.25)

Р. А. ХОРЕНЯН

К ПЕТРОЛОГИИ МЕЗОЗОЙСКИХ МАГМАТИТОВ СЕВЕРО-
ЗАПАДНОГО ОБРАМЛЕНИЯ ИРАНО-АРМЯНСКОЙ
СУБПЛАТФОРМЫ

Проведено петрологическое обсуждение островодужных толеитовых, известково-щелочных магматитов, развитых юго-западнее Малокавказского офиолитового шва. Представлены они базальт-андезитовой, тоналитовой и габбро-диорит-гранодиоритовой (дайки, малые тела) формациями, формирующимися в условиях повышения щелочности и «водонасыщенности» расплава. Формирование их связано с базальтоидным магматизмом, с вовлечением корового материала в процесс магмообразования. В становлении магматитов участвуют процессы дифференциации, ассимиляции, выплавления, смешения и флюидизации вещества коры.

Мезозойские магматиты северо-западного обрамления Ирано-Армянской субплатформы (Цахкунк-Зангезурская структурно-формационная зона) развиты на Цахкуняцком горст-антиклинорном поднятии, протягивающемся в северо-западном направлении на 40 км и в западной части Памбакского хребта. Представлены они формациями островодужного типа: 1) позднеюрско-раннемеловая базальт-андезитовая (менсарская толща), 2) раннемеловая тоналитовая (Цахкуняц-

ON THE YERAKH MOUNTAIN RIDGE OPHIOLITE ASSOCIATION
(THE MINOR CAUCASUS VEDHI OPHIOLITE ZONE)

Abstract

The detailed mapping of the Yerakh anticline has revealed the originality of the Albian-Pre Late Cretaceous ophiolite association structure and composition, which forms the core of the anticline, as well as the presence of Late Jurassic-Neocomian volcanogenous-carbonate series tectonic blocks in the ophiolites.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян В. Т. Биостратиграфия верхнемеловых отложений Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1978, 185 с.
2. Асланян А. Т., Сатян М. А. Тектонические условия становления офиолитовых зон. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1987, 158 с.
3. Багдасарян Г. П., Варданян А. В., Сатян М. А. О возрасте вулканических пород офиолитовой ассоциации (Армянская ССР).—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, т. XLII, № 6, с. 11—18.
4. Варданян А. В. Разломно-блоковая тектоника Урц Вайоцдзора.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1978, № 6, с. 35—44.
5. Егоян В. Л. Верхнемеловые отложения юго-западной части Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1955, 270 с.
6. Мкртчян К. А. Интрузивы бассейна р. Веди.—В кн.: Геология СССР, т. XLIII, Армянская ССР. М.: «Недра», 1970.
7. Ренгартен В. П. Региональная стратиграфия, т. 6. Стратиграфия Малого Кавказа, М.: Изд. АН СССР, 1959, 537 с.
8. Сатян М. А. Позднемеловой литогенез офиолитовых зон Армянской ССР (Малый Кавказ). Ереван: Изд. АН АрмССР, 1979, 168 с.
9. Сатян М. А. Офиолитовые прогибы Мезотетиса. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984, 193 с.
10. Сатян М. А., Ханзатян Г. А. Породы лампроитовой серии в офиолитовом разрезе Вединской офиолитовой зоны Малого Кавказа.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, № 5, с. 64—67.
11. Сатян М. А., Варданян А. В., Кванталиани И. В. Открытие отложений берриаса в Вединской офиолитовой зоне Малого Кавказа.—ДАН АрмССР, 1989, том 88, № 5, с. 228—231.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, 1989, № 6, 11—18

УДК: 552.3:551.76 (479.25)

Р. А. ХОРЕНЯН

К ПЕТРОЛОГИИ МЕЗОЗОЙСКИХ МАГМАТИТОВ СЕВЕРО-
ЗАПАДНОГО ОБРАМЛЕНИЯ ИРАНО-АРМЯНСКОЙ
СУБПЛАТФОРМЫ

Проведено петрологическое обсуждение островодужных толеитовых, известково-щелочных магматитов, развитых юго-западнее Малокавказского офиолитового шва. Представлены они базальт-андезитовой, тоналитовой и габбро-диорит-гранодиоритовой (дайки, малые тела) формациями, формирующимися в условиях повышения щелочности и «водонасыщенности» расплава. Формирование их связано с базальтоидным магматизмом, с вовлечением корового материала в процесс магмообразования. В становлении магматитов участвуют процессы дифференциации, ассимиляции, выплавления, смешения и флюидизации вещества коры.

Мезозойские магматиты северо-западного обрамления Ирано-Армянской субплатформы (Цахкунк-Зангезурская структурно-формационная зона) развиты на Цахкуняцком горст-антиклинорном поднятии, протягивающемся в северо-западном направлении на 40 км и в западной части Памбакского хребта. Представлены они формациями островодужного типа: 1) позднеюрско-раннемеловая базальт-андезитовая (менсарская толща), 2) раннемеловая тоналитовая (Цахкуняц-

кий тоналитовый комплекс—Агверанский, Анкаван-Такарлинский, Гехаротекский, Миракский массивы), 3) позднемеловая габбро-диорит-гранодиоритовая (дайки, малые тела). Толентовые вулканиты менсарской толщи, развитые в основном на западных склонах Памбакского и Цахкуняцкого хребтов, характеризуются дифференцированностью состава от базальтовых, андезито-базальтовых через андезитовые порфириты до дацитовых плагиорнолитовых порфиров субвулканической фации. Раннемагматическая ассоциация минералов в базальтовых, андезито-базальтовых порфиритах (лавы, лавобрекчии) и туфотурбидитах соответственно представлены интрателлурическими порфировыми выделениями авгита+битовинита (№ 80—75) и авгита+лабрадора (№ 65—60).

Интрателлурические порфировые выделения андезитовых лав представлены авгитом+андезином (№ 50—42)+кварцем; андезито-дацитовых лавобрекчий, вулканических брекчий—роговой обманкой+кварцем+андезином (№ 50—45), роговой обманкой+андезином (№ 42—38)+биотитом; плагиорнолитовых субвулканических тел—авгитом+роговой обманкой+андезином (№ 50—48)+биотитом; роговой обманкой+олигоклазом (№ 30—26)+биотитом+кварцем.

Смена парагенетических ассоциаций с безводными минералами ассоциацией с водосодержащими минералами вулканитов первой и второй эффузивной стадий [10] отражает нарастание водонасыщенности сухого, толентового расплава и приводит к формированию андезитовых лав, андезито-дацитовых лавобрекчий, вулканических брекчий и субвулканических тел плагиорнолитов. Обе стадии протекают в условиях повышения эксплозивности расплава, образования туфотурбидитов базальтового (тухманукская свита), андезито-базальтового состава в конце первой стадии и туфов, вулканических брекчий андезито-дацитовых порфиров в конце второй стадии.

В строении Цахкуняцкого тоналитового комплекса участвуют породы трех фаз: пироксен-роговообманковые кварцевые диориты (эндо-контактной фации), тоналиты главной фазы; лейкократовые тоналиты, плагиограниты дополнительных интрузий и аплиты, гранит-порфиры, пегматиты. Парагенетические ассоциации минералов раннемагматической стадии кристаллизации представлены авгитом+роговой обманкой+зональным андезином (№ 50—48, № 41—41, № 38—35), позднемагматической стадии кристаллизации—роговой обманкой+андезином (№ 35—30)—олигоклазом (№ 28—25)+кварцем+биотитом, что указывает на постепенное нарастание водонасыщенности расплава при кристаллизации пород главной фазы становления массива.

Дайки гранит-порфиров пересекают породы ранних фаз тоналитовых массивов (тоналиты, лейкократовые тоналиты и аплиты). Согласно радиологическим данным возраст гранит-порфиров Гехаротского массива составляет 100 ± 6 млн. лет*. Парагенетические ассоциации минералов раннемагматической стадии кристаллизации в гранит-порфирах представлены олигоклазом I-й генерации (андезин №30—34); главной стадии кристаллизации—олигоклазом II-й генерации (олигоклаз № 18—24)+калинатровым полевым шпатом+кварцем+биотитом+роговой обманкой; ассоциации минералов стадии кристаллообразования основной массы представлены альбитом (№ 7—10)+изометричными зернами кварца+ортоклаза. Содержание калинатрового полевого шпата в гранит-порфирах составляет 42—48%, что в два раза превышает их содержания в аплитах, являющихся прямыми дифференциатами пород ранних фаз тоналитовых массивов. Отрыв во времени формирования даек гранит-порфиров от пород ранних фаз тоналитовых массивов, особенности их вещественного состава указывают на

* Результаты радиологических определений абсолютного возраста гранитов выполнены в лаборатории ядерной геохронологии ИГи АН АрмССР.

их связь с палингеничными коровыми магмами, сформированными взаимодействием остаточных флюидов и корового вещества.

Верхнемеловая жильно-магматическая формация габбро-диорит-гранодиоритового состава пользуется широким развитием в пределах изученного региона, пересекая породы всех фаз мезозойского Цахкуняцкого гранитоидного комплекса, а также дайковые тела гранит-порфиров. Раннемагматическая ассоциация минералов даек, малых тел габбрового состава представлена гиперстеном + авгитом + лабрадором (№ 60—56), диоритового состава — роговой обманкой + андезитом (№ 49—46), роговой обманкой + лабрадором (№ 60—56), отражающими повышение «водонасыщенности» расплава во времени.

В целом смена парагенетических ассоциаций с безводными минералами ассоциацией с водосодержащими минералами отражает нарастание водонасыщенности расплава в течение формирования вулканитов менсарской толщи, пород Цахкуняцкого гранитоидного комплекса и даек, малых тел габбро-диорит-гранодиоритового состава.

Формирование мезозойских магматитов протекало в условиях повышения щелочности: пониженной, натривой для пород базальт-андезитовой формации (толентовая серия), нормальной, натривой для пород тоналитовой формации, повышенной, калиевой для гранит-порфиров и повышенной, натривой для формаций малых тел габбро-диорит-гранодиоритового состава (известково-щелочных серий).

Проявление мезозойского магматизма являлось характерным для областей киммерийской (раннеальпийской) складчатости — Сомхето-Карабахской структурно-формационной зоны и Кафанского сегмента, в пределах которых выделен ряд крупных вулканотектонических структур [7, 8]. Проведенные комплексные исследования в пределах северо-восточного обрамления Цахкуняцкого выступа фундамента [9, 10] позволяют отметить области развития позднеюрско-меловых магматитов (рис. 1). На северо-западе региона реконструирована полиформационная Менсар-Гехаротская вулканотектоническая структура

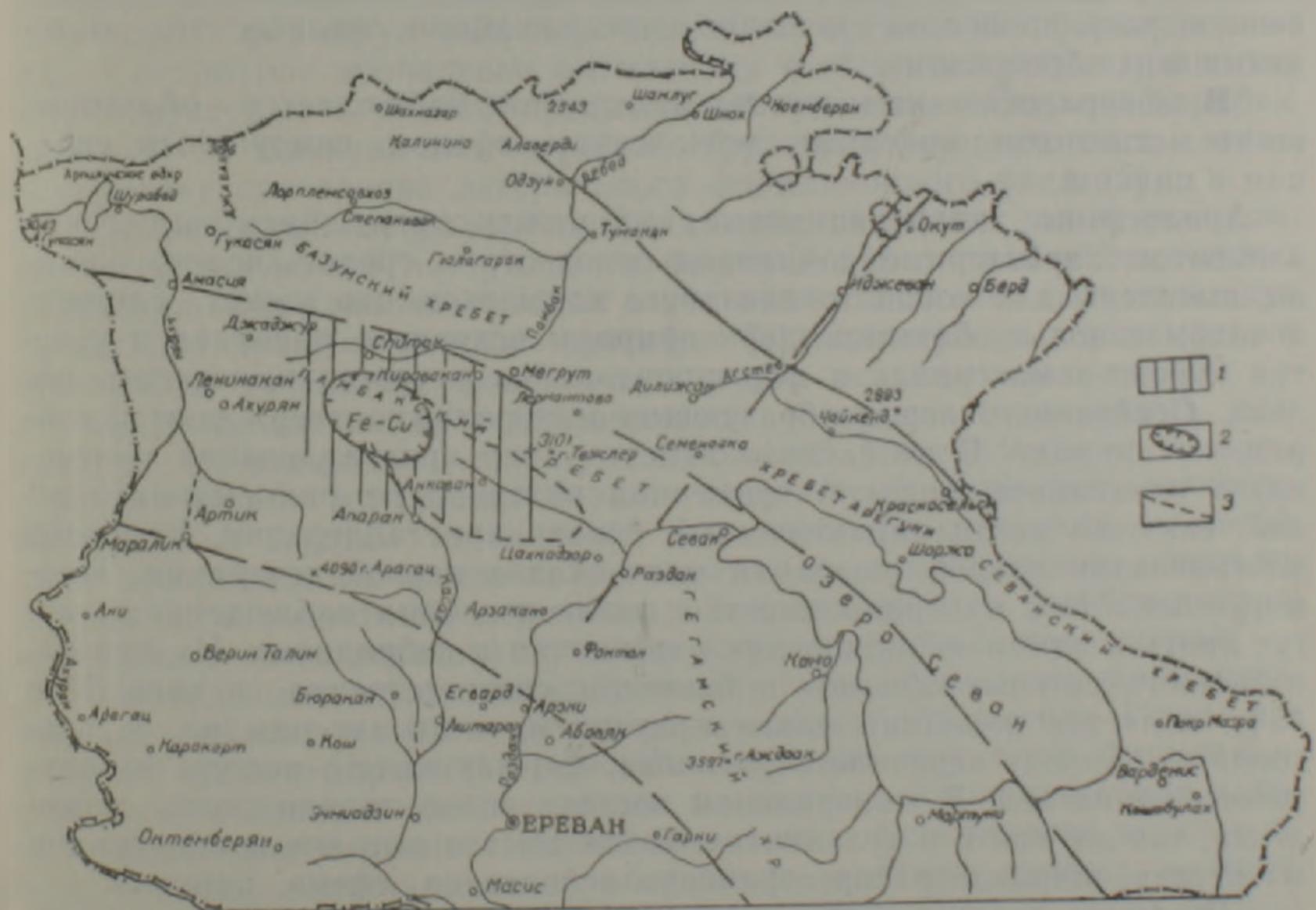


Рис. 1. Схема развития мезозойских магматитов Цахкунь-Зангезурской структурно-формационной зоны. 1. Область развития верхне юрско-меловых магматитов Цахкунь-Зангезурской структурно-формационной зоны. 2. Менсар-Гехаротская вулканотектоническая структура (J—K). 3. Цахкуняцкий раннемеловой тоналитовый комплекс (K₁).

центрального типа, заложенная на докембрийском фундаменте. Длительное термостатирование ее (поздняя юра-мел) привели к интенсивной постмагматической деятельности, связанной с постоянным зарождением флюидных потоков. Формируются ранние фации пропилитизации, развивающиеся в широком температурном интервале, имеющие региональную распространенность и поздние фации пропилитизации, характеризующиеся локальным развитием вдоль тектонических нарушений в виде гнезд и жиллообразных тел. Высокотемпературная пропилитизация характеризуется новообразованиями цонзита, хлорита, кальцита, серицита, мусковита, актинолита, пренита, уралита, эпидота, сфена, магнетита. Средне-низкотемпературная пропилитизация—опал, халцедон, кварц, хлорит, эпидот, кальцит, цеолит. Поздняя пропилитизация приводит к интенсивному развитию вдоль тектонических нарушений кварцевых жил, иногда с медно-гематитовой и полиметаллической минерализацией, широко развитых в породах тоналитовых массивов, а также в вулканитах менсарской толши. Южное продолжение последней—миракская свита, развитая на западных склонах Цахкуняцкого хребта, имеет единый источник поступления вулканического материала с тухманукской свитой туфотурбидитов [2]. Это позволяет как миракскую свиту, так и внедренный в нее миракский тоналитовый массив рассматривать в составе Менсар-Гехаротской вулcano-тектонической структуры.

Геохимическими исследованиями [4] установлено, что исходный расплав менсарских вулканитов был сформирован при 11—13% частичном плавлении мантийного перидотита. Изучение корреляционных связей [9] между содержанием химических элементов в вулканитах как основного, так и среднего составов выявило три ассоциации связанных между собой элементов: I—Mn-Ni-Co-V-Zn-Ca-Cu-Sr; II—Mo-Zn; III—Pb-Ba. Первая ассоциация характерна для пород основного состава, вторая и третья более типичны для пород среднего и кислого составов. Такое сосуществование ассоциаций в породах одного и того же типа свидетельствует об их гибридной природе и указывает на существенную роль процессов смещения и ассимиляции силикатического материала в их образовании.

В минералогическом составе вулканитов наблюдается обогащенность магнетитом, апатитом, лейкоксомом, сфеном, самородным свинцом и цинком.

Аналогичные корреляционные связи между содержанием химических элементов, характерные для пород основного и средне-кислого состава, выявлены для пород тоналитового комплекса, что может служить доводом в пользу базальтоидной природы исходного расплава и участия корового материала в формировании их петрогеохимического облика. Особенности породообразующих минералов подтверждают их гибридную природу. В этой связи отметим, что кристаллизация плагиоклаза охватывает широкий временной интервал от раннемагматической, включая позднемагматическую стадии кристаллизации. Коррозия плагиноклазом второй генерации плагиноклаза первой генерации, ассоциируемые с ним минералы вместе с геохимическими наблюдениями могут явиться одним из индикаторов смещения и гибридизма. Низкая железистость роговых обманок и биотитов, соответственно равная 37 и 45%, является дополнительным критерием, указывающим на базальтоидную природу первичного расплава, формирующего породы тоналитового комплекса. В минеральном составе пород тоналитового комплекса, так же как и в вулканитах, наблюдаются высокие концентрации магнетита, широкое распространение лейкоксена, сфена, циркона.

Различия в вещественном составе тоналитовых массивов зависят от состава корового материала, ассимилированного исходной магмой. В породах Такарлу-Анкаванского, Агверанского тоналитовых массивов устанавливается сокращение железо-магнезиальных компонентов, насыщенность глиноземом, уменьшение содержания полевошпатовой извести. В их геохимическом спектре наблюдается повышение содер-

жания петрогенных элементов—Sr и Be, редких элементов—У, УЬ, Zr и пониженные содержания Zn, Ca по сравнению с тоналитами Гехаротского массива. В пределах последнего сравнительно интенсивно проявлена щелочно-эманационная дифференциация, выражающаяся в широком развитии фазовых и фацциальных пегматитов, заполнения трещин главной и дополнительной фаз массива калинатровым полевым шпатом и кварцем, а также в наличии поздней генерации цирконов с газовой-жидкими включениями.

Особенности состава породообразующих минералов из пород позднемеловой габбро-диорит-гранодиоритовой формации (дайки, малые тела), резкий темп возрастания содержаний щелочных алюмосиликатов, повышение содержания K_2O и TiO_2 , специфика их петрогенхимического облика указывают на их становление из самостоятельного магматического очага. Ряд признаков—обратная зональность плагиоклазов, большое развитие кальциевых минералов, заполнение трещин как в вулканитах менсарской толщи, породах тоналитовых массивов, так и в породах малых интрузий указывают на участие корового материала в формировании малых тел среднего состава, процессы смещения и известковистую ассимиляцию базальтоидной магмой.

В целом в исследованном регионе выделен временной эволюционный ряд магматических формаций позднеюрско-мелового возраста: базальт-андезитовая толентовая, тоналитовая и габбро-диорит-гранодиоритовая (дайки, малые тела) известково-щелочные формации, формирование которых связано с базальтоидным магматизмом с вовлечением корового материала в процесс магмообразования. Мезозойский магматизм проявлен юго-западнее Малокавказского офиолитового шва, являющегося границей между Понтийско-Малокавказской складчатой системой и Афро-Аравийской платформой. В мобилистических конструкциях Севанский офиолитовый пояс считается зоной субдукции океанической плиты Палеотетиса под Закавказскую плиту. С позиции тектоники плит по этим зонам погружается и уничтожается земная кора, которая переплавляясь внедрялась в уже сформированные ассоциации пород, формируя вышеперечисленный временной формационный ряд. Синхронное проявление магматизма в сосуществующих разнотипных структурах с разной предысторией развития—Сомхето-Карабахской [6] и Цахкунк-Зангезурской структурно-формационных зонах, определяет проявление латерального формационного ряда [5].

Проведенный петрологический анализ указывает на формирование островодужного латерального формационного ряда в отмеченных структурно-формационных зонах в условиях сближения островных дуг, замыкания краевых морских прогибов [3], примерно с верхнеюрского времени. В результате оказываются рядом останцы океанической коры (апаранская толща—сараланджская и лусагюхская свиты), слагающие аккреционную призму палеожелоба континентальной коры [1], толентовые вулканиты базальт-андезитовой формации, известково-щелочные породы тоналитовой формации (цахкуняцкий мезозойский гранитоидный комплекс), граниты из выплавленного корового материала и известково-щелочные дайки, малые тела (габбро-диорит-гранодиоритового состава) с повышенной натриевой щелочностью.

Проведенные исследования позволяют заключить, что формирование мезозойских магматитов северо-западного обрамления Ирано-Армянской субплатформы (Цахкунк-Зангезурская структурно-формационная зона) связано с базальтоидным магматизмом и вовлечением корового материала в процесс магмообразования. Особенности вещественного состава, геодинамической обстановки, а также данных геофизических исследований указывают на становление магматических формаций, их латеральных и эволюционных рядов в зоне субдукции в условиях взаимодействия северного края Гондванской платформы с Евразийской плитой при замыкании краевых морских прогибов и сближении островных дуг—Сомхето-Карабахской (-Кафанской) и Цахкунк-

Ռ. Շ. ԿՈՐԵՆՅԱՆ

ԻՐԱՆԱ-ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԵՆԹԱՊԱՆՏՖՈՐՄԻ ՀՅՈՒՄԻՍ-ԱՐԵՎՄՏՅԱՆ ԵԶԵՐԱՊԱՏՄԱՆ
ՄԵԶՈԶՈՅԱՆ ՄԱԳՄԱՏԻՏՆԵՐԻ ԱՊԱՐԱՐԱՆՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Ա մ ֆ ո ս փ ու մ

Կատարված է կղզիաղեղային տուֆիտային, կրակալային մագմատիտների ապարարանական բննարկումը, որոնք տարածված են Փոքր Կովկասի օֆիոլիտային կարից ղեպի հարավ-արևմուտք: Դրանք ներկայացված են բազալտ-անդեզիտային, տոնալիտային և գաբրո-դիորիտ-գրանոդիորիտային (երակային-մագմատիկ) ֆորմացիաներով, որոնք ձևավորվել են հալոցքի ալկալայնության և ջրահագեցվածության աճի պայմաններում: Դրանց ձևավորումը կապված է բազալտային մագմատիզմի հետ՝ ընդգրկելով կեղևային նյութը մագմադոյացման պրոցեսի մեջ: Մագմատիտների կազմավորումը տեղի է ունեցել դիֆերենցացման, ասիմիլացման, վերահալման, խառնման և կեղևի նյութի ֆլյուիդացման պրոցեսների ազդեցության ներքո:

Իրանա-Հայկական ենթապլատֆորմի հյուսիս-արևմտյան եզերապատման մեզոզոյան մագմատիտները տարածված են Մաղկունյացի հորստ-անտիկլինորիումի և Փամբակի լեռնաշղթայի արևմտյան մասում: Ներկայացված են կղզիաղեղային սիպի ֆորմացիաներով՝ 1) բազալտ-անդեզիտային (մենսարյան հաստվածք)՝ վերին յուրա—վաղ կավճի հասակի, 2) տոնալիտային (Մաղկունյացի գրանիտոիդային համալիր՝ Ազվերանի, Հանքավան-Քարարուի, Գեղարուտի և Միրաքի ինտրուզիվները)՝ վաղ կավճի հասակի և 3) գաբրո-դիորիտ-գրանոդիորիտային (երակային-մագմատիկ գոյացումներ)՝ ուշ կավճի հասակի:

Նշված ֆորմացիաների ապարների միներալների պարագենետիկ զուգույությունների ուսումնասիրությունը՝ ընդհանուր առմամբ անջուր միներալների զուգորդությունների հաջորդումը ջուր պարունակող միներալների զուգորդություններով, արտահայտում են հալոցքի ջրահագեցման աճը:

Մեզոզոյան մագմատիտների կազմավորումը տեղի է ունեցել ալկալայնության աճի պայմաններում. ցածր՝ նատրիումական, բազալտ-անդեզիտային ֆորմացիայի ապարների համար (տուֆիտային սերիա), նորմալ՝ կալիում-նատրիումական, տոնալիտային ֆորմացիայի ապարների համար, բարձր՝ կալիումական, գրանիտ-պորֆիրների համար և բարձր՝ նատրիումական, երակային-մագմատիկ ֆորմացիայի ապարների համար (կրակալային սերիաներ):

Մեզոզոյան մագմատիտները բնորոշ են կիմերյան (վաղ ալպիական) ծալքավորված մարզերի՝ Սոմխեթա-Ղարաբաղի և Ղափանի սեգմենտների համար, որոնցում անջատվել են հրաբխա-տեկտոնական կառույցներ: Վերին յուրա—կավճի հասակի մագմատիտների առկայությունը միջին ալպիական ծալքավորման մարզում՝ Մաղկունք-Զանգեզուրի կառուցվածքային-ֆորմացիոն գոտում, հաստատվել է համեմատաբար վերջերս և համակողմանի ուսումնասիրությունների հիման վրա վերականգնվել է Մենսար-Գեղարուտի հրաբխա-տեկտոնական կառույցը:

Մենտարի հաստիքների և տոնալիտային համալիրի ապարների միևնրալարանական, երկրաբանական ուսումնասիրությունները, բնական տարրերի համահարաբերակցական կապերի ուսումնասիրությունները բացահայտում է նրանց հիրբիդային բնույթը և ցույց է տալիս կեղևային նյութի խառնման և ածխածնային պրոցեսների դերը:

Երակային-մագմատիկ գարրո-գիորիտ-գրանոդիորիտային կազմի ապարների միևնրալարանա-երկրաբանական ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս դրանց առաջացումը ինքնուրույն մագմատիկ օջախից և կեղևային նյութի, կրային ածխածնային երևույթների առկայության մասին նրանց կազմավորման ընթացքում:

Ընդհանուր առմամբ, ուսումնասիրված մարզում անջատվել է վերին յուրա—կավճի հասակի մագմատիկ ֆորմացիաների ժամանակային էվոլյուցիոն շարք՝ բազալտ-անդեզիտային՝ ադեհիտային սերիա, տոնալիտային և երակային-մագմատիկ ֆորմացիաներ՝ կրակային սերիաներ, որոնց ձևավորումը կապված է բազալտոիդային հալոցրի հետ՝ ընդգրկելով կեղևային նյութը մագմագոյացման պրոցեսի մեջ:

Մեկոզոյան մագմատիզմը ուսումնասիրված մարզում արտահայտված է Փոքր Կովկասի օֆիոլիտային գոտուց հարավ-արևմուտք, որը սահման է հանդիսանում Պոնտոս—Փոքր Կովկասյան ծայրավորված համակարգի և Աֆրիկա-Արարական պլատֆորմի միջև: Ըստ մորֆոլիստական դադափարների, Անանի օֆիոլիտային գոտին համարվում է Պալեոթեթիսի սուբդուկցիայի զոնա Անդրկովկասյան սալի տակ: Մալային տեկտոնիկայի տեսանկյունից այդ զոնաներում ներսուզվում և ոչնչանում է օվկիանոսային կեղևը, որը վերահալվելով ներդրվում է արդեն ձևավորված ապարների մեջ, կազմավորելով վերոհիշյալ ժամանակային-ֆորմացիոն շարքը: Մագմատիզմի միաժամանակյա արտահայտումը գոյակցող տարրեր տիպի կառույցներում՝ Սոմխեթա-Ղարաբաղի և Մազկունք-Ջանգեզուրի կառուցվածքային-ֆորմացիոն զոնաներում, կանխորոշում է լատերալ ֆորմացիոն շարքի արտահայտումը:

Կատարված ապարաբանական վերլուծությունը բացահայտում է կղզիադեղային լատերալ ֆորմացիոն շարքի ձևավորումը վերոհիշյալ կառուցվածքային-ֆորմացիոն զոնաներում, կղզային աղեղների մերձեցման և ծայրամասային ծովային իջվածքների փակման պայմաններում, մոտավորապես վերին յուրայում: Այդ պատճառով կողք կողքի են գտնվում օվկիանոսային կեղևի մնացորդները (ապարանի հաստվածք՝ սարալանջի և լուսազյուղի շերտախմբեր), որոնցով կազմված են մայրցամաքային եզրի հնեակոսի ակրեցիոն պրիզման, բազալտ-անդեզիտային և տոնալիտային ֆորմացիաների ապարները, սլասյանի մեջ խորասուզված, վերահալված կեղևային նյութից առաջացած գրանիտները, երակային-մագմատիկ գարրո-գիորիտ-գրանոդիորիտային կազմի գոյացումները:

Կատարված հետազոտությունները թույլ են տալիս ենթադրելու, որ Իրանա-Հայկական ենթապլատֆորմի հյուսիս արևմտյան եզրապատման մեկոզոյան հրային ապարների առաջացումը (Մազկունք-Ջանգեզուրի կառուցվածքային-ֆորմացիոն զոնա) կապված է բազալտային մագմատիզմի հետ՝ ընդգրկելով կեղևային նյութը մագմագոյացման պրոցեսի մեջ: Նյութական կազմի առանձնահատկությունները, երկրադինամիկ պայմանները բերում են այն եզրակացության, որ մագմատիկ ֆորմացիաները, նրանց լատերալ և էվոլյուցիոն շարքերը կազմավորվել են սուբդուկցիայի զոնայում՝ Գոնդվանայի պլատֆորմի հյուսիսային եզրի ներգործության պայմաններում և արասիական սալի հետ, ծայրամասային ծովային իջվածքների փակման և կղզային աղեղների՝ Սոմխեթա-Ղարաբաղի և Մազկունք-Ջանգեզուրի, Պոն-

R. II. KHORENIAN

ON THE IRANIAN-ARMENIAN SUBPLATFORM NORTH-WESTERN
FRAME MESOZOIC MAGMATITES PETROLOGY

A b s t r a c t

The island arc tholeiitic, calc-alkaline magmatites petrology is considered, which are developed to the south-westward of the Minor Caucasus ophiolite geosuture. They are presented by basalt-andesitic, tonalitic and gabbro-diorite-granodioritic (dikes and small bodies) formations, which are formed in the conditions of the melt increasing alkalinity and „water-saturation“. Their formation is connected with the basaltoid magmatism drawing in the crust material in the magma-forming process. The differentiation, assimilation, as well as the crust material smelting, mixing and fluidization processes are present during the magmatites formation.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агамалян В. А. Мезозойский аккреционный комплекс (апаранская серия) Цахкуняцкого хребта Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, т. XL, № 2, с. 13—24.
2. Агамалян В. А. Петрографические особенности апаранской серии мезозоя Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, т. XLI, № 5, с. 15—25.
3. Богатиков О. А., Борсук А. М., Дмитриев Ю. И., Коваленко В. И., Рябчиков И. Д. Эволюция магматизма в истории Земли.—В кн.: МГК, 26-м. Докл. советских геологов. Петрология. М.: Наука, 1980, с. 3—12.
4. Магакян Р., Закариадзе Г. С., Хоренян Р. А., Коровкина Н. А., Шемарыкина Т. П., Коровина Н. А. Верхнеюрско-нижнемеловая толентовая серия островодужного типа, заложенная на докембрийском континентальном основании (Апаранская серия, Армения). Тезисы докладов XII семинара «Геохимия магматических пород». М.: 1986 с. 207—208.
5. Масайтис В. А., Москалева В. Н., Румянцева И. О., Парагенезисы магматических формаций и тектонические режимы.—В кн. МГК, 26-м. Докл. советских геологов. Петрология. М.: Наука, 1980 с. 13—20.
6. Мелконян Р. Л. Петрология и геохимия интрузивных комплексов Алавердского рудного района.—В кн.: Петрология и геохимия интрузивных комплексов некоторых рудных районов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1976, с. 137—270.
7. Мурадян К. М., Джрбашян Р. Т. Юрско-меловые вулканические структуры и связанная с ними металлогения (на примере Армянской ССР). Тез. докладов VII Всесоюзного палеовулканологического симпозиума, ч. II. Ташкент: 1986, с. 153—155.
8. Саркисян Р. А., Ачикгёзьян С. О., Зограбян С. А., Мирзоян Г. Г. Новые данные о структуре Кафанского рудного района.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1983, т. 36, № 5, с. 28—40.
9. Хоренян Р. А. Мезозойский магматизм Цахкуняцкого хребта.—Ереван: Изд. АН АрмССР, 1982, 132 с.
10. Хоренян Р. А. О Менсар-Гехаротской вулканотектонической структуре.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, т. XL, № 5, с. 8—16.

С. В. ГРИГОРЯН, А. К. САГАТЕЛЯН

ТЕЛЛУР—КАК ЭЛЕМЕНТ-ИНДИКАТОР ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Теллур является прямым элементом-индикатором золотого оруденения. В рядах зонального отложения элементов-индикаторов он стабильно занимает место в группе элементов, накапливающихся на верхних горизонтах оруденения. В едином ряду зональности теллур располагается между серебром и свинцом.

Исследованиями последних лет установлено, что теллуриды являются характерными для золоторудных месторождений минералами [1, 4]. Несмотря на то, что теллур является типоморфным для золотого оруденения элементом, в практике геохимических поисков он не нашел широкого применения прежде всего в связи с недостаточной чувствительностью на этот элемент экспрессного спектрального анализа—основного аналитического метода геохимических поисков.

Следует отметить, что в настоящее время для поисковой геохимии возможности экспрессного спектрального анализа в основном исчерпаны: в качестве основных элементов-индикаторов практически используются только те элементы, чувствительность экспрессного спектрального анализа на которые является достаточной, т. е. когда порог обнаружения существенно не превышает кларковое содержание данного элемента. Яркой иллюстрацией этому может служить единый ряд зонального отложения элементов-индикаторов рудных месторождений [2], в котором (за исключением только урана) элементы признаны индикаторами тех или иных месторождений не только потому, что содержатся в их рудах в повышенных концентрациях, но и по причине достаточной чувствительности экспрессно-спектрального анализа на эти элементы. В этой связи становится очевидным, что одним из перспективных направлений дальнейшего развития теоретических основ геохимических поисков безусловно является выявление новых эффективных элементов-индикаторов, прежде всего среди элементов, которые как бы остались «за бортом» экспрессного спектрального анализа. Одним из таких элементов и является теллур, особенность распределения которого была изучена авторами на одном из золоторудных месторождений Армении.

В геологическом строении исследованного месторождения принимают участие метаморфические, вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные породы палеозоя, мела, эоцена, миоплиоцена, прорванные разновозрастными интрузивными образованиями. Рудовмещающие породы представлены сенинтами, кварцевыми диоритами и порфиритами. Локализирующие кварцево-рудные жилы структуры представлены трещинами отрыва и скола, в меньшей степени—зонами брекчированных и смятых пород. Рудные жилы часто залегают в зальбандах даек.

По морфологическим особенностям выделяются простые и сложные жилы: первые приурочены к изолированным трещинам, вторые—к субпараллельным трещинам, зонам дробления и расланцевания пород. Большинство жил локализуется в сколовых нарушениях; контакты их с вмещающими породами четкие, обычно, с глиной трения. Характерной особенностью жил является наличие пережимов и раздувов. Рудные тела на 90—95% представлены жильными минералами, остальное—сульфиды, сульфосоли, теллуриды, окислы и др. Оруденение отличается крайне неравномерным распределением компонентов. Рудные минералы представлены пиритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, марказитом, самородным золотом, теннантитом, тетраэдритом, висмутином. Из теллуридов развиты: алтаит, сивьянит, калаверит,

креннерит, гессит, петцит, эмпрессит, колорадоит, пагнагит, теллуrowисмутит. Редко встречаются аргентит, виттихенит, эмплектит, пирротин, арсенопирит, молибденит, киноварь, ковеллин, халькозин, борнит, самородное серебро.

Главными элементами руд являются железо, цинк, свинец, медь, мышьяк, сурьма, золото, серебро, теллур, висмут; второстепенными— молибден, ртуть, кадмий, литий, галлий, бериллий, ванадий, титан, никель, кобальт.

Количественный спектральный анализ, выполненный в лаборатории ИГН АН АрмССР Г. М. Мкртчяном с чувствительностью в 0,001%, показал высокие содержания теллура как в пробах и концентрате тяжелых фракций, так и в мономинеральных фракциях: пирита—0,029%, сфалерита—0,1%, халькопирита—0,04%, блеклой руды—0,01—0,3%, галенита—1,26%.

Характерной особенностью жильных тел, залегающих в интрузивных породах, является развитие вокруг них слабоинтенсивных первичных геохимических ореолов.

Изучение особенностей распределения химических элементов по вертикали проводилось по общепринятой методике [2]. Кроме рядовых геохимических проб были исследованы также результаты анализа на широкий круг химических элементов, в том числе и на теллур, тяжелые фракции проб, а также мономинеральные фракции таких типоморфных минералов, какими являются сфалерит и галенит. При расчете рядов вертикальной зональности по анализам тяжелых и мономинеральных фракций к значению показателя зональности применялись поправочные коэффициенты, учитывающие выход в весовых процентах тяжелой фракции и процентное содержание в руде сфалерита и галенита на данном горизонте. Рассчитанные ряды зонального отложения (по вертикали) элементов-индикаторов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Ряды зонального отложения элементов-индикаторов

Анализируемый материал	Ряд вертикальной зональности
Геохимические пробы	Ti, Be, Ni, Co, As, Sb, Cd, V, Hg, Ga, Zn, Bi, Sr, Mo, Li, Cr, Pb, Cu, Te, Ag
Тяжелая фракция	Be, Ni, Bi, As, Cd, Sr, Ti, Mo, Li, Zn, Ag, Pb, V, Ga, Cu, Sb, Te
Сфалерит	Co, Ti, Bi, Sb, As, La, Cd, Sn, V, Mo, Ga, Pb, Cu, Te, Ag
Галенит	Bi, Ga, Ti, Sb, Co, Sn, La, Cd, Mo, Zn, Ag, V, Te, As, Cu

Как видно из приведенных рядов, несмотря на определенные перемещения в рядах отдельных элементов, теллур стабильно занимает место в конце рядов—в группе верхнерудных элементов. Это позволило считать теллур характерным индикатором верхнерудных сечений и расположить его в числитель мультипликативных коэффициентов зональности.

На основании полученных рядов зональности, для количественной оценки уровня пересечения рудных жил, выбраны мультипликативные отношения (табл. 2), значения которых для различных уровней пересечения оруденения показаны на рис. 1—4.

Таблица 2

Мультипликативные коэффициенты вертикальной зональности

Анализируемый материал	Коэффициент зональности
Геохимические пробы	$Cu \times Te / (Be \times Ni)$; $Cu \times Te / Ni^2$
Тяжелая фракция	$Te \times Sb \times Cu / (Ni^2 \times Be)$; $Cu \times Te / (Bi \times Be)$
Сфалерит	$Ag \times Te \times Cu / (Bi^2 \times La)$
Галенит	$Te \times As \times Hg / Bi^2$

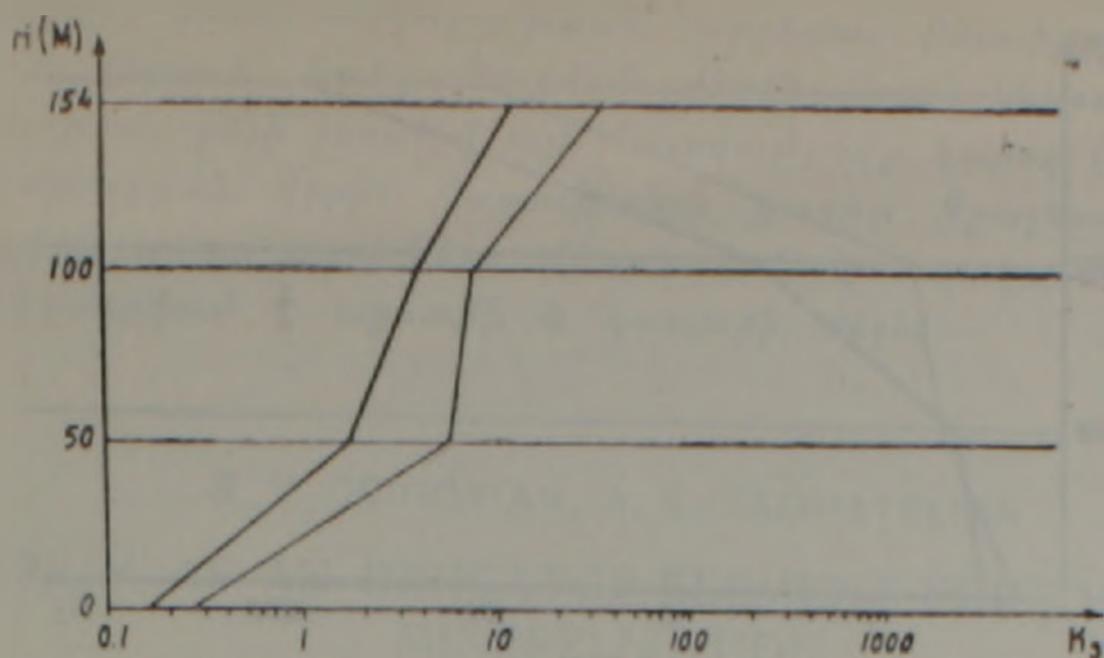


Рис. 1. Графики изменения с глубиной значений K_3 , рассчитанных по данным анализа геохимических проб.

Тонкая линия — $\frac{Cu \cdot Te}{Ni^2}$ в $n \cdot 10^{10}$, жирная — $\frac{Cu \cdot Te}{Be \cdot Ni}$ в $n \cdot 10^{10}$.

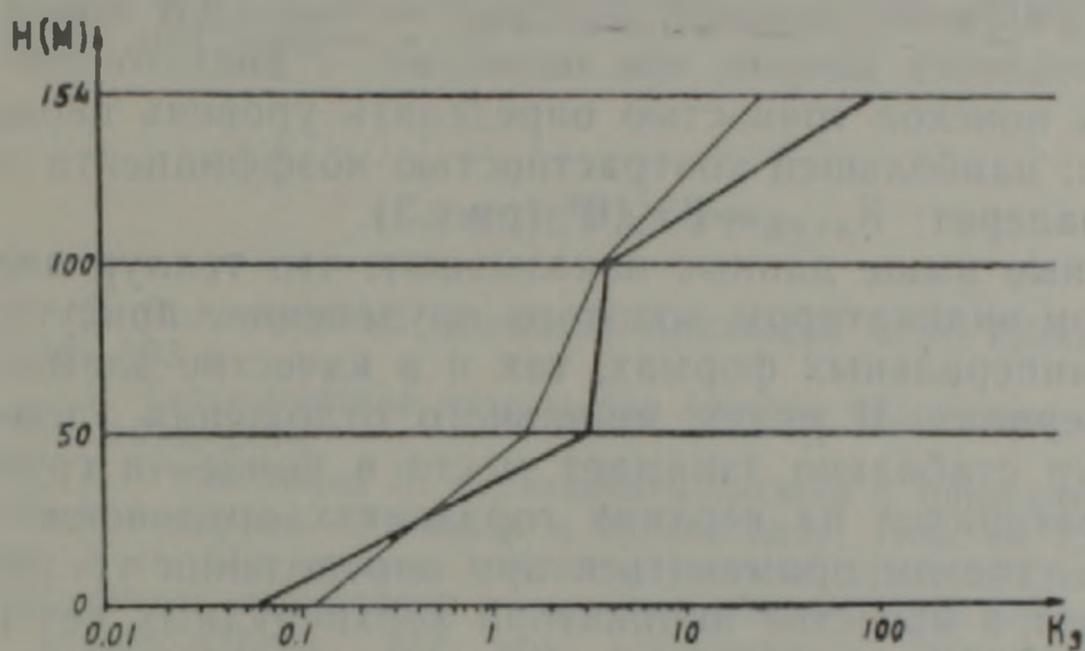


Рис. 2. Графики изменения с глубиной значений K_3 , рассчитанных по данным анализа концентрата тяжелых фракций.

Тонкая линия — $\frac{Te \cdot Cu}{Bi \cdot Be}$ в $n \cdot 10^6$, жирная — $\frac{Te \cdot Sb \cdot Cu}{Ni^2 \cdot Be}$ в $n \cdot 10^{12}$.

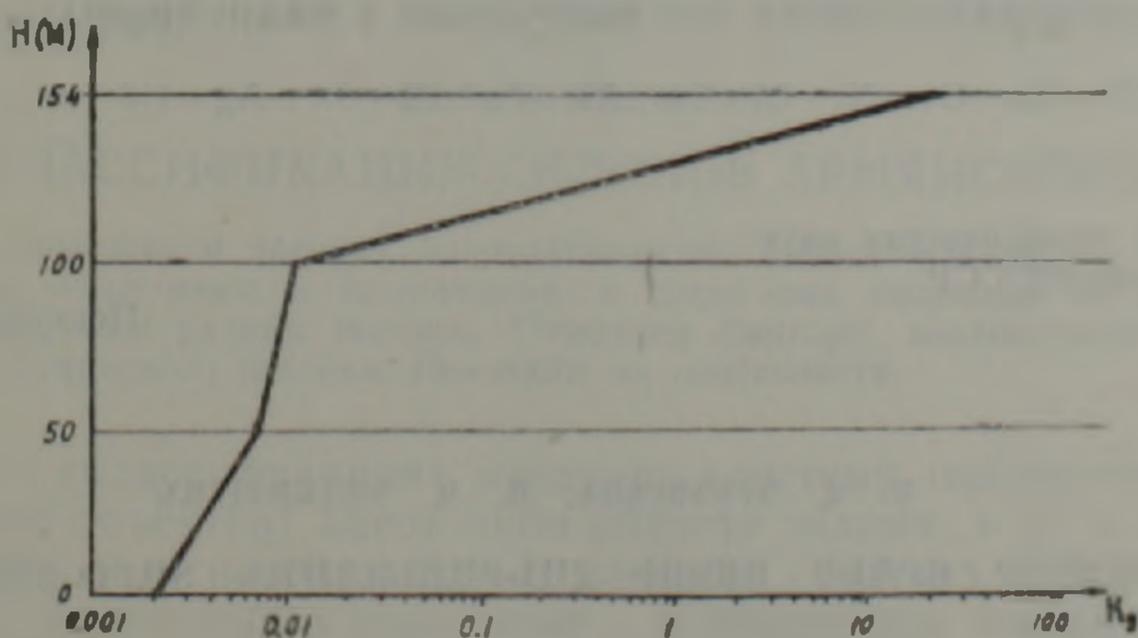


Рис. 3. Графики изменения с глубиной значений K_3 , рассчитанных по данным анализа сфалерита.

$K_3 = \frac{Ag \cdot Te \cdot Cu}{Bi^2 \cdot La}$ в $n \cdot 10^6$.

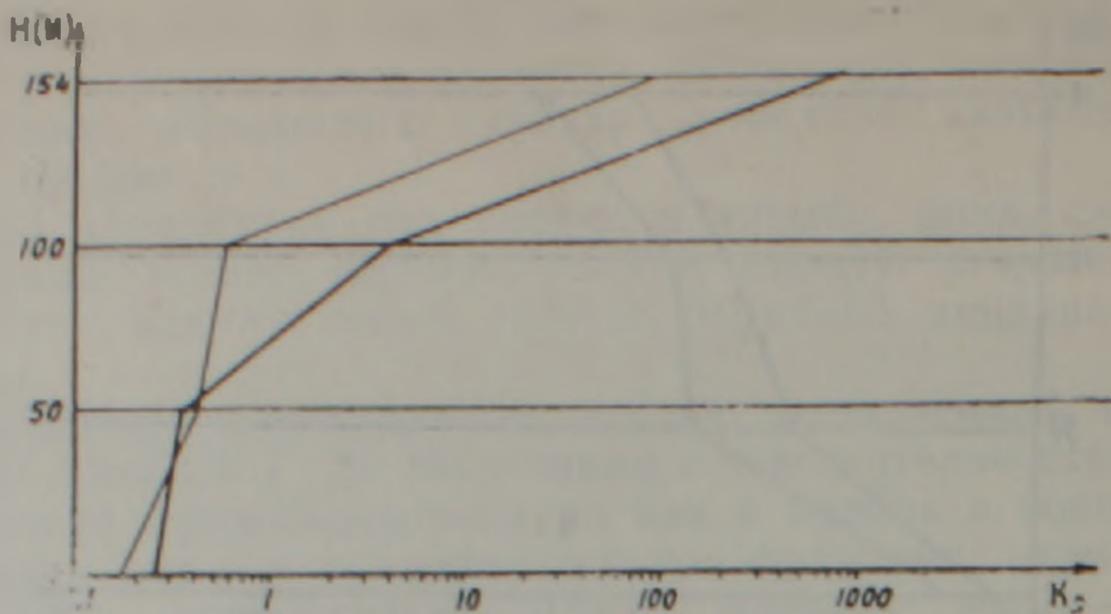


Рис. 4. Графики изменения с глубиной значений K_2 , рассчитанных по данным анализа галенита.

Тонкая линия — $\frac{\text{Te} \cdot \text{As}}{\text{Bi}^2}$ в п. 10^{-1} , жирная — $\frac{\text{Te} \cdot \text{As} \cdot \text{Hg}}{\text{Bi}^3}$ в п. 10^{-5} .

Все приведенные с применением теллура коэффициенты зональности характеризуются высокой контрастностью — 2-3 порядка на глубину в сто пятьдесят метров, что позволяет с достаточной для целей геохимических поисков точностью определять уровень пересечения рудоносных жил; наибольшей контрастностью коэффициента зональности отличается сфалерит: $K_{\text{конт.}} = 8 \times 10^3$ (рис. 3).

Приведенные выше данные показывают, что теллур является прямым элементом-индикатором золотого оруденения, присутствуя как в собственных минеральных формах, так и в качестве элемента-примеси в других минералах. В рядах зонального отложения элементов-индикаторов теллур стабильно занимает место в конце — в группе элементов, накапливающихся на верхних горизонтах оруденения, благодаря чему может с успехом применяться при определении уровня пересечения рудных тел в качестве индикатора верхнерудных сечений.

В заключение отметим, что приведенные выше данные впервые достаточно представительно характеризуют особенности первичных геохимических ореолов теллура и поэтому могут быть использованы для определения места этого элемента в едином ряду зонального распределения элементов-индикаторов гидротермальных месторождений. В приведенных в табл. I рядах теллур постоянно находится между серебром и свинцом, что позволяет и в едином ряду расположить теллур в такой последовательности (от подрудных к надрудным):

W — Вc — Sn — U — Mo — Co — Ni — Bi — Cu — Au — Zn — Pb — Te — Ag — Cd — As — Sb — Hg — Ba.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 11.X.1989.

Ս. Վ. ԿՐԻՎՈՐՅԱՆ, Ս. Կ. ՍԱՂԱԹԻՅԱՆ,

ԹՈՒՂՈՒՐՐ ՈՐՊԵՍ ՈՍԿՈՒ ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՄԱՆ ՏԱՐՐ-ՑՈՒՑԻՉ

Ա մ փ ո փ ո մ

Մինչ այժմ երկրաբիմիական որոնողական աշխատանքներում թելուրը չի կիրառվել: Հետազոտությունները հաստատել են, որ այն հանդիսանում է ոսկու հանրայնացման ուղղակի տարր-ցուցիչ՝ հանդես գալով սեփական միներալների ձևերով, ինչպես նաև որպես խառնուրդ՝ այլ միներալներում:

Տարր-ցուցիչների գոնալ տեղարաշխման շարքերում թելուրը մշտապես դիր-
քորոշվում է վերջում՝ հանքայնացման վերին հորիզոններում կուտակվող
տարրերի խմբում, ինչի շնորհիվ այն հաջողությամբ կարող է կիրառվել որ-
պես հանքայնացման վերին հատույթների ցուցիչ: Զրաչեքմային ծագման
հանքավայրերի տարր-ցուցիչների միասնական գոնալականության շարքում
թելուրը տեղադրվում է արծաթի և կապարի միջև:

S. V. GRIGORIAN, A. K. SAGHATELIAN

TELLURIUM AS AN INDICATOR-ELEMENT FOR THE GOLD MINERALIZATION

A b s t r a c t

Tellurium is a direct indicator-element for the gold mineralization. In the indicator-elements zonal deposition series tellurium has its stable place in the group of elements, which accumulate in upper horizons of the mineralization. In the common zonality series tellurium is placed between silver and lead.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян Ш. О. Золоторудные формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1984, 303 с.
2. Григорян С. В. Геохимические методы при поисках эндогенных рудных месторождений. М.: 1974, 215 с.
3. Григорян С. В., Гольдмахер И. В. Элементы-примеси в минералах для оценки геохимических аномалий.—Разведка и охрана недр, 1983, № 2, с. 29—33.
4. Хамрабаева З. И. Систематика золотосодержащих рудопроявлений Средней Азии по минеральным ассоциациям теллуридов.—В кн.: Геол. методы поисков и разведки месторождений мет. пол. ископаемых.: Экспресс-информация., М.: ВИЭМС, 1985, вып. 9—10, с. 1—6.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле, XLII, 1989, № 6, 23—31

УДК 551.4.037(479.25)

В. Р. БОЙНАГРЯН

ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СКЛОНОВ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

Склоны Армянского нагорья подразделены по происхождению на вулканические, тектонические, экзогенные и техногенные, а среди них выделены их разновидности. Приведены примеры разных склонов. Отмечены факторы, воздействующие на развитие склонов Армянского нагорья. Показаны их особенности.

Термин «классификация» означает «систему соподчиненных понятий (классов объектов) какой-либо области знания...» [1, с. 269]. Обычно классификация используется в качестве средства «...для установления связей между этими понятиями..., а также для точной ориентировки в многообразии понятий или соответствующих объектов» [там же]. Естественно, что правильно составленная классификация позволяет по месту объекта в системе определять его свойства и может иметь практическое значение.

В литературе по склонам имеются классификации по форме, крутизне, длине, происхождению, склоновым процессам, особенностям

Տարր-ցուցիչների գոնալ տեղարաշխման շարքերում թելուրը մշտապես դիր-
քորոշվում է վերջում՝ հանքայնացման վերին հորիզոններում կուտակվող
տարրերի խմբում, ինչի շնորհիվ այն հաջողությամբ կարող է կիրառվել որ-
պես հանքայնացման վերին հատույթների ցուցիչ: Զրաչեբմային ծագման
հանքավայրերի տարր-ցուցիչների միասնական գոնալականության շարքում
թելուրը տեղադրվում է արծաթի և կապարի միջև:

S. V. GRIGORIAN, A. K. SAGHATELIAN

TELLURIUM AS AN INDICATOR-ELEMENT FOR THE GOLD MINERALIZATION

A b s t r a c t

Tellurium is a direct indicator-element for the gold mineralization. In the indicator-elements zonal deposition series tellurium has its stable place in the group of elements, which accumulate in upper horizons of the mineralization. In the common zonality series tellurium is placed between silver and lead.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян Ш. О. Золоторудные формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1984, 303 с.
2. Григорян С. В. Геохимические методы при поисках эндогенных рудных месторождений. М.: 1974, 215 с.
3. Григорян С. В., Гольдмахер И. В. Элементы-примеси в минералах для оценки геохимических аномалий.—Разведка и охрана недр, 1983, № 2, с. 29—33.
4. Хамрабаева З. И. Систематика золотосодержащих рудопоявлений Средней Азии по минеральным ассоциациям теллуридов.—В кн.: Геол. методы поисков и разведки месторождений мет. пол. ископаемых.: Экспресс-информация., М.: ВИЭМС, 1985, вып. 9—10, с. 1—6.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле, XLII, 1989, № 6, 23—31

УДК 551.4.037(479.25)

В. Р. БОЙНАГРЯН

ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СКЛОНОВ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

Склоны Армянского нагорья подразделены по происхождению на вулканические, тектонические, экзогенные и техногенные, а среди них выделены их разновидности. Приведены примеры разных склонов. Отмечены факторы, воздействующие на развитие склонов Армянского нагорья. Показаны их особенности.

Термин «классификация» означает «систему соподчиненных понятий (классов объектов) какой-либо области знания...» [1, с. 269]. Обычно классификация используется в качестве средства «...для установления связей между этими понятиями..., а также для точной ориентировки в многообразии понятий или соответствующих объектов» [там же]. Естественно, что правильно составленная классификация позволяет по месту объекта в системе определять его свойства и может иметь практическое значение.

В литературе по склонам имеются классификации по форме, крутизне, длине, происхождению, склоновым процессам, особенностям

смещения материала [5, 6, 8—11, 22, 23, 25—30 и др.]. Склоны различают также по возрасту, составу слагающих их пород и т. п.

В отношении склонов Армянской ССР и Армянского нагорья в целом имеется очень ограниченное количество работ, в которых рассматриваются вопросы классификации [7, 18].

Ниже делается попытка представить общую классификацию склонов Армянского нагорья по их происхождению и морфологическим разновидностям. Автор с признательностью примет от читателей замечания и дополнения к предложенной классификации.

По происхождению обычно выделяются вулканические, тектонические, экзогенные и техногенные склоны. Первые три генетических типа склонов выделялись и ранее геоморфологами [8, 9 и др.], а техногенные склоны были объектом изучения инженеров-геологов и строителей.

При вулканических процессах в зависимости от характера извержения и состава вулканического материала (лава, пирокластический материал) формируется определенный рельеф с соответствующими склонами, все разновидности которых можно подразделить на склоны положительных аккумулятивных, деструкционных и отрицательных форм (см. таблицу).

По морфологическим признакам, а также характеру происхождения среди положительных аккумулятивных вулканических форм Армянского нагорья выделены склоны: 1. Экструзивных массивов (лавовых куполов), сформированных при медленном выжимании вязкой лавы липаритового, липарито-дацитового, дацитового или липарито-обсидианового состава; их склоны обычно довольно крутые ($28-35^\circ$, в верхней части нередко отвесные). 2. Моногенных конусов (шлаковых, шлаково-лавовых, туфовых, пемзо-пепловых), которые широко распространены на Гегамском (из 105 вулканических построек 79 относятся к шлаковым [19]), Сюникском нагорьях, в районе массива Арагац и на других участках Армянского вулканического нагорья. Насыпные конусы представлены аккумулятивными формами разных масштабов—от крупных конусов Армаган, Аждаак, Ковасар и др. до мелких безымянных построек. В своей верхней части их склоны имеют слегка выпуклый или почти прямой профиль. Крутизна склонов зависит от крупности формирующего их пирокластического материала (например, склоны пемзово-пепловых и пепловых конусов более пологие, чем шлаковых) и составляет в среднем от $15-20^\circ$ до 35° (в отдельных случаях больше; например, Ачасар— $45-50^\circ$, Аждаак—до 50°). Влияет также состояние пирокластического материала (свободное или «сваренное», спекшееся). 3. Полигенных вулканов: а) щитовых (лавовых), б) стратовулканов (слоистых вулканов). Как правило, щитовые и стратовулканы представлены крупными массивами (Арарат, Арагац, Аладаг, Сипаи, Тондрак (Тендюрюк), Аранлер и др.—см. таблицу) и имеют длинные ступенчатые склоны. С. П. Бальян [4] слоистые вулканы Армянского нагорья не относит к типичным стратовулканам, т. к. в них не отмечается четкого чередования лав и пирокластического материала. Здесь друг друга перекрывают только лавы разного химического состава (от базальтового до дацитового), поэтому С. П. Бальян [4] предлагает именовать их просто полигенными. На Гегамском нагорье в Ератумберской группе К. И. Карапетян и А. А. Адамян [19] выделяют 7 небольших конусов и относят их к вулканам гегамского типа, в строении которых отмечается многократное чередование лав и шлаков. Поэтому они считают их стратовулканами в миниатюре. Склоны таких конусов имеют наклон до 35° . 4. Эксплозивных воронок (мааров). К ним В. А. Апродов [2] относит кратерное озеро маарного типа восточной вершины вулкана Тондрак и маарное озеро Аугир-Гелю у южного подножия вулкана Сипаи (Сюпхан). 5. Лавовых потоков с глыбовой или волнистой лавой. 6. Лавовых плато и покровов. 7. Туфовых плато. 8. Пемзовых покровов (потоков). Все эти потоки, плато и покровы в

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ

А. СКЛОНЫ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ АККУМУЛЯТИВНЫХ ФОРМ

1. *Экструзивных массивов (лавовых куполов)*—в АрмССР: Атис, Артеми, Гутансар, Геласар, Фонтан, Авазан, Гюмуш, Алапарс, Базенк, Сатанакар, Гомайр, Ухтакн, Бариртумб и др.; в ГрузССР: Эштна, Абиха, Сев. Шавнабади, Карадаг, Б. Абул, Ивикдаг, Коюндаг, Амиранисгора, Арагва, Маджадня, Б. Кизилдаг, Каракузей, Сангяско и др.; в турецкой части нагорья: Гргур, Угурлудаг, Шако и др.

2. *Моногенных конусов (шлаковых, шлаково-лавовых, туфовых, пемзово-пепловых)*—в АрмССР: Аждаак, Севкатар, Армаган, Вайоцсар, Голгат (Шаранлер), Богусар (пепловый), Лчасар, Кармратар, Перечингиль и др.; в ГрузССР: Саргани, Егонсар, Свирн, Анн, Бенара, Цкрути, Нацхори, Наеклеснари и др.; в АзССР: Алагелляр, Гадиякая и др.; безымянные конусы на склонах крупных вулканических массивов в турецкой части нагорья.

3. *Полигенных вулканов:*

а) *щитовых (лавовых)*—в АрмССР: Аранлер, Яных, Караглух, Болорак, Семасар, Чагатсар; в ГрузССР: Булагдаг, Кулбаки, Емликли; в турецкой части нагорья: Тондрак (Тендюрюк).

б) *стратовулканов (слонстых)*—в АрмССР: Арагац, Мец Ишханасар; в ГрузССР: Мухери, Цителидабадзвели, Тавкветили, Годороби, Юж. Шавнабади; в АзССР—Покр Ишханасар (Ишихлы); в турецкой части нагорья: Арарат, Сипан (Сюпхан), Немрут, Цахканц (Аладаг).

4. *Эксплозивных воронок (мааров)*—кратерное озеро маарного типа восточной вершины вулкана Тондрак и маарное оз. Лугир Гелю у южного подножия вулкана Сипан [2].

5. *Лавовых потоков с глыбовой или волнистой лавой*—в АрмССР: Ашнакский, Алазский, Гюлидузский, Кондагсазский, Гарнийский, Карабердский и др.; в Груз. ССР: Бакурианский, Гуджаретский, Машаверский, Хунанский, Лебедчайский и др.; в АзССР: Тертерский, Акеринский и др.; потоки М. Арарата и др. в турецкой части нагорья.

6. *Лавовых плато и покровов*—в АрмССР: Воскесарское, Арташаванское, Шаранлерское и др.; в ГрузССР: Годороби, Дабадзвели, Гомаретское, Дманисское и др.; плато и покровы в турецкой части нагорья.

7. *Туфовых плато*—Талинское, Каракертское, Артыкское, Айкаванское—все в АрмССР.

8. *Пемзовых покровов (потоков)*—Пемзашенский, Анийский—все в АрмССР.

Б. СКЛОНЫ ДЕСТРУКЦИОННЫХ ФОРМ

Жерловых тел (некков)—Гюазан, Кероглы, Гюгарчин—все в АзССР

В. СКЛОНЫ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ФОРМ

1. *Внутренние склоны кратеров вулканов*—Армаган, Аждаак, Шиштепе, Севкатар, Ковасар, Джавасар и др.—АрмССР; Юж. Шавнабади, Тавкветили, Годороби и др.—ГрузССР.

2. *Внутренние склоны кальдер вулканов*—Арагац, Мец Ишханасар (остатки кальдерного вала)—АрмССР; Самсари—ГрузССР; Сипан (остатки кальдерного вала), Немрут, Перлидаг (Армянский хр.)—в турецкой части нагорья.

А. СОЗДАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМИ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ БЛОКОВЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ

1. *Склоны сводово-блоковых (складчато-глыбовых) хребтов*—восточного нагорья

а) с прямым рельефом—Восточно-Понтийские горы, Внут. Тавр, Армянский (Внешний, Восточный) Тавр, Аджаро-Имеретский, Сомхетский (часть), Базумский, Цахкуняцкий, Севанский, Зангезурский, Урцский, Ераносский и др.;

б) с обращенным рельефом—Сомхетский (часть—массивные отроги Триаletского хр., Халабский, Памбакский (часть), Мургузский (часть), Зангезурский (сев. часть), Арегунийский и др.

2. *Склоны межгорных котловин*—Чапакчур (Бингель), Харбертдашт (Эрзурумская), Марашская, Мушская, Ерлик (Эрзинджан), Цихская, Малатья, котловины долины р. Карасу и др. [4, 14, 15, 17, 30].

Б. СОЗДАНИЕ РАЗЛОМНОЙ ТЕКТОНИКОЙ

1. *Склоны взбросов*—склон северной экспозиции Триаletского хребта и южной экспозиции Мургузского хребта [12].

2. *Склоны сбросов*—склон северной экспозиции Армянского Тавра и южной экспозиции Арегунийского хребта и др.

3. *Склоны, образованные сдвигами*

4. *Склоны, образованные надвигами*—склон моноклинальной гряды гишурского надвига в восточной части северного склона Аджаро-Имеретского хребта; южные склоны западной части Аджаро-Имеретского хребта [14].

В. СОЗДАНИЕ СЕЙСМОТЕКТОНИКОЙ

1. *Склоны крупных трещин, образующихся при сильных землетрясениях*, возникшей у гор. Ерзик (Турция) в декабре 1939 г. при землетрясении и прослеживаемой на протяжении 65 км с вертикальными сбросами [30].

2. *Склоны сейсмогенных структур*—склон Биченагской структуры на хребте, возникшей при землетрясении с магнитудой 6,9; вертикальный сброс 300 м [16].

Л О Н Ы

ЭКЗОГЕННЫЕ

ТЕХНОГЕННЫЕ

НЫМИ

в—все хребты Армян-

Внутренний (Южный)
етский, Триалетский,
езурский (юж. часть),-массив Лалвар), от-
(часть), Иджеванский,
и др [12, 14].берт (Элзыг), Карно-
ан), Лорийская, Ахал-
[17, 30].

кого хребта [20, 24];

го Тавра [24]; склон

ий гряды Сурами—Го-
аро-Имеретского хреб-
[14].землетрясениях—склон
при 10-балльном зем-
альным смещением 1 мктуры в Зангезурском
тикальное смещение—

А. СОЗДАННЫЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ГОРНО-ДОЛИННЫХ ЛЕДНИКОВ

Склоны каров, троговых долин, моренных холмов и бугров—северные склоны Аджаро-Имеретского, Шавшетского и западной части Триалетского хребтов; плато Персати?; Эрушетское нагорье; Самсарский хр., Джавалетский хр.—[14]; Шагдагский хр. [3, 13]; Сипан, Бюраки (Бингэль), Восточно-Понтийские горы [15, 21]; Арагац, Арарат, Зангезурский хр., Варденисское, Гегамское, Сюникское нагорья.

Б. СОЗДАННЫЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ СНЕЖНИКОВ

Склоны нивальных ниш—высокогорные участки хребтов и вулканических конусов повсюду на Армянском нагорье.

В. СОЗДАННЫЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПОСТОЯННЫХ ВОДОТОКОВ

1. *Долин перехвата*—Мегринская, Джульфинская, Арени-Норашенская, Кировакан-Туманянская и др. [12]; Сакраула-Ванисцкали, долины перехвата Локского хребта, Боржомское ущелье? [14].

2. *Антецедентных долин*—р. Алгети у с. Абрамети—южный склон Триалетского хребта; р. р. Бжолисхеви, Ваханисцкали и др. при пересечении моноклинальных гряд восточной части северного склона Аджаро-Имеретского хребта; Боржомское ущелье?—[14]; ущелья Арацо, Багсадзор в Урцском хребте [17]; отдельные участки р. р. Агстев, Вохчи, Аракс, Арпа и др.

3. *Каньообразных долин*—средний участок Атенского ущелья р. Таны—северный склон Триалетского хребта; среднее течение р. Цабларисцкали на участках выходов андезитовых покровов—северный склон Аджаро-Имеретского хребта; р. Аджарисцкали у выходов внутриформационных андезитовых покровов; отдельные участки р. р. Супса, Натанеби, Ханисцкали и др. при пересечении горных пород северного склона Аджаро-Имеретского хребта вкост простирания; ущелья р. р. Ахалкалакисцкали, Машавери, Зуртакети и др. [14]; р. р. Инджачай, Кюрокчай—Мардакертский район НКАО [13]; р. р. Амберд, Касах, Раздан, Арпа, Воротан, Веди, Азат, Дебед и другие—при пересечении лавовых покровов и плато; р. р. Вост. Ефрат (Мурат), Чорох, Аракс и др.—при пересечении плато, нагорий, хребтов и др.

4. *V-образных долин*—верховья большинства рек Армянского нагорья.

5. *Ящикообразных долин*—нижние участки многих рек Армянского нагорья, верховья ряда рек, участки выходов слабоустойчивых пород

6. *Террас и поймы*

Г. СОЗДАННЫЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ВРЕМЕННЫХ ВОДОТОКОВ

Микросклоны промоин, склоны оврагов, балок, конусов выноса

Д. СОЗДАННЫЕ ВОЛНОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Клифы, склоны надводных и подводных валов и ложбин (характерны для озер Севан, Ван)

Е. СОЗДАННЫЕ КАРСТОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Склоны подземных карстовых пещер, полостей; микросклоны воронок, западин и др.

Ж. СОЗДАННЫЕ СУФФОЗИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Склоны суффозионных воронок, блюдца, туннелей и др.

А. НАСЫПНЫЕ

Склоны плотин, дорожных насыпей, отвалов горных выработок

Б. ВЫРЕЗАННЫЕ

Склоны дорожных выемок, карьеров, подрезок

В. ОПУСКАНИЯ (ПРОСАДОК)

1. Склоны просадок, возникающих вследствие уплотнения пород под действием нагрузки;

2. Склоны просадок, возникающих вследствие опускания грунта над подземными выемками (инженерными сооружениями)—туннелями, шахтами, линиями метрополитена и др.

своих краевых частях имеют крутые, часто отвесные склоны с вертикальной столбчатой отдельностью лав. К этим склонам приурочены обвалы лавовых глыб (например, обвалы краев лавовых плато Ахалкалакского, Гомаретского, лавового останца Персати—все в Грузинской ССР; окончания Гарнийского лавового потока—Армянская ССР; Тертерского потока—Азербайджанская ССР и др.). В качестве склонов можно рассматривать и наклонные поверхности самих лавовых потоков (их наклон составляет $6-7^\circ$, хотя нередко не превышает $3-5^\circ$ [7]). Эти поверхности имеют обычно неровный характер и состоят из микросклонов отдельных их частей (бугров, холмов, валов коробления, ступеней и т. п.). Наклон этих микросклонов составляет $15-20^\circ$, местами $25-28^\circ$.

Вулканические плато и покровы Армянского нагорья выделяются почти ровной поверхностью, которая не рассматривается в качестве склонов из-за ее небольшого наклона ($1-2^\circ$, редко более 3°). Последний не способствует смещению рыхлого обломочного материала по поверхности этих плато и покровов под действием силы тяжести или из-за незначительного наклона это смещение ничтожное.

Некоторые плато (например, Дманисское в ГрузССР) имеют ступенчатую поверхность, уступы ступеней высотой до $100-200$ м довольно крутые [14]. В других случаях (Джавахетский хребет) отмечаются большие углы наклона поверхности лавовых покровов, больше первоначально допустимых уклонов жидкой лавы, что связано с тектоническим наклоном этих покровов уже после их формирования [14]. На таких наклонных поверхностях, естественно, смещение рыхлого материала под действием силы тяжести более ощутимое.

В качестве вулканических склонов рассматриваются нами и склоны деструкционных форм—жерловых тел, ибо сама их форма (выпуклый купол с крутыми и почти отвесными склонами) была predeterminedена застыванием очень вязкой лавы в жерле вулкана без выхода на поверхность, т. е. вулканическими процессами. Экзогенные процессы затем лишь вскрыли эту форму при разрушении вулканических аппаратов, но не создали ее [7].

Склонами обладают и отрицательные вулканические формы: кратеры и кальдеры. Ряд шлаковых конусов Армянского нагорья имеет четко выраженный кратер глубиной от нескольких десятков до первых сотен метров (например, Аждаак— 110 м, Ковасар— 220 м, Армаган— 50 м). Из 79 шлаковых конусов Гегамского нагорья 46 имеют кратеры [19]. Внутренние склоны этих кратеров разной крутизны (есть пологие с наклоном $12-15^\circ$, а также довольно крутые—до $30-35^\circ$), иногда они ступенчатые.

Кратеры есть и у некоторых полигенных вулканов (Тавкветили, Юж. Шавнабади, Годороби—ГрузССР, вулканы гегамского типа—стратовулканы в миниатюре, по [19]).

Обычно у подножия внутренних склонов кратеров вулканов наблюдается накопление обвалившегося и осыпавшегося материала—в случае значительной крутизны склонов. В других случаях (Армаган и др.) на пологих внутренних склонах смещение рыхлого материала осуществляется солифлюкцией.

Ряд вулканов Армянского нагорья (см. таблицу) имеет кальдеру или остатки кальдерного вала. Внутренние склоны их иногда почти вертикальные (Араган, Немрут), развиваются по обвально-осыпному типу.

Среди тектонических по происхождению склонов в пределах Армянского нагорья выделяются: А. Созданные складчато-глыбовыми и дифференцированными вертикальными блоковыми движениями: 1) склоны складчато-глыбовых, сводово-блоковых хребтов: а) с прямым рельефом, б) с обращенным рельефом; 2) склоны межгорных котловин.

На территории Армянского нагорья, по-видимому, нет «чистых»

складчатых хребтов, ибо длительные напряжения в неотектоническом этапе привели к резкому глыбовому раздроблению всего нагорья и смещению образовавшихся глыб относительно друг друга [12, 15, 24 и др.]. Поднятые блоки сформировали складчато-глыбовые, сводово-блоковые хребты, а опущенные блоки — межгорные тектонические котловины (грабены). Примерами последних являются Лорийская равнина-грабен, Ерзник, Харберт и др. (см. таблицу).

Б. Созданные разломной тектоникой, среди которых выделяются склоны крупных взбросов и сбросов, а также склоны, образованные крупномасштабными сдвигами и надвигами. В зонах разломов отмечаются интенсивное гидротермальное изменение горных пород, их раздробленность и минерализация; значительная крутизна склонов (нередко они имеют обрывистый характер); развитие как древних, так и современных оползней; сейсмическая активность, которая способствует сотрясениям склонов и нарушению состояния их равновесия и т. д. Разломная тектоника придает горным склонам также первичную асимметричность, которая впоследствии сказывается, при прочих равных условиях, на интенсивности склоновых процессов и развитии склона в целом.

В. Созданные сейсмотектоникой: 1) склоны крупных трещин, образующихся при сильных землетрясениях, и 2) склоны сейсмогенных структур (см. таблицу). Под ними здесь понимаются склоны остаточных деформаций (сейсмодислокаций), возникающих при сильных землетрясениях в виде разрывов (трещин) в скальных и рыхлых грунтах, обвалов, срывов, оползней и т. п. В одних случаях это будут микросклоны (склоны трещин), в других — мезосклоны (склоны срыва крупных блоков породы и т. п.).

Большим разнообразием представлены экзогенные склоны, среди которых в пределах Армянского нагорья выделяются: А. Созданные деятельностью горно-долинных ледников (склоны каров, троговых долин, моренных холмов и бугров). Б. Созданные деятельностью снежников — склоны нивальных ниш. В. Созданные деятельностью постоянных водотоков: 1) долины перехвата, 2) антецедентных долин, 3) каньонообразных долин, 4) V-образных долин, 5) ящикообразных долин, 6) террас и поймы. Г. Созданные деятельностью временных водотоков — микросклоны промоин, склоны оврагов, балок, конусов выноса. Д. Созданные волновыми процессами — клифы, микросклоны надводных и подводных валов и ложбин (характерны для озер Севан и Ван). Е. Созданные карстовыми процессами — склоны (стенки) подземных карстовых пещер, полостей, микросклоны воронок, западин и др. Ж. Созданные суффозионными процессами — склоны (стенки) суффозионных воронок, блюдц, туннелей и др.

Экзогенные склоны сформировались или за счет аккумуляции рыхлого материала (склоны моренных холмов, аллювиальных террас, пролювиальных конусов выноса и т. п.) или же путем врезания того или иного экзогенного агента (склоны речных долин, ледниковых каров и трогов, нивальных ниш, оврагов и т. п.) и представлены скальными породами или рыхлообломочным материалом. Отсюда и разная направленность их развития, определенное различие в склоновых процессах, разная устойчивость.

Наряду с естественными (вулканическими, тектоническими, экзогенными) необходимо выделять и искусственные (техногенные) склоны, которые получают все большее распространение в связи с возрастающей инженерной деятельностью человека. Все разновидности техногенных склонов Армянского нагорья, по-видимому, можно разделить на: А. Насыпные — склоны плотин, дорожных насыпей, отвалов горных выработок (последние на территории Армянского нагорья появились с бронзового века — третьего тысячелетия до н. э., когда получила развитие металлургия). Б. Вырезанные — дорожные выемки, карьеры, подрезки склонов. В. Опущения — склоны просадок, возникающих вследст-

вие уплотнения пород под действием нагрузки или вследствие опускания грунта над подземными выемками (инженерными сооружениями): туннелями, шахтами, линиями метрополитена и т. п.

Техногенные склоны, как и естественные, подвержены склоновым процессам, которые могут привести к нарушению состояния равновесия или изменению их морфологии. Так, если насыпные склоны оставить без защитного покрытия (очень хорошо защищает их дерн), то они становятся ареной интенсивной эрозии и за короткий промежуток времени возникшие промоины и овражки могут почти полностью уничтожить их. Значительные разрушения причиняют техногенным склонам оползни, которые не замедляют появиться там, где нарушается принцип равновесия склона из-за превышения допустимых для данного грунта угла наклона, влажности, нагрузки и т. п. Детальное изучение как естественных, так и искусственных склонов (особенно дальнейшего развития последних после их создания) позволит получить представление об «идеальном», устойчивом склоне, параметры которого будут использоваться при создании новых искусственных склонов.

Наряду с выделенными выше генетическими типами склонов, естественно, встречаются склоны и более сложного происхождения: тектоно-вулканические, тектоно-экзогенные и т. п.

Хотя каждому генетическому типу склонов присущи определенные особенности, все же в своем развитии они независимо от происхождения находятся в тесной связи с природной обстановкой района их распространения. Поэтому они испытывают воздействие местного климата, тектонической активности региона. Большое влияние на развитие склонов в последнее время оказывает деятельность человека (распашка полей и выпас скота—усиливают смыв и эрозию; разного рода строительство на склонах—может привести к их перегрузке, переувлажнению грунта и т. д. и вызвать оползни, обвалы и другие нежелательные явления), которая все больше приобретает масштаб, соизмеримый с природными процессами.

Наши исследования показывают, что на развитие склонов Армянского нагорья влияет ряд факторов: их молодость (в целом плиоцен-четвертичный возраст, лишь в отдельных случаях старше) и, отсюда, стадия юности; значительная первичная крутизна (это особенно характерно для вулканических конусов и куполов, для тектонических склонов); общая относительная сухость климата и резко выраженная смена сухих и влажных периодов в течение года (за исключением приморских склонов Восточно-Понтийских гор и отдельных склонов северной экспозиции, которые постоянно увлажнены); ливневый характер осадков и «промывка» обнаженных участков склонов от выветрелого материала; резкий подъем уровня воды во многих реках при ливнях и «очистка» подножий склонов от рыхлого материала, способствующая возобновлению более интенсивного сноса со склонов в результате восстановления их большей прежней крутизны; интенсивная глубинная эрозия многих рек и поддержание постоянно значительной крутизны склонов; высокая сейсмичность региона в целом и продолжающиеся тектонические подвижки дифференцированного характера; разнообразие горных пород с разной устойчивостью к процессам выветривания и др. Все это способствует тому, что в целом на склонах Армянского нагорья очень мало рыхлого материала (имеется в виду материал, сформировавшийся за счет выветривания коренных пород; это утверждение не относится к склонам моренных холмов, вулканических конусов, сложенных пирокластическим материалом; участкам, перекрытым лессовидными супесями и суглинками мощностью до 25—30 м и т. д.). Над коренными породами мощность рыхлого чехла составляет всего 0,2—0,5 м. Лишь в «карманах» и понижениях поверхности коренных пород (древних логах) встречаются более мощные (до 1—2 м, редко больше) толщи рыхлообломочного материала. Большинство современных мелких оползней приурочено именно к таким накоплениям.

В целом общая относительная сухость климата Армянского нагорья проявляется в разном характере склонов северной и южной экспозиции. Как правило, все склоны южной экспозиции полностью или большей частью обнажены, горные породы интенсивно выветриваются (резкое изменение температуры их поверхности в течение суток на солнечной стороне составляет нередко 50–60°, а в весенние и осенние месяцы—и с частым переходом через 0°), однако материал выветривания долго не задерживается на склоне. Он удаляется быстро со склона при ливневых осадках, формируя твердую фазу селей. Поэтому склоны южных экспозиций здесь в целом хорошо «промытые» и на них нет склонового рыхлообломочного чехла.

Мало рыхлого материала и на склонах северной экспозиции. Правда, они менее сухие, здесь лучше развит растительный покров, удерживающий материал выветривания коренных пород. Однако появление дернового покрова уже ведет к ослаблению процессов выветривания, ибо он защищает поверхность коренных пород от резких температурных колебаний. Мелкоземистые частицы продуктов выветривания вымываются вниз по склону из-под дернового покрова, а на месте остаются лишь щебенка и крупная дресва. По ним, как по каткам, дерн начинает ползти вниз по склону под действием собственного веса. При этом дерн увлекает с собой и щебенку. Отсюда понятно, почему и на склонах северной экспозиции покров рыхлых склоновых образований в целом также маломощный.

По-видимому, можно считать, что *небольшая в целом мощность склоновых образований является одной из важнейших особенностей склонов гор Армянского нагорья.* Эта неразвитость склоновой толщи—результат одновременно и молодости склонов, и общей сухости климата, и значительной крутизны склонов и т. д. (см. выше). Однако, по всей вероятности, смыв выветрелого материала со склонов во время интенсивных ливневых дождей имеет здесь первостепенное значение. Автор не раз был свидетелем полной «отмывки» обнаженного склона от рыхлообломочного материала в течение лишь одного интенсивного ливня.

Таким образом, на территории Армянского нагорья встречается большое разнообразие склонов как по происхождению, так и по разновидностям в пределах каждого генетического типа. Все они развиваются на фоне местного климата, тектонической активности региона и под все возрастающим воздействием хозяйственной деятельности человека.

Ереванский государственный университет

Поступила 25 X.1988.

Վ. Ռ. ՐՈՅՆԱԴՐՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԼԵՆԱՇԽԱՐՀԻ ԼԵՌՆԱԿԱՆՁԵՐԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԳԼՍԱԿԱՐԴՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ըստ ծագումնաբանական հատկանիշի Հայկական Լեոնաշխարհի Լեոնադանցիքը բաժանվում են հրաբխային, տեկտոնական, արտածին և տեխնածին տեսակների, որոնց մեջ առանձնացվում են դրանց տարատեսակները:

Հրաբխային լանջերին վերագրվում են.

ա) Դրական կուտակումային ձևերի լանջերը, 1. էրստրուգիվ զանգվածների (լավային գմբեթների), 2. Միածին կոների (խարամային, խարամալավային, սուֆային, պեմզամոխրային), 3. Բազմածին հրաբուխների, ա. վա-

հանային (լավային, բ. ստրատոհրարությունների (շերտավոր հրաբուխների), 4. Պայթման ձաղարների (զանգվածների), 5. բեկորային կամ ալյուրածե լավայով ներկայացված լավային հոսքերի, 6. լավային սարահարթերի և ծածկոցների, 7. Տուֆային սարահարթերի, 8. Պեմզային ծածկոցների (հոսքերի) լանջերը:

բ) Դեաստրուկցիոն ձևերի (հրաբխաերախային մարմինների) լանջերը:

գ) Բացասական ձևերի՝ հրաբուխների խառնարանների և կալդերաների ներքին լանջերը:

Տեկտոնական լանջերի շարքում առանձնանում են.

ա) Տարբերակված ուղղաձիգ բեկորային շարժումների հետևանքով առաջացած լանջեր, 1. կամարա-բեկորային լեռնաշղթաների լանջեր, ա. ուղիղ ուղիղ, բ. շրջված ուղիղ, 2. միջլեռնային գոգավորությունների լանջեր:

բ) Խզումնային տեկտոնիկայով առաջացած լանջեր, 1. վերնետրների լանջեր, 2. վարնետրների լանջեր, 3. կողաշարժերով և 4. վրաշարժերով առաջացած լանջեր:

գ) Սեյսմատեկտոնիկայով առաջացած լանջեր, 1. ուժգին երկրաշարժերի ժամանակ առաջացած խոշոր ճեղքերի լանջեր, 2. երկրաշարժածին կառույցների լանջեր:

Արտածին լանջերին վերագրվում են.

ա) Լեռնա-հովտային սառցադաշտերի գործունեությամբ ստեղծված լանջեր՝ կառեր, տրոգային հովիտների, սառցաբերուկային թմբերի և բլրակների լանջեր:

բ) Չնարժերի գործունեությամբ ստեղծված նիվալ լանջեր:

գ) Մշտական ջրահոսքերի գործունեությամբ ստեղծված լանջեր, 1. խրաման հովիտների, 2. անտեցեղենա հովիտների, 3. կիրճաձև հովիտների, 4. V-աձև հովիտների, 5. արկղաձև հովիտների, 6. դարավանդների ու հեղեղահունի լանջեր:

դ) Ժամանակավոր ջրահոսքերի գործունեության հետևանքով առաջացած ողողվածքի միկրոլանջերի, հեղեղատների, գոգահովիտների, արտաբերման կոնների լանջեր:

ե) Ալիքային պրոցեսներով ստեղծված կլիֆներ, վերջրյա և ստորջրյա թմբերի և ձորակների լանջեր:

զ) Կարստային պրոցեսներով ստեղծված լանջեր:

է) Սուֆոզիոն պրոցեսներով ստեղծված լանջեր:

Տեխնածին լանջերը բաժանվում են. ա) հողաթմբային, բ) կտրվածքային, գ) իջվածքային:

Բերված են տարրեր լանջերի օրինակները նշվում են նաև այն գործոնները, որոնք ազդում են Հայկական լեռնաշխարհի լեռնալանջերի զարգացման վրա: Որոշված են նրանց առանձնահատկությունները:

Նշվում է, որ իրենց ծագումից անկախ բոլոր լանջերը գտնվում են սերալիսային մեջ բնական պայմանների հետ, կրում են տեղի կլիմայի և շրջանի տեկտոնական ակտիվության ազդեցությունը:

Հայկական լեռնաշխարհի լանջերի զարգացման վրա ազդում է նաև նրանց հասակը, սկզբնական թերությունը, կլիմայի հարաբերական չորայնությունը (բացառությամբ Արևելա-Պոնտական լեռների մերձծովյան լանջերի և հյուսիսային դիրքադրություն ունեցող որոշ լանջերի, որոնք մշտապես խոնավ են), տեղումների տեղատարափ բնույթը, լանջերի մերկացված տեղամասերի վաղուց հողմնահարված նյութերից, վարարումների ժամանակ լանջերի ստորոտների «մաքրումը» փոխար նյութերից և նրանց նախկին մեծ թերության վերականգնումը, գետերի ակտիվ խորքային էրոզիան, շրջանի բնահանուր

տեկտոնական ակտիվությունը, հողմնահարման պրոցեսների նկատմամբ սարքեր կայունության ապարների տարատեսակությունը:

Այս ամենը նպաստում է այն բանին, որ Հայկական լեռնաշխարհի լանջերում քիչ է պահպանվում հողմնահարման հետևանքով գոյացած փոխընդմիջում:

Արվում է այն եզրակացությունը, որ ընդհանուր առմամբ լանջային գոյացումների փոքր հզորությունը հանդիսանում է Հայկական լեռնաշխարհի լեռնալանջերի կարևոր առանձնահատկություններից մեկը: Դա կլիմայի ընդհանուր շորայնության, լանջերի զգալի թեքության և նրանց երիտասարդ հասակի արդյունք է: Սակայն, հաճախաբար, լանջերից ինտենսիվ անձրևների ժամանակ հողմնահարված նյութի տեղատարումը առաջնային նշանակություն ունի:

V. R. BOYNAGRIAN

THE GENERAL CLASSIFICATION OF THE ARMENIAN HIGHLAND SLOPES

Abstract

The Armenian highland slopes by their origin are subdivided into volcanic, tectonic, exogenetic and technogenetic ones and between them their varieties are marked out. Various slopes examples are brought. The factors are distinguished, which have had an influence on the Armenian highland slopes development. Their peculiarities are shown.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большая советская энциклопедия. Том 12. М.: Изд. Советская энциклопедия, 1973, с. 269
2. Апродов В. А. Вулканы. М.: Мысль, 1982. 367 с.
3. Атлас Азербайджанской ССР. Баку—М.: Изд. ГУГК, 1963. 213 с.
4. Бальян С. П. Структурная геоморфология Армянского нагорья и окаймляющих областей. Ереван: Изд. Ереванского ун-та, 1969. 390 с.
5. Башенина Н. В. Формирование современного рельефа земной поверхности. М.: Высшая школа, 1967. 388 с.
6. Башенина Н. В., Пиотровский М. В. Генетическая классификация склонов как основа для легенды геоморфологических карт крупных масштабов.—Вестник МГУ. География, 1968, № 3, с. 52—62.
7. Бойнагрян В. Р. Классификация вулканических склонов Армянской ССР и некоторые их особенности.—Геоморфология, 1987, № 3, с. 30—35.
8. Воскресенский С. С. Склоны, их формирование и строение.—Вестник МГУ. География, 1969, № 3, с. 27—34.
9. Воскресенский С. С. Динамическая геоморфология. Формирование склонов. М.: Изд. МГУ, 1971. 229 с.
10. Воскресенский С. С., Зорин Л. В., Симонов Ю. Г. Закономерности формирования склонов в Восточной Сибири.—Вестник МГУ. География, 1960, № 1, с. 49—56.
11. Воскресенский С. С., Тимофеев Д. А. Формирование склонов.—В кн.: Современные экзогенные процессы рельефообразования, М.: Наука, 1970, с. 63—74.
12. Габриелян А. А., Саркисян О. А., Симонян Г. П. Сейсмоструктурная Армянской ССР. Ереван: Изд. Ереванского ун-та, 1981. 283 с.
13. Геоморфология Азербайджанской ССР. Баку. Изд. АН АзССР, 1959. 371 с.
14. Геоморфология Грузии. Тбилиси: Изд. Мецниереба, 1971. 609 с.
15. Ефремов Ю. К. Передне-Азиатские нагорья.—В кн.: Зарубежная Азия. Физическая география. М.: Учпедгиз, 1956, с. 83—188.
16. Жидков М. П., Макаренко А. Г., Ранцман Е. Я. Биченагская сейсмогенная структура в Зангезурском хребте (Малый Кавказ)—Геоморфология, 1987, № 3, с. 44—48.
17. Зограбян Л. И. Орография Армянского нагорья. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1979. 119 с.
18. Зограбян Л. И., Мкртчян Г. Р. К теории развития склонов областей эпигеосинклинальных гор Передней Азии.—В кн.: Основные направления развития гео-

- морфологической теории. Тезисы докл. к 17 пленуму Геоморфологической комиссии АН СССР. Новосибирск: Изд. ИГиГ, 1982, с. 52—53.
19. Карпетян К. И., Адамян А. А. Новейший вулканизм некоторых районов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1973. 163 с.
 20. Линч Х. Ф. Б. Армения. Т. 1. Русские провинции. Тифлис: 1910. 597 с.
 21. Линч Х. Ф. Б. Армения. Т. 2. Турецкие провинции. Тифлис: 1910. 675 с.
 22. Литвин Л. Ф. Морфологическая классификация склонов.—В кн.: Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд. МГУ, 1983, вып. 9, с. 69—74.
 23. Лужецкий А. И. Об оценке влияния крутизны склонов при изучении экзогенных геологических процессов.—Изв. вузов. Геология и разведка, 1980, № 2, с. 136—137.
 24. Освальд Ф. Ф. К истории тектонического развития Армянского нагорья.—Записки Кавказского отдела императорского русского географического общества. Книга 29. Вып. 2. Тифлис: 1916, 78 с.
 25. Симонов Ю. Г. Морфолитогенез на склонах гор.—Зап. Забайкальск. филиала Всесо. географ. об-ва СССР. Вып. 30. Чита, 1969, с. 3—37.
 26. Спиридонов А. И. Развитие склонов овражно-балочного рельефа Средне-Русской возвышенности.—Изв. АН СССР. Серия географ., 1956, № 2, с. 25—34.
 27. Спиридонов А. И. Опыт генетической систематики рельефа.—В кн.: Землеведение. Новая серия, Т. 7 (47), 1967, с. 33—53.
 28. Спиридонов А. И. Эрозионное расчленение и генетические типы склонов средней части Украинских Карпат и Предкарпатья.—В кн.: Землеведение. Новая серия, Т. 8 (48), 1969, с. 111—116.
 29. Спиридонов А. И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. М.: Высшая школа, 1970. 456 с.
 30. Фюрон Р. Введение в геологию и гидрогеологию Турции. М.: Изд. ИЛ, 1955. 144 с.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле, XI. II, 1989, № 6. 31—39

УДК: 556.18 (479.24)

С. В. МУСЛЕЛЯН

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ НАГОРНО-КАРАБАХСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ И СОВРЕМЕННОЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

В статье произведен подсчет водных ресурсов НКАО и рассмотрено современное состояние их использования. Особое внимание уделено водопотреблению сельским хозяйством и населением. Показано чрезвычайно острое водохозяйственное положение области и даны конкретные рекомендации по его улучшению.

НКАО расположена в юго-восточной части Малого Кавказа и простирается от восточных склонов Карабахского и южных склонов Мровсарского хребтов до Мильской и Карабахской равнин и долины р. Аракс.

Территория ее составляет 4,391 тыс. км² (5,1% территории Азербайджанской и 14,6% Армянской ССР). НКАО—типичная горная страна, средняя высота ее составляет до 1100 м над уровнем моря. Около половины территории области расположена выше 400 м. Территория со всех сторон окружена высокими горами, а в центре преобладают отдельные группы гор, состоящие из небольших и низких гор и холмов.

Климат НКАО в целом умеренно-теплый, зима—мягкая, температура воздуха колеблется от минус 15° до плюс 25° С. Длительных периодов засухи и морозов не наблюдается. Количество годового слоя атмосферных осадков в зависимости от высоты местности колеблется от 300 до 750 мм, составляя в среднем 580 мм.

Реки автономной области принадлежат бассейнам Куры и Аракса. Наиболее крупные из них Тартар, Хачен, Каркар, Куручай. Все они характеризуются типичным горным режимом с бурным течением, большим энергетическим потенциалом и разрушающей способностью. Наиболее крупная река Тартар. Длина ее 200 км, водосборная площадь

- морфологической теории. Тезисы докл. к 17 пленуму Геоморфологической комиссии АН СССР. Новосибирск: Изд. ИГиГ, 1982, с. 52—53.
19. Карапетян К. И., Адамян А. А. Новейший вулканизм некоторых районов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1973. 163 с.
 20. Линч Х. Ф. Б. Армения. Т. 1. Русские провинции. Тифлис: 1910. 597 с.
 21. Линч Х. Ф. Б. Армения. Т. 2. Турецкие провинции. Тифлис: 1910. 675 с.
 22. Литвин Л. Ф. Морфологическая классификация склонов.—В кн.: Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд. МГУ, 1983, вып. 9, с. 69—74.
 23. Лужецкий А. И. Об оценке влияния крутизны склонов при изучении экзогенных геологических процессов.—Изв. вузов. Геология и разведка, 1980, № 2, с. 136—137.
 24. Освальд Ф. Ф. К истории тектонического развития Армянского нагорья.—Записки Кавказского отдела императорского русского географического общества. Книга 29. Вып. 2. Тифлис: 1916, 78 с.
 25. Симонов Ю. Г. Морфолитогенез на склонах гор.—Зап. Забайкальск. филиала Всесо. географ. об-ва СССР. Вып. 30. Чита, 1969, с. 3—37.
 26. Спиридонов А. И. Развитие склонов овражно-балочного рельефа Средне-Русской возвышенности.—Изв. АН СССР. Серия географ., 1956, № 2, с. 25—34.
 27. Спиридонов А. И. Опыт генетической систематики рельефа.—В кн.: Землеведение. Новая серия, Т. 7 (47), 1967, с. 33—53.
 28. Спиридонов А. И. Эрозионное расчленение и генетические типы склонов средней части Украинских Карпат и Предкарпатья.—В кн.: Землеведение. Новая серия, Т. 8 (48), 1969, с. 111—116.
 29. Спиридонов А. И. Основы общей методики голевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. М.: Высшая школа, 1970. 456 с.
 30. Фюрон Р. Введение в геологию и гидрогеологию Турции. М.: Изд. ИЛ, 1955. 144 с.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле, XI. II, 1989, № 6. 31—39

УДК: 556.18 (479.24)

С. В. МУСЛЕЛЯН

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ НАГОРНО-КАРАБАХСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ И СОВРЕМЕННОЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

В статье произведен подсчет водных ресурсов НКАО и рассмотрено современное состояние их использования. Особое внимание уделено водопотреблению сельским хозяйством и населением. Показано чрезвычайно острое водохозяйственное положение области и даны конкретные рекомендации по его улучшению.

НКАО расположена в юго-восточной части Малого Кавказа и простирается от восточных склонов Карабахского и южных склонов Мровсарского хребтов до Мильской и Карабахской равнин и долины р. Аракс.

Территория ее составляет 4,391 тыс. км² (5,1% территории Азербайджанской и 14,6% Армянской ССР). НКАО—типичная горная страна, средняя высота ее составляет до 1100 м над уровнем моря. Около половины территории области расположена выше 400 м. Территория со всех сторон окружена высокими горами, а в центре преобладают отдельные группы гор, состоящие из небольших и низких гор и холмов.

Климат НКАО в целом умеренно-теплый, зима—мягкая, температура воздуха колеблется от минус 15° до плюс 25° С. Длительных периодов засухи и морозов не наблюдается. Количество годового слоя атмосферных осадков в зависимости от высоты местности колеблется от 300 до 750 мм, составляя в среднем 580 мм.

Реки автономной области принадлежат бассейнам Куры и Аракса. Наиболее крупные из них Тартар, Хачен, Каркар, Куручай. Все они характеризуются типичным горным режимом с бурным течением, большим энергетическим потенциалом и разрушающей способностью. Наиболее крупная река Тартар. Длина ее 200 км, водосборная площадь

2650 км², среднегодовой сток—около 710 млн. м³ (по водоносности она уступает только реке Дебед). Общая длина всех притоков Тартара около 1000 км. Из них наиболее водообильными являются Трге и Тургай, общий годовой сток которых более 100 млн. м³.

Внутригодовое распределение речного стока области весьма неблагоприятно для сельскохозяйственного использования. Более 50—60% его проходит в весенние месяцы, когда потребность в нем небольшая.

Только незначительная часть рек области доходит до своих устьев: летом они в основном разбираются для орошения. Велико антропогенное воздействие на речной сток как в пределах области, так и за ее пределами: построен ряд водохранилищ, прудов, выведены оросительные каналы и пр.

Из малых рек области отметим реки Хонашен (Мартуни) (басс. р. Куры) и Амарас, Кендалан, Куручай, Тог, Ишхан (все бассейна р. Аракс).

По средним многолетним данным, годовое количество атмосферных осадков на территории области составляет около 580 мм, или 2530 млн. м³ воды. Из этого объема 1390 млн. м³ (55%) испаряются, а остальные—1140 млн. м³ пополняют речной и подземный сток*. Удельный вес речного стока НКАО в общих ресурсах речных вод АзербССР составляет 14,2% (при территории 5,1%). Удельная водообеспеченность такова: на 1 км² территории НКАО—280 тыс. м³, Азерб. ССР—92,4 тыс. м³ (по СССР в среднем—197 тыс. м³); на душу населения НКАО—6,33 тыс. м³, Азерб. ССР—1,30 тыс. м³ (по СССР в среднем—16,5 тыс. м³).

Эти данные относятся к ресурсам речного стока, формирующимся в пределах каждого отдельного региона (страны). Если учесть, что водные ресурсы НКАО формируются исключительно в пределах области, а Азерб. ССР получает значительные воды из сопредельных районов СССР и зарубежных стран, то приведенные показатели по республике будут таковы: 350 тыс. м³/км² и 4,9 тыс. м³/чел., т. е. значительно превышают по территориальному показателю и незначительно уступают по обеспеченности на душу населения.

Значительный интерес представляют водноэнергетические ресурсы области и вопросы их освоения. Из всех рек области гидроэнергетический интерес представляют Тартар, Хачен и Каркар, истоки которых расположены выше 2000 м (а Тартар—выше 3000 м). Протекая с большими уклонами, они на сравнительно коротком расстоянии приобретают значительные потенциальные мощности, эффективность использования становится тем более очевидной, если учесть, что область не обладает другими видами топливно-энергетических ресурсов.

Общий гидроэнергетический потенциал области составляет около 150 тыс. кВт, из которых около 80% является технически возможным к использованию. В настоящее время освоена лишь мощность 50 тыс. кВт (30%) с годовой выработкой электроэнергии 120 млн. кВтч.

Использование гидроэнергетического потенциала может решать не только проблемы дефицитного на сегодняшний день энергоснабжения региона, но и проблемы мелiorации, орошения, освоения новых земель, сохранения лесных массивов (почти все сельское население области, а это более 93 тыс. чел., т. е. 52% всего населения области, а также некоторая часть городского населения для отопления своих домов в холодное время года используют дрова).

Общий земельный фонд области на 1 ноября 1988 года составлял 439,1 тыс. га, из которых 215,6 тыс. га, или 49,1% являются сельхозугодьями, в том числе пашни 80,6 тыс. га (18,3% от всего земельного

* В некоторых азербайджанских источниках эти ресурсы оцениваются чуть ли не в 3 раза меньше (см., например, Т. Гусейнов, «Природные ресурсы НКАО», «Знание», Баку, 1980, с. 18)

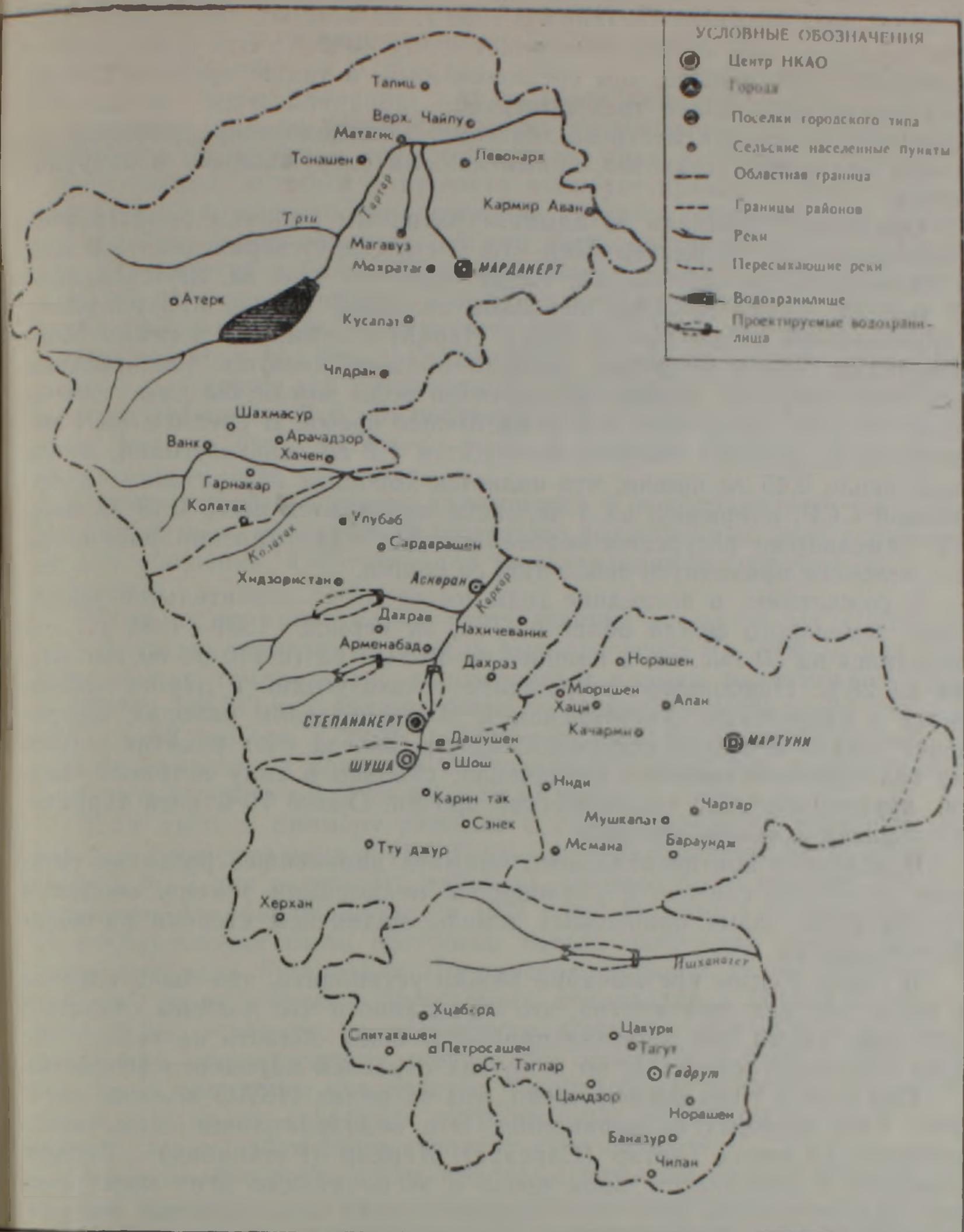


Рис. 1. Гидрографическая сеть НКАО

фонда и 37,6% всех сельхозугодий), многолетние насаждения (сады, виноградники, тутовники, питомники) — 15,1 тыс. га (7% сельхозугодий), сенокосы — 3,46 тыс. га (1,6% сельхозугодий), пастбища — 116,4 тыс. га (53,8% сельхозугодий). Кроме того, имеются приусадебные участки в размере 5,423 тыс. га.

Общая площадь лесов и кустарников равна 140,5 тыс. га (32% всей территории области), из которых 31 тыс. га (22%) находится в общественном пользовании. Под водой находятся 2490 га земель (1,8% пашни), из которых 1000 га под реками и 490 га под каналами. Дорогами и прогонами занято 4430 га (5,5% пашни).

Из указанных выше сельхозугодий орошается в настоящее время 24,2 тыс. га, или немногим более 11%. Из общей площади пашни орошается всего около 12 тыс. га (около 15%), садов, виноградников и

других многолетних насаждений—11 тыс. га (73%). Общий водозабор из природных объектов составил в 1988 г. 92 млн. м³, что в расчете на 1 га (оросительная норма) составляет менее 4000 м³. Это почти в два с половиной раза меньше, чем среднесоюзный, а также среднезакавказский показатель. Более трех-четвертей забранной воды составляют подземные источники местного значения, т. е. водозабор производится силами колхозов и совхозов, примитивными сооружениями и оборудованием.

Орошаемая площадь по административным районам области распределяется так: Мардакертский—18,0 тыс. га, Аскеранский—3,0 тыс. га, Мартунинский—2,2 тыс. га, Гадрутский—0,7 тыс. га, Шушинский—0,3 тыс. га. Таким образом, основной поливной массив приходится на Мардакертский район (около 75%). Наряду с этим, как в самом Мардакертском, так и в других районах области имеются значительные земельные ресурсы, которые при наличии воды могли бы дать значительно больше продукции, чем в настоящее время. В среднем на 1 человека в автономной области приходится 1,2 га сельхозугодий, в том числе около 0,45 га пашни, что является хорошим показателем (в Армянской ССР, например, на 1 человека приходится всего 0,13 га пашни). Земельными ресурсами особенно богат Мартунинский район, где на 1 человека приходится около 1,56 га пашни.

К сожалению, в последние годы имеет место значительное уменьшение земельного фонда области. Так, за период 1969—1985 г.г. он сократился на 50 тыс. га, а пашни—на 30 тыс. га (с 110 до 80 тыс. га), или на 28%. Наибольшее сокращение сельхозугодий и пашни наблюдается в Гадрутском, Аскеранском и Мардакертском районах. Сокращение угодий и пашни произошло не столько за счет изъятия земель для сельскохозяйственного назначения, сколько в силу ветровой, водной, ирригационной и геологической эрозии. Около 70% всей территории области охвачено эрозией.

В условиях континентального климата дальнейшее развитие сельского хозяйства связано с улучшением мелиорации земель, вводом в эксплуатацию новых орошаемых земель, поднятием степени их водообеспеченности.

В связи с этим чрезвычайно важно установить, что было сделано за последние два десятилетия, что не сделано и что должны сделать в настоящее время для решения проблемы воды области не только для нужд сельского хозяйства, но и других отраслей народного хозяйства.

Еще в 60-е годы было решено, что на реках НКАО должны построить пять крупных водохранилищ. Эти водохранилища намечалось построить на реках Тартар (Сарсанг), Каркар (Гасанабад), Бадара, Баллуджа и Ишханает. Срок ввода в эксплуатацию этих водохранилищ был установлен 1985 год. Однако из пяти водохранилищ построено только одно—Сарсангское—в 1978 г. Оно может накопить почти весь сток р. Тартар: 611,5 млн. м³, полезный объем больше 550 млн. м³. В проекте предусматривалось, что около 20% этих вод будет использовано для орошения земель Мардакертского и Мартунинского районов НКАО. Однако, жизнь показала совсем другое: в настоящее время из водохранилища НКАО получает где-то около 8—9% его воды, т. е. значительно меньше, чем до постройки этого водохранилища. А ведь оно отняло у НКАО более 1500 га плодороднейших земель. Ни к Мардакертскому, ни к Мартунинскому районам не был построен ни один канал.

Сарсангское водохранилище построено высоко в горах, а забор воды из него хитроумно устроен значительно ниже, с тем, чтобы орошаемые земли НКАО оказались значительно выше, а подкомандными были только земли соседних азербайджанских районов (Мир-Башира, Агдама и др.). Находясь полностью на территории автономной области, водохранилище входит в подчинение многих ведомств вне нее, что делает невозможным решение на месте даже самых элементарных вопросов.

По причине преступного волюнтаризма бывшего первого секретаря обкома НКАО. Б. Кеворкова навсегда был снят вопрос о строительстве водохранилища на р. Каркар, ниже г. Степанакерта, так как на этом месте по его указанию был построен железнодорожный вокзал.

Долгие годы не решается вопрос строительства водохранилища на р. Бадара. В прошлом году, наконец-то, был разработан проект его строительства, который в точности копирует пример Сарсангского водохранилища: начисто игнорированы интересы области. Как явствует из проекта, водохранилище должно быть построено ниже с. Бадара, под ним окажутся более 80 га орошаемых земель, а самое главное— воды из него опять потекут к полям азербайджанских районов, а земли Аскеранского района останутся, как и раньше, без воды. Исключительно важно и то, что г. Степанакерт также не сможет пользоваться водами р. Бадара для организации нормального коммунально-бытового водоснабжения. Все это подтверждает мысль о том, что водохранилище должно быть построено выше с. Бадара. Других вариантов и мнений здесь быть не может.

Аналогичной же участи удостоилось и водохранилище на р. Баллуджа (40 млн. м³), часть вод которого должна была быть использована для орошения, а другая—для нормализации водоснабжения г. Степанакерта.

Поэтому не удивительно, что в течение около 30 лет (1959—1989 г.г.) площадь орошаемых земель выросла всего на 2700 га или около 11%, между тем согласно долгосрочным планам развития сельского хозяйства НКАО она должна была составлять: к 1990 г.—42 тыс. га, к 1995 г.—62 тыс. га, к 2000 г.—около 80 тыс. га. Стоит отметить, что силами колхозов и совхозов за указанный 30-летний период удалось соорудить емкости всего на 4,1 млн м³ воды.

Или взять к примеру решение о строительстве 15 насосных станций для орошения земель НКАО (6—для Мардакертского, 3—Аскеранского и по 2 для остальных районов), которое было принято ЦК КП и Совмином Азербайджана еще в 1971 году. Из этих «предусмотренных» 15 водохранилищ было построено только одно—для земель азербайджанского села Малибекли Шушинского района. Таким образом, все решения по расширению орошаемого земледелия в НКАО были (и, к сожалению, остаются до настоящего времени) рассчитаны только на успокоение общественного мнения: они остались на бумаге. Как прежде, так и настоящее руководство Азербайджана делали и делают все, чтобы затягивать, создавать искусственные затруднения и тем самым срывать водохозяйственное строительство в НКАО.

Чрезвычайно остро стоит проблема питьевой воды в области, особенно в центре ее—г. Степанакерте. Город обеспечивается питьевой водой действующими водопроводами, использующими поверхностные и подземные воды: Баллуджинский на р. Баллуджа мощностью 4200 м³/сутки; Халфалинский на р. Халфалы—3192 м³/сутки; Тракетский на р. Тракет—2712 м³/сутки, водопроводная система от отдельных артезианских скважин, размещенных в пределах городской застройки—5900 м³/сутки, итого 15524 м³/сутки, или 180 л/сек. С учетом же потерь воды при транспортировке (около 30%) подаваемая городу вода составляет 10865 м³/сутки или 125 л/сек. Из этой воды 7904 м³/сутки (74%) подается на промышленные предприятия и объекты народного хозяйства. Таким образом, на 1 жителя остается всего 0,059 м³/сутки или 59 л/сутки, что более чем в 4 раза меньше, чем среднесоюзная норма.

Внутренний ввод водопроводных линий имеет около 170 промышленных и административных зданий и 330 жилых домов. Из 50 тыс. жителей города около 27 тыс. живут в коммунальных, остальные—в частных домах. Техническое состояние внутренней водопроводной сети крайне неудовлетворительно, часто случаются разрывы, во многих местах трубы изъедены коррозией, недостаточна как протяженность, так и

пропускная способность, схема ее прокладки не обеспечивает требуемого распределения воды в отдельные жилые районы города. В системе водоснабжения города отсутствует резервное хозяйство, которое могло бы обеспечивать регулирование подаваемой воды хотя бы в течение суток, а также создавать необходимый запас воды на пожаротушение и подачу воды при возможных авариях в водопроводных сетях.

Из рук вои плохо поставлена защита санитарных зон всех источников водоснабжения, возможны как сильное загрязнение воды, так и всякие диверсионно-вредительские действия.

Подаваемая в город вода в период снеготаяния, а также при дождях очень сильно загрязняется, очистные сооружения маломощны и несовершенны. Подземные водозаборы из артезианских скважин не отвечают требованиям санитарной нормы и охраны, находятся в черте городской застройки и должны быть ликвидированы (законсервированы). В настоящее же время вода из этих артезианских скважин без обезвреживания поступает прямо в городскую водопроводную сеть.

Крайне неудовлетворительно положение городской канализации и очистки сточных вод. В городе нет централизованной канализационной сети, из-за чего лишь из отдельных зон сточные воды поступают на механические очистные сооружения. Производственные и бытовые сточные воды отводятся однонитевой канализационной сетью, а дождевые и талые воды стекают по улицам в сухие овраги и по ним—в реки Халфалы и Каркар.

Более 70% застройки города не канализовано. Многие кварталы без всякой очистки сточные воды удаляют в реку, да и имеющаяся очистная станция как по мощности (всего 3 тыс. м³/сутки), так и по степени очистки далека от удовлетворения самых элементарных требований охраны природы сегодняшнего дня. Ни одно промышленное предприятие не имеет локальных очистных сооружений.

Еще более плачевно состояние водоснабжения и канализации райцентров области: Мардакерт, Аскерана, Мартуни, Гадрута. Долгие годы, десятилетия не решаются эти жизненно важные проблемы, между тем во всех районах имеются достаточные ресурсы как поверхностных, так и подземных вод. Так, водоснабжение поселка Аскеран можно осуществить за счет подземных вод в районе сел Дашбулаг и Ходжалы, поселка Мардакерт за счет образующихся ниже Сарсангской ГЭС чистых родниковых вод дебитом около 100 л/сек, что хватит не только поселку, но и многим близлежащим селам, поселка Мартуни—за счет высококачественных подземных вод в долине р. Хонашен. Ни один райцентр области не имеет централизованной канализации, сточные воды сбрасываются либо в ямы, либо—в ближайшие овраги или речушки. Наряду с этим во всех райцентрах идет строительство многоэтажных домов, а это при отсутствии канализации и очистных сооружений грубо противоречит требованиям строительных норм и правил по градостроительству.

Сельские населенные пункты снабжаются водой своими силами от родников и кягризов. Канализация полностью отсутствует.

Резюмируя вышесказанное, можно сказать, что исключительно много накопилось проблем в водообеспечении и водоотведении автономной области. Область нуждается в достоверной и обоснованной оценке водных ресурсов, особенно подземных вод, комплексном их использовании как в настоящее время, так и в долгосрочной перспективе, охране их от загрязнения и истощения. Большие работы предстоят в развитии орошаемого земледелия, обеспечении доброкачественной питьевой водой населения, технической водой промышленности, создании во всех промпредприятиях локальных очистных сооружений, а в городах и райцентрах—биологических очистных станций, совершенствовании управления водным хозяйством.

Исключительно важное значение приобретает ликвидация дискриминации в использовании собственных водных ресурсов НКАО, кото-

рая долгое время поощрялась прежним руководством республики. В новых условиях, при энергичном решении многих проблем НКАО Комитетом особого управления, можно надеяться, что будет решена и водохозяйственная проблема автономной области.

В связи с этим будет правильнее, если в НКАО будет создан единый водохозяйственный орган, который мог бы решить все вопросы, связанные с использованием и охраной вод всеми отраслями народного хозяйства и населением области. Этот орган должен быть самостоятельным хозяином своих водных ресурсов и подчиняться только соответствующему ведомству.

Ереванский государственный университет

Поступила 3.VII.1989.

Ս. Մ. ԽՈՒՍԱԵԼՅԱՆ

ԼԵՆԻՆԱՅԻՆ ԴԱՐԱՔԱՂԻ ԻՆՔՆԱՎԱՐ ՄԱՐԶԻ ԶՐԱՅԻՆ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԸ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ԱՅԺՄՅԱՆ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

ԼՂԻՄ-ը տեղադրված է Փոքր Կովկասի հարավ-արևելյան մասում: Նրա տարածքը 4,391 հազ. կմ² է: Տիպիկ լեռնային երկիր է՝ միջին բարձրությունը ծովի մակարդակից հասնում է 1100 մ, տարածքի կեսը տեղադրված է 400 մ-ից բարձր: Կլիման ընդհանուր առմամբ բարեխառն-տաք է, օդի ջերմաստիճանը տատանվում է -15° -ից մինչև $+25^{\circ}\text{C}$: Տարեկան տեղումների քանակը միջին հաշվով կազմում է 580 մմ:

Մարզի գետերը պատկանում են Կուրի և Արաքսի ավազաններին: Դրանցից ամենախոշորը Թարթաուն է, որի երկարությունը 200 կմ է: Ինչպես Հայկական բարձրավանդակի բոլոր գետերի, այնպես էլ սրանց մոտ հոսքի ներտարեկան բաշխումը խիստ անբարենպաստ է տնտեսական օգտագործման համար՝ ջրերի ավելի քան կեսը հոսում է գարնանը, երբ դրանց պահանջն աննշան է:

Զգալի հետաքրքրություն են ներկայացնում մարզի ջրաէներգետիկ ռեսուրսները և դրանց օգտագործման այլժամյան վիճակը: Այդ ռեսուրսները հասնում են 150 հազ.կվտ, որից տեխնիկապես հնարավոր է օգտագործել 80 տոկոսը: Ներկայումս իրացվում է միայն 30 տոկոսը՝ տարեկան 120 մլն. կվտժ էլեկտրաէներգիայի արտադրանքով:

Գյուղատնտեսական հանդակներից ներկայումս ոռոգվում է 11 տոկոսից մի փոքր ավելի: Վարելահողային ֆոնդից ոռոգվում է ընդամենը 15 տոկոսը:

Ընդհանուր ջրաօգտագործումը 1983 թ. կազմել է 92 մլն. մ³, որը 1 հեկտարի հաշվով (ոռոգման նորմա) հասնում է 4000 մ³: Դա 2,5 անգամ ավելի է, քան միութենական, ինչպես նաև միջին անդրկովկասյան դուցանիշը: Նշենք նաև, որ վերցվող ջրի երեք քառորդից ավելին ստորգետնյա ջրեր են, որոնց օգտագործումը կատարվում է կոլտնտեսությունների և պետական տնտեսությունների ուժերով՝ առանց լուրջ ինժեներական կառույցների:

Վերջին ժամանակներս տեղի է ունեցել հողային ֆոնդի զգալի կրճատում: Մարզում հողապաշտպանական աշխատանքներ գրեթե չեն տարվում: Տարածքի ավելի քան 80 տոկոսը էրոզիայի է ենթարկվում:

Իսկ ի՞նչ է արվում ջրաշինարարության բնագավառում, չէ՞ որ դա մարզի համար կենսական նշանակություն ունեցող հարց է: Վաթսունական թվա-

կաններին ընդունվել էր որոշում՝ ԼՂԻՄ-ի տարածքում կառուցել 5 խոշոր ջրամբար, սակայն դրանցից կառուցվեց միայն մեկը՝ Սարսանգինը (Քարթառ գետի վրա, 1978 թ.):

Նախատեսվում էր ջրամբարից մոտ 25 տոկոսի շափով ջուր տալ Մարդակերտի շրջանի հողերի ոռոգման համար, սակայն նախատեսվածի փոխարեն շրջանը ստանում է նշված ծավալի 6—7 տոկոսը միայն, շնայած այն բանին, որ այդ ջրամբարը ԼՂԻՄ-ից կորցեց սովելի քան 1500 հա բերրի հողեր:

Սարսանգի ջրամբարը կառուցված է բարձր լեռների գագուտ, իսկ ջրընդունիչները՝ խորամանկորեն ցածր, այն հաշվով, որ մարզի ոռոգելի հողերը մնան վերևում, իսկ աղբյուրեղանակուն շրջանների հողերը՝ ներքևում, մատչելի ջրատրման գոտիներում: Գտնվելով ԼՂԻՄ-ի տարածքում, վարչական առումով ջրամբարը նրան չի ենթարկվում:

Մնացած 4 ջրամբարների կառուցման հարցը դեռևս լուծված չէ: Արվում է ամեն ինչ, որպեսզի նրանք կառուցվեն առաջին հերթին աղբյուրեղանակուն շրջանների շահերի համար:

Մարզում պոմպային կայանների կառուցման հարցը ևս լուծված չէ: Աղբյուրեղանի ղեկավար մարմինների 1971 թ. ընդունած որոշման համաձայն նախատեսվում էր ԼՂԻՄ-ում կառուցել 15 պոմպակայան, այդ թվում վեցը՝ Մարդակերտի շրջանում, երեքը Ասկերանի շրջանում, իսկ մնացած շրջաններում՝ երկուական: Սակայն դրանցից միայն մեկը կառուցվեց, այն էլ Շուշի շրջանի Մալիբեկի աղբյուրեղանակուն գյուղի համար:

Արտակարգ ծանր է խմելու ջրի հարցը, հատկապես Ստեփանակերտ քաղաքի համար: Մեր հաշվարկներով մարդկենսաբանում խմելու—տնտեսական նպատակների համար օգտագործվող ջուրը մեկ բնակիչի համար օրական կազմում է 59 լ, ինչը ավելի քան 4 անգամ պակաս է, քան միութենական միջին նորմը:

Ներքին ջրամատակարարման ցանցը գտնվում է տեխնիկական վատ վիճակում, հաճախակի են վթարները, անբավարար է ինչպես խողովակաշարերի երկարությունը, այնպես էլ նրանց թողունակությունը, չկան պաշարային տարողություններ:

Արտակարգ վատ, բարձրագույն վիճակում է ջրաղբյուրների սանիտարական պահպանությունը՝ հնարավոր են ինչպես ջրի աղտոտում, այնպես էլ ցանկացած վնասարարություններ: Գարնան ձնհալի և անձրևների ժամանակ ջուրը խիստ աղտոտվում է, մաքրման կայանը սակավազոր է և անկատար, քաղաքի տարածքում գտնվող հորատանցքերը չեն համապատասխանում սանիտարական նորմերին և անհասպաղ պետք է վերացվեն: Իսկ այժմ այդ ջրհորերից ջուրն առանց մաքրվելու և վնասազերծվելու ուղղակի մտնում է քաղաքային ջրատար, այնտեղից էլ մատակարարվում է բնակիչներին:

Չափազանց սուր է քաղաքային կոյուղու և հոսքաջրերի մաքրման խնդիրը: Քաղաքը շունի կենտրոնացված կոյուղու ցանց, որի պատճառով մեխանիկական մաքրման են ուղարկվում միայն որոշ շրջանների հոսքաջրերը: Քաղաքային շինությունների 70 տոկոսը կոյուղի շունի: Մաքրման կայանը սակավազոր է, տեխնոլոգիան՝ հնացած: Արդյունաբերական ոչ մի ձեռնարկություն չունի մաքրման կայաններ:

Ցավալի է շրջկենտրոնների ջրամատակարարման և ջրահեռացման վիճակը: Երկար տասնամյակներ չեն լուծվում կենսական այս հարցերը, շնայած այն հանգամանքին, որ դրանց լուծման համար կան բոլոր ռեսուրսները և պայմանները: Բացակայում է միայն մեկ բան՝ համապատասխան մարմինների տարրական պարտքի զգացումը:

Ամփոփելով շարադրվածը, կարելի է ասել, որ չափազանց մեծ թվով

խնդիրները են կուտակվել ի ՀՀԽ-ի ջրամատակարարման և ջրահեռացման ու
լորտում: Զափազանց կարևոր է, որպեսզի շուտափույթ կերպով վերացվի
աղբրեջանական հանրապետության խտրականությունը ՀՀԽ-ի նկատմամբ:
Մեր գիտարկած բնագավառում դա կարելի է իրականացնել՝ ստեղծելով մար-
զային ջրային տնտեսության վարչություն, որն իր ձեռքում կկենտրոնացնե
ջրօգտագործման-ջրահեռացման բոլոր հարցերը և կունենա րացարձակ ինք-
նուրույնություն՝ ենթարկվելով միայն և միմիայն մարզային համապատաս-
խան մարմիններին, իսկ ավելի ճիշտ՝ Հայկական ԽՍՀ համապատասխան
գերատեսչությանը:

S. V. MUSAYELIAN

THE NAGORNY KARABAKH AUTONOMOUS REGION WATER RESOURCES AND THEIR CONTEMPORARY UTILIZATION

A b s t r a c t

The Nagorny Karabakh autonomous region water resources calcu-
lation is brought and their utilization contemporary state is considered.
A special attention is paid to the water-consumption by the rural eco-
nomy and the population. The extremely critical situation of the region
water economy is shown and the concrete recommendations are given
for its improvement.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, 1989, № 6, 39—46.

УДК: 624.131.22

В. С. САРКИСЯН, С. Е. МИСАКЯН

К ТЕОРИИ ПРОЧНОСТИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Рассматривается метод расчета прочности глинистых грунтов на растяжение пу-
тем интегрирования прочности всех контактов между частицами грунта в плоскости
разрушения. Полученная расчетная зависимость отличается тем, что учитывает влия-
ние влажности грунта на его прочность.

При проектировании, строительстве и эксплуатации каналов, во-
дохранилищ и других гидротехнических сооружений возникает вопрос
о борьбе с фильтрацией, приводящей к подтоплению и засолению при-
легающих земель. Для борьбы с потерями воды устраиваются различ-
ные противофильтрационные мероприятия, в том числе грунтовые экра-
ны. В состав противофильтрационных грунтовых экранов в основном
входят глины и суглинки. Учитывая, что в большинстве водохранилищ
и каналов уровень воды в течение года существенно меняется, а иног-
да вода и полностью отсутствует, то происходят существенные измене-
ния влажности в противофильтрационном экране. Вследствие этого
грунт то высыхает (при снижении уровня воды), то набухает (при по-
вышении уровня воды) и соответственно возникают сжимающие и
растягивающие напряжения, часто приводящие к разрушению экрана
(образование трещин и др.). Для избежания этих отрицательных яв-
лений при устройстве грунтовых противофильтрационных экранов в
Институте водных проблем и гидротехники совместно с кафедрой ме-

խնդիրները են կուտակվել ի ՀՀԽ-ի ջրամատակարարման և ջրահեռացման ու
լորտում: Զափագանց կարևոր է, որպեսզի շուտափույթ կերպով վերացվի
աղբերջանական հանրապետության խտրականությունը ի ՀՀԽ-ի նկատմամբ:
Մեր գիտարկած բնագավառում դա կարելի է իրականացնել՝ ստեղծելով մար-
զային ջրային տնտեսության վարչություն, որն իր ձեռքում կկենտրոնացնե
ջրօգտագործման-ջրահեռացման բոլոր հարցերը և կունենա րացարձակ ինք-
նուրույնություն՝ ենթարկվելով միայն և միմիայն մարզային համապատաս-
խան մարմիններին, իսկ ավելի ճիշտ՝ Հայկական ԽՍՀ համապատասխան
գերատեսչությանը:

S. V. MUSAYELIAN

THE NAGORNY KARABAKH AUTONOMOUS REGION WATER RESOURCES AND THEIR CONTEMPORARY UTILIZATION

A b s t r a c t

The Nagorny Karabakh autonomous region water resources calcu-
lation is brought and their utilization contemporary state is considered.
A special attention is paid to the water-consumption by the rural eco-
nomy and the population. The extremely critical situation of the region
water economy is shown and the concrete recommendations are given
for its improvement.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, 1989, № 6, 39—46.

УДК: 624.131.22

В. С. САРКИСЯН, С. Е. МИСАКЯН

К ТЕОРИИ ПРОЧНОСТИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Рассматривается метод расчета прочности глинистых грунтов на растяжение пу-
тем интегрирования прочности всех контактов между частицами грунта в плоскости
разрушения. Полученная расчетная зависимость отличается тем, что учитывает влия-
ние влажности грунта на его прочность.

При проектировании, строительстве и эксплуатации каналов, во-
дохранилищ и других гидротехнических сооружений возникает вопрос
о борьбе с фильтрацией, приводящей к подтоплению и засолению при-
легающих земель. Для борьбы с потерями воды устраиваются различ-
ные противофильтрационные мероприятия, в том числе грунтовые экра-
ны. В состав противофильтрационных грунтовых экранов в основном
входят глины и суглинки. Учитывая, что в большинстве водохранилищ
и каналов уровень воды в течение года существенно меняется, а иног-
да вода и полностью отсутствует, то происходят существенные измене-
ния влажности в противофильтрационном экране. Вследствие этого
грунт то высыхает (при снижении уровня воды), то набухает (при по-
вышении уровня воды) и соответственно возникают сжимающие и
растягивающие напряжения, часто приводящие к разрушению экрана
(образование трещин и др.). Для избежания этих отрицательных яв-
лений при устройстве грунтовых противофильтрационных экранов в
Институте водных проблем и гидротехники совместно с кафедрой ме-

ханики грунтов ЕрПИ проводятся исследования глинистых грунтов. Целью этих исследований является разработка такого рецепта (состава) для изготовления грунтового экрана, когда изменение влажности и градиента давления не приводит к существенному изменению напряженно-деформированного состояния грунта и тем самым избежать разрушения экрана.

При проектировании и строительстве глинистых противофильтрационных экранов необходимо решать ряд вопросов, а именно:

—устойчивость глиняного тела экрана под действием фильтрационного потока;

—вид фильтрационного разрушения при различных условиях работы экрана;

—подбор материалов подстилающего слоя экрана и т. д.

Характерной особенностью глинистых грунтов, как известно, является сцепление, которое и существенно влияет на их фильтрационную прочность

Связь между частицами в глинистых грунтах при различных деформациях может проявляться в следующих видах: сцепление при сдвиге или срезе c_s , сцепление при разрыве c_p , сцепление при поверхностной пенетрации грунтов твердым телом $c_{ш}$ методом шариковой пробы (предложенным Н. А. Цытовичем) или конусом Ребиндера (c_k). Если не изменяются плотность и влажность грунта, то связь между отдельными частицами глинистых грунтов сохраняется с течением времени и при наличии фильтрационного потока.

Результаты некоторых определений сцепления при разрыве c_p и пенетрации c_k при различных влажностях бентонитовых глин Саригюхского месторождения приводятся ниже.

Влажность образца ω%	Сцепление при разрыве. c_p , г/см ²	Сцепление при пенетрации конусом Ребиндера c_k , г/см ²
100	150	190
140	125	150
180	85	90
220	45	65
260	18	2

Для решения вопроса о разрушениях глинистых грунтов фильтрационным потоком, необходимо также оценить сопротивляемость отрыву отдельных частиц глинистых грунтов или агрегатов, т. е. молекулярное сцепление между ними. В настоящее время природа сил связи между частицами глинистых грунтов еще не установлена до конца.

Для выражения молекулярного притяжения (прилипания) единой частицы шаровидной формы к другой. В. В. Дерягиным получена следующая формула [1]:

$$N_0 = 2\pi \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} f(0), \quad (1)$$

где r_1 и r_2 — соответственно радиусы этих частиц; $f(0)$ — поверхностная энергия прилипания частиц. Для кварца „получено“ $f(0) = 70 \text{ эрг/см}^2$.

Как показывают результаты электронно-микроскопических исследований М. Ф. Викуловой [1], кварц часто наблюдается не только в крупнозернистых частицах глин, но и в мелкозернистых фракциях $d < 1 \text{ мкм}$. В рентгеноскопических и термических исследованиях П. Ф. Мельникова [1] получен и количественный состав мелкозернистой части грунтов. Этими исследованиями было обнаружено практически постоянное присутствие кварца в количестве 49—51% во фракциях $d < 1 \text{ мкм}$ самых разнообразных грунтов, содержащих как лишь минеральные частицы (глины и суглинки), так и органические вещества (различные почвы). Учитывая это обстоятельство, в формуле (1) значение $f(0)$ можно принимать равным 70 эрг/см^2 .

В работе [1] для определения сцепления глинистых грунтов при разрыве c_p получена зависимость:

$$c_p = 0,14 \cdot 10^{-2} \frac{1}{d_{80}},$$

где d_{80} — диаметр частиц в мм, который соответствует размерам частиц, меньше которых в грунте 80% по массе.

На основании экспериментальных исследований Б. В. Дерягина [1] установлено, что вода в тонких слоях толщиной около $H < 0,15$ мкм обладает упругими свойствами, а при $H > 15$ мкм величина $G_{cav} = 0$. Для исключения влияния упругости прослоек воды между частицами глинистого грунта на его прочность, было выбрано состояние грунта на границе текучести при $\omega = \omega_l$, когда $d = d_{80}$. При иных состояниях грунта (ω , ρ_d , G_{cav}) надо подобрать другие диаметры частиц, т. е. найти определенный диаметр агрегатов частиц.

Для исключения этих недостатков нами была сделана попытка определения c_p глинистых грунтов. Сделаем несколько допущений, которые необходимы для дальнейших расчетов.

Допустим, что грунт состоит из шаровидных частиц, а влажность грунта находится в таких пределах, при которых толщина водных оболочек незначительна по сравнению с диаметром частицы.

Как в работе [2] нами тоже принимается, что модель грунта состоит из плотных шаров разного диаметра. Число частиц z , радиус которых находится в пределах $(r - dr) < r < (r + dr)$, представим в виде функции от радиуса

$$dz = z_1 \cdot \varphi(R) \cdot dR; \quad R = r/r_m, \quad (2)$$

где z_1 — число всех частиц в единице объема материала; r — радиус частицы; r_m — максимальный радиус частиц; $\varphi(R)$ — функция распределения.

Обозначив $\psi_i = \int_0^1 R^i \cdot \varphi(R) dR$ для среднего радиуса частицы \bar{r} , суммарной поверхности частиц S и суммарного объема частиц v , получим следующие выражения:

$$\bar{r} = \frac{1}{z_1} \int_0^{r_m} r \cdot dz = r_m \psi_1; \quad (3)$$

$$S = \int_0^{r_m} 4\pi \cdot r^2 \cdot dz = 4\pi r_m^2 z_1 \psi_2; \quad (4)$$

$$v = \int_0^{r_m} \frac{4}{3} \pi r^3 dz = \frac{4}{3} \psi_3 r_m^3 z_1. \quad (5)$$

Заметим, что суммарную поверхность частиц S можно выразить через удельную поверхность S_0

$$S = v \rho_s S_0$$

где ρ_s — плотность частиц, г/см³; S_0 — удельная поверхность в см²/г.

Очевидно, поверхность разрушения должна проходить через самые слабые места системы, т. е. через контакты таких двух поверхностей $a-a$ и $b-b$, которые разделены только одним слоем частиц $c-c$ (рис. 1).

Число контактов на поверхности разрушения должно быть мини-

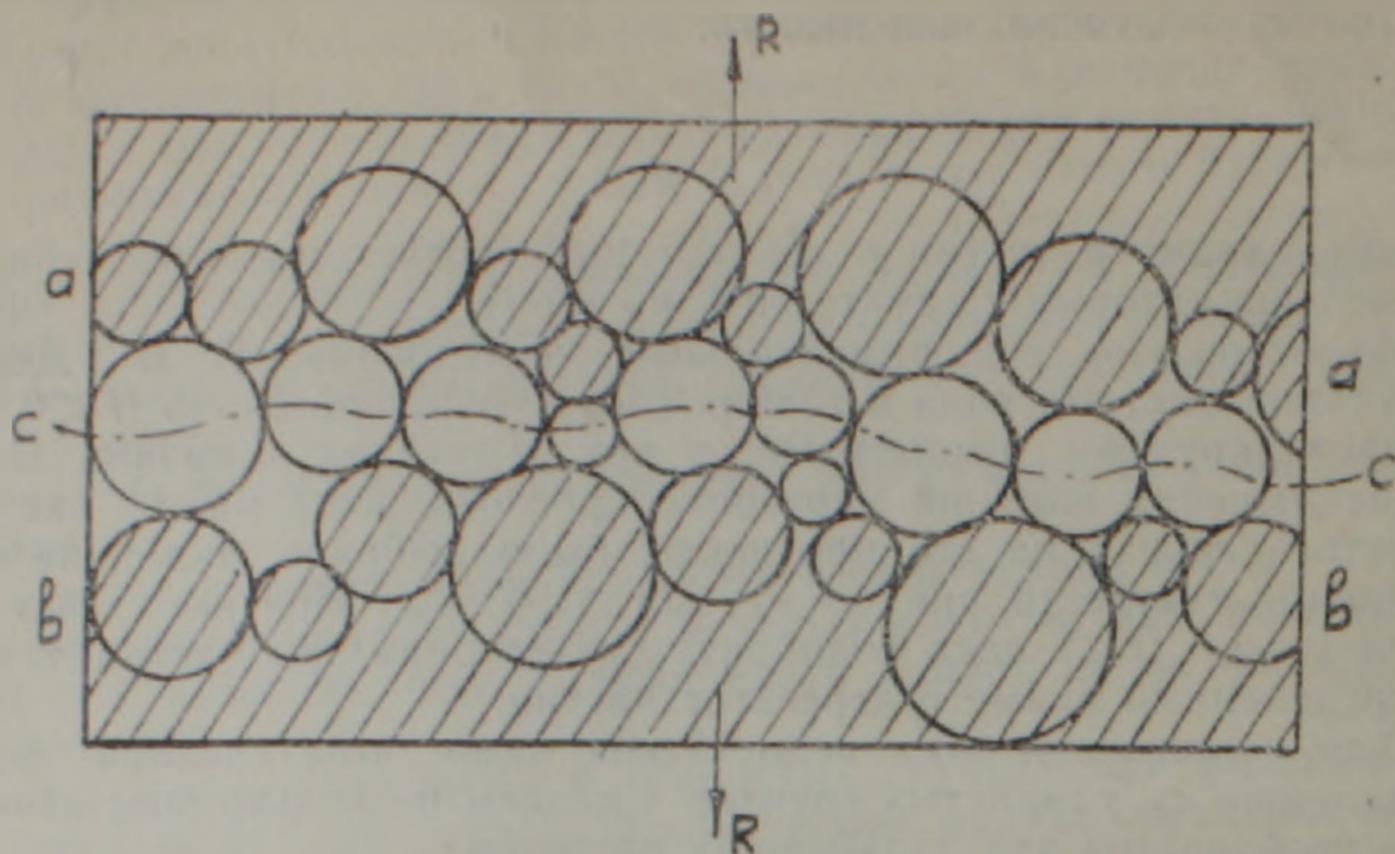


Рис. 1. Расположение частиц грунта в зоне разрушения

мальным, а минимальная сопротивляемость будет соответствовать случаю, при котором поверхность *c-c* располагается нормально к направлению растягивающих напряжений.

Число частиц одинакового радиуса r_i , лежащих в единице площади на плоскости *c-c* составит:

$$dn_i = 2r_i dz = 2r_m z_1 R_i \varphi(R_i) dR_i \quad (6)$$

Теперь, выбираем из всех частиц, лежащих между поверхностями *a-a* и *b-b* единственную частицу радиуса r_i и рассмотрим сколько частиц d_m радиусом r_j прикасаются к ней. Очевидно, что это число должно быть равным вероятному числу частиц радиусом r_j в объеме [2]

$$4 \frac{\pi}{3} [(r_i + 2r_j)^3 - r_i^3] - \pi [(r_i + 2r_j)^2 - r_i^2] 2r_j,$$

а величина d_m составит

$$d_m = \pi r_m^3 z_1 \left[8R_i^2 R_j + 4R_i R_j^2 + \frac{20}{3} R_j^3 \right] \varphi(R_j) dR_j. \quad (7)$$

Сила, необходимая для разрыва молекулярных связей между одной частицей радиусом r_i и соприкасающихся частиц радиусом r_j будет

$$dN_i = N_0 \cdot d_m, \quad (8)$$

где N_0 — сила притяжения между двумя частицами с радиусом r_i и r_j .

Энергию молекулярных сил притяжения в случае взаимодействия двух сфер (частиц) Визе и Хили предлагают считать по следующим формулам [3], при $0,5 < p_0 = \frac{2\pi H}{\lambda} < \infty$

$$U_m = - \frac{2Ar_i r_j}{H(r_i + r_j)} \left[- \frac{2,45}{60p_0} + \frac{2,17}{180p_0^2} - \frac{0,59}{420p_0^3} \right], \quad (9)$$

а при $0 < p_0 < 2$

$$U_m = - \frac{Ar_i r_j}{6H(r_i + r_j)} \left[\frac{1}{1 + 1,77p_0} \right],$$

где H — расстояние между поверхностями частиц; λ — характеристическая длина волны в спектре излучения $\lambda \approx 1000 \text{ \AA}$; A — постоянная молекулярных сил притяжения Гамакера. Для воды $A \approx 10^{-12} \text{ эрг}$.

Сила притяжения между частицами согласно (9) будет:

$$N_0 = -\frac{dU_m}{dH} = \frac{2Ar_i r_j}{H^2(r_i + r_j)} \left[\frac{4,9}{60\rho_0} - \frac{2,17}{60\rho_0^2} + \frac{0,59}{105\rho_0^3} \right]. \quad (10)$$

Для упрощения последующих расчетов уравнение (10) представим в виде

$$N_0 = 2B \left(\frac{r_i r_j}{r_i + r_j} \right) = 2B r_m \left(\frac{R_i R_j}{R_i + R_j} \right). \quad (11)$$

Здесь

$$B = \frac{A}{H^2} \left[\frac{4,9}{60\rho_0} - \frac{2,17}{60\rho_0^2} + \frac{0,59}{105\rho_0^3} \right].$$

Преимущество полученного уравнения по сравнению с (1) состоит в том, что силы притяжения между частицами согласно (10) определяются в зависимости от H , которая в свою очередь зависит от влажности грунта.

Таким образом, при расчете $\sigma_{отр} = c_p$ грунта в отличие от формулы Дерягина учитывается также влажность грунта.

Интегрируя уравнение (8) в пределах $0 < R_i < 1$, получим сумму сил, возникших между частицами всех диаметров, контактирующих с одной частицей радиусом r . Непосредственное интегрирование (8) при значениях N_0 по (11) и d_m по (7) приводит к громоздким выражениям. Между тем, если учесть, что размеры частиц монтмориллонитовых глин в основном располагаются в узком диапазоне $0,03 - 0,3 \text{ мк}$, то вместо уравнения (11) можно использовать зависимость

$$N_0 = r_m B (R_i \cdot R_j)^{1/2} \quad (12)$$

Подставляя уравнения (7) и (12) в уравнение (8), получим:

$$dN_i = 4\pi r_m^4 z_1 B \left[2R_i^2 R_j + R_i R_j^2 + \frac{5}{3} R_j^3 \right] (R_i \cdot R_j)^{1/2} \psi(R_i) dR_i. \quad (13)$$

Интегрирования (13) в пределах $0 < R_i < 1$ даст:

$$N_i = 4\pi r_m^4 z_1 B R_i^{1/2} \left[2R_i^{2,5} \psi_{1,5} + R_i \psi_{2,5} + \frac{5}{2} \psi_{3,5} \right] \quad (14)$$

Число частиц радиусом r_i , в единице площади на плоскости $c-c$ равно dn_i , поэтому сумма сил между всеми частицами радиусом r_i и всеми остальными частицами, будет

$$dN = N_i dn_i = 8\pi r_m^5 z_1^2 \cdot B \left[2R_i^{2,5} \psi_{1,5} + R_i^{1,5} \psi_{2,5} + \frac{5}{3} R_i^{0,5} \psi_{3,5} \right] R_i^2 \psi(R_i) dR_i \quad (15)$$

Интегрируя уравнение (15) в пределах $0 < R_i < 1$ и деля результат на 2 (так как каждый контакт считается в расчете дважды), получим сумму сил между частицами слоя $c-c$ и этих же частиц с частицами, расположенными в плоскостях $a-a$ и $b-b$. Имеем

$$N = 4\pi r_m^5 z_1^2 B \left[2\psi_{3,5} \psi_{1,5} + \psi_{2,5} \psi_{2,5} + \frac{5}{3} \psi_{1,5} \psi_{3,5} \right]. \quad (16)$$

В среднем, число контактов в плоскости разрушения можно принимать в три раза меньше, чем вычисленное по (16), т. е. отрывающее напряжение $\sigma_{отр}$ будет:

$$\sigma_{\text{орг}} = \frac{4}{3} \pi r_m^5 z_1^2 B \left[\psi_{2,5}^2 + \frac{11}{3} \psi_{1,5} \psi_{3,5} \right] \quad (17)$$

Объем твердых частиц в единице объема грунта будет определяться нижеприведенным уравнением

$$m = v_s = \frac{\rho}{\rho_s(1 + \omega)}, \quad (18)$$

где ρ — плотность природного грунта; ω — влажность грунта.

Приравняв правые части (18) и (5), находим z_1 и вводя ее в (17), получим

$$\sigma_{\text{орг}} = \frac{3}{4} \frac{\rho^2 B}{\pi r_m^5 (1 + \omega)^2} \cdot \frac{1}{\psi_{1,5}^2} \left[\psi_{2,5}^2 + \frac{11}{3} \psi_{1,5} \psi_{3,5} \right]. \quad (19)$$

В формулу (19) входит величина H (расстояние между поверхностными частицами), которую трудно измерить, поэтому целесообразно заменить более практичным параметром ω (влажность). Взаимосвязь между этими величинами H и ω определим из следующих соображений. Частицы в глиняной пасте имеют беспорядочное распределение, отсутствуют большие каверны и поры. Такую структуру имеет и кусок высушенной глины с тем лишь различием, что вместо непосредственных контактов между частицами, в сухом образце, влажная глина имеет частицы, раздвинутые водяными пленками толщиной $H = 2\delta_i$, где δ_i — толщина водяной оболочки одной частицы.

Объем твердых частиц в высушенном грунте определяется из уравнения:

$$v_s = v_c(1 - n), \quad (20)$$

где v_c — объем грунта; n — пористость.

Удельная поверхность (объемная) частиц грунта в 1 см^3 объема образца

$$U_c^0 = \frac{S_c}{v_c(1 - n)}, \quad (21)$$

где S_c — общая площадь частиц образца.

Объем водяных оболочек частиц грунта в образце равен:

$$S_c \delta_c = U_c^0 v_c \delta_c (1 - n). \quad (22)$$

Объем твердых частиц грунта с их оболочками

$$v_s(1 - n) + S_c \delta_c = v_c(1 - n)(1 + u_c^0 \delta_c). \quad (23)$$

Объем пустот между грунтовыми частицами после раздвижки их пленками воды можно определить из отношения:

$$\frac{v_c n v_c(1 - n)(1 + u_c^0 \delta_c)}{v_c(1 - n)} = v_c n(1 + u_c^0 \delta_c) \quad (24)$$

Объем воды, необходимый для заполнения пустот и образования пленок на грунтовых частицах, составит:

$$v_b = v_c n(1 + u_c^0 \delta_c) + u_c^0 v_c(1 - n) \delta_c = v_c n(n + u_c^0 \delta_c). \quad (25)$$

Объем грунта после раздвижки частиц бентонита пленками воды определяется выражением:

$$v_r = v_c(1 - n) + v_c(n + u_c^0 \delta_c) = v_c(1 + u_c^0 \delta_c) \quad (26)$$

с другой стороны

$$v_r = \frac{M_r}{\rho_s} + \frac{M_r}{\rho_b} \omega, \quad (27)$$

где M_r — масса грунта.

Для одного грамма грунта:

$$v_r = \frac{1}{\rho_s} + \frac{\omega}{\rho_b}; \quad v_c = \frac{1}{\rho_c}; \quad u_c = \frac{u_c^0}{\rho_c}, \quad (28)$$

где ρ_c — плотность сухого грунта.

Из уравнения (26) и (28) получим

$$\frac{H}{2} = \delta_c = \frac{1}{u_c} \left(\frac{1}{\rho_s} - \frac{1}{\rho_c} + \frac{\omega}{\rho_b} \right). \quad (29)$$

Для бентонита Саригюхского месторождения $u = 648 \text{ м}^2/\text{г}$ и наши опыты показали, что $\rho_c = 1,2 \text{ г/см}^3$.

Итак, решая уравнение (19), учитывая (11) и (29), можно определить прочность на растяжение глинистого грунта, если известны: плотность грунта — ρ ; плотность сухого грунта — ρ_c ; плотность частицы грунта — ρ_s ; влажность грунта — ω ; функция распределения частиц по размерам $\zeta(R)$. При отсутствии экспериментальных данных величину u_c^0 можно определить по формуле:

$$u_c^0 = \frac{3\rho}{\rho_s r_m (1 + \omega)\rho_c} \frac{\psi_2}{\psi_3}$$

Таким образом определяются все характеристики, необходимые для исследования прочности глинистых грунтов.

З а к л ю ч е н и е

1. Для модели глинистого грунта, состоящей из плотных шаров разного диаметра, вероятностными методами установлена связь между геометрическими параметрами водного пространства.

2. Для расчета межчастичного притяжения вместо формулы (1) использована более обобщенная формула (9), в которой учтено влияние межчастичного расстояния H , или влажности на прочность грунта.

3. Предложена формула (19) для расчета прочности глинистого грунта на растяжение, полученная интегрированием прочности всех контактов между частицами грунта в плоскости разрушения.

Ереванский политехнический институт,
ИВПиГ Минводхоза АрмССР

Поступила 2.III.1989.

Վ. Ս. ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Ս. Ն. ՄԻՍԱԿՅԱՆ

ԿԱՎԱՅԻՆ ԳԵՏԻՆՆԵՐԻ ԱՍՐՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԿ

Ա մ փ ո փ ու մ

Զրամբարների և ջրանցքների նախագծման ընթացքում կարևոր նշանակություն ունի գրանցից տեղի ունեցող ջրի ծծանցումը կանխելու հարցը: Գոյություն ունեն հակածծանցման միջոցառումների դա՛նադան եղանակներ, որոնցից իրենց հուսալիությունը աչքի են ընկնում գեանահողային (կավա-

յին) դիմկայունները նշված կառույցների պործունեության բնթայցրում շատ հաճախ սեղի են ունենում ջրի մակարդակի տատանումների Հասկայես ու ոռոգման նպատակների համար ստեղծված կոռույցներում այդ երևույթն օրինաչափ է և մեծ չափերի է հասնում: Այսպես օրինակ, ոռոգման սեղունի վերջում ջրամբարները դատարկվում են, իսկ ջրանցքների աշխատանքը ժամանակավորապես դադարեցվում է: Նման դեպքերում կավային դիմկայունները ջրագրկվելով շորանում են, ինչի հետևանքով նրանց մեջ սատիճանաբար հզորանում են ձգող լարումները, որոնք և հանգեցնում են դիմկայի մարմնի ձևախախտման, ճարճքման: Այս անցանկալի երևույթը կանխելու և կավային դիմկայունների ճարակայունությունը ապահովելու նպատակով համապատասխան ինժեներական միջոցառումների կիրառման անհրաժեշտություն է զգացվում, որտեղ առաջնահերթ կարևորություն է ստանում ձգող լարումների առկայության պայմաններում կավի ամրությունը որոշելու հարցը:

Այս նպատակով սույն հոդվածում փորձ է արվել տեսականորեն ստանալու մի այնպիսի բանաձև, որն ի տարբերություն այլ հայտնի բանաձևերի, հնարավորություն է տալիս որոշելու կավերի ձգման ամրությունը՝ հաշվի առնելով նաև նրանց խոնավությունը:

Ըստ բանաձևի, ունենալով բնական վիճակում կավի խտությունը, կավի մասնիկների խտությունը, կավի խոնավությունը, մասնիկների տեսակարար մակերեսը և բաշխման ֆունկցիայի արժեքները, կարելի է որոշել կավի ձգման ամրությունը:

V. S. SARKISIAN, S. F. MISAKIAN

ON THE CLAY GROUNDS STRENGTH THEORY

A b s t r a c t

The clay grounds tensile strength calculation method is considered by means of integration the strength of all contacts between ground particles in the destruction plane. The obtained calculated dependence is notable for taking into account the influence of a ground humidity on its strength.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВНИИ Водгос. Фильтрационная прочность глинистых грунтов, М. Стройиздат, 1975.
2. Ефремов И. Ф. Периодические коллоидные структуры. Изд. Химия, Ленинградского отделения, 1971.
3. Полак А. Ф., Бабков В. В. Физико-химическая механика дисперсных структур. Изд-во АН СССР, 1967.

Дж. О. МИНАСЯН, А. К. КАРАХАНИЯН, Т. А. СИРУНЯН

О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ МАГНИТНЫХ И ПАЛЕОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТУФОВ АРМЯНСКОЙ ССР

Магнитные и палеомагнитные исследования позволили установить термоостаточную природу остаточной намагниченности туфов Армении, вне зависимости от их типа. Отличия магнитных параметров туфов послужили подтверждением того, что разные типы туфов сформировались от исходной массы, имеющей различную температуру. Палеомагнитные данные подтверждают плиоцен-четвертичный возраст туфов Армянской ССР.

Туфы Армянской ССР, развитые в основном в магматической провинции горы Арагац, по текстурным признакам, окраске и составу подразделяются на пять типов. Несмотря на многочисленные работы [1, 2, 3, 4, 5, 6], в которых освещаются различные вопросы геологии туфов, дискуссионными являются вопросы их стратиграфического положения, генезиса, температуры исходной массы, из которой сформировались туфы.

Туфы ереван-ленинканского типа—крайние фации арктического типа и, как считает В. М. Амарян [1], не случайна приуроченность туфов арктического типа к склонам горы Арагац, а туфов ереван-ленинканского типа—к его перифериям. По его мнению, кирпично-красные туфы представляют поверхностные фации туфов арктического типа, а пятнистые черно-красные туфы распространены в переходных зонах туфов арктического и ереван-ленинканского.

В эффузивном комплексе горы Арагац геологи выделяют четыре стратиграфических горизонта туфов, которые отделяются друг от друга лавами, местами аллювиально-делювиальными, озерными, озерно-речными отложениями [3]. Первые два горизонта образовались в верхнеплиоценовое и нижнечетвертичное время, третий—в четвертичное время, а четвертый—в среднечетвертичное.

Спорным является также и вопрос генезиса туфов. По мнению П. И. Лебедева [11], туфы ереван-ленинканского типа образовались путем уплотнения опавшего с воздуха пеплового материала, а образование арктического туфа происходило в водных бассейнах.

А. Н. Заварицкий [4], К. А. Мкртчян [10], А. Т. Асланян [2] придерживаются той точки зрения, что туфы и туфолавы образовались из богатого газами раскаленного вулканического материала путем непосредственного сваривания между собой обломков минералов, стекла и лав. Эта масса двигалась по депрессиям рельефа как жидкое вещество и остывала как лава.

По их мнению, арктический тип туфов образовался при относительно высоких температурах исходной массы, а ереван-ленинканский—при относительно низких температурах.

По мнению К. Г. Шириняна [13], формирование пламенных и черных туфов обусловлено почти полным распылением магматического расплава, который выходил на поверхность Земли в виде раскаленного пеплового материала. При образовании розовых туфов частично распыленный магматический расплав соединялся с крупными кусками вязкой лавовой массы благодаря их большой пластичности.

К. И. Карапетян [5] на основании геологических исследований доказывает пгнимбритовое происхождение туфов Армянской ССР, выделяя среди них беспекшиные разновидности туфов.

Несомненный интерес представляет исследование магнитных и палеомагнитных характеристик туфов. Они позволяют получить определенные данные по некоторым вопросам формирования туфов, таким как

их возраст и температура исходной массы, из которых формировались туфы.

Изучены туфы из месторождений у города Артик, районов сел Кети, Капс, Ацик, Ваграмаберд, Бюракан, массива горы Арагац и др. В общей сложности было изучено около 300 образцов. В табл. 1 приведены магнитные характеристики и палеомагнитные направления различных типов туфов.

Таблица 1

Тип	Цвет	Район исследований	К-во образцов	$I_n \cdot 10^1$ а/м	$\chi \cdot 10^3$ СН	Q	Направление I_n			
							D°	δ	a	K
Артекский	Розовый	г. Артик	79	8.7	2.0	14.0	339	51		
		с. Ари	66	33.0	7.0	15.0	331	49	6	16.7
			10	263	16.0	52.0	357	45		
			5	5.0	5.0	3.0	174	58		
Ереван-Ер-ишканский	Черный	с. с. Кети, Капс, Карнут, Ваграмаберд, Ацик, Джатжур	68	7.3	12.0	2.0	343	59	4	23
			25	33.0	25.0	4.3	339	55		
			3	4.4	4.7	3.0	357	54	6	26.4
			35	47.0	32.0	4.7	355	55		
Бюраканский	Красный	с. с. Иринд, Оганалат, Мастара, Бюракан, Байсыз	17	42.0	24.0	6.0	350	58	18	30
			5	180	14.0	42.0	5	54		

Диагностика ферромагнитных минералов

Состав ферромагнитной фракции туфов, ответственной за остаточную намагниченность, определен термомагнитным анализом по кривым $I_{rs}(t)$. Анализ этих кривых показал, что вне зависимости от типа туфов, они в основном имеют одинаковый ферромагнитный состав.

На рис. 1, а представлены характерные кривые $I_{rs}(t)$ туфов. Кривые $I_{rs}(t)$ первого и второго нагрева находятся вблизи друг от друга и отбивают точку Кюри магнетита в пределах 560—580°C. Отношение I_{rs}/I_{r0} близко к единице.

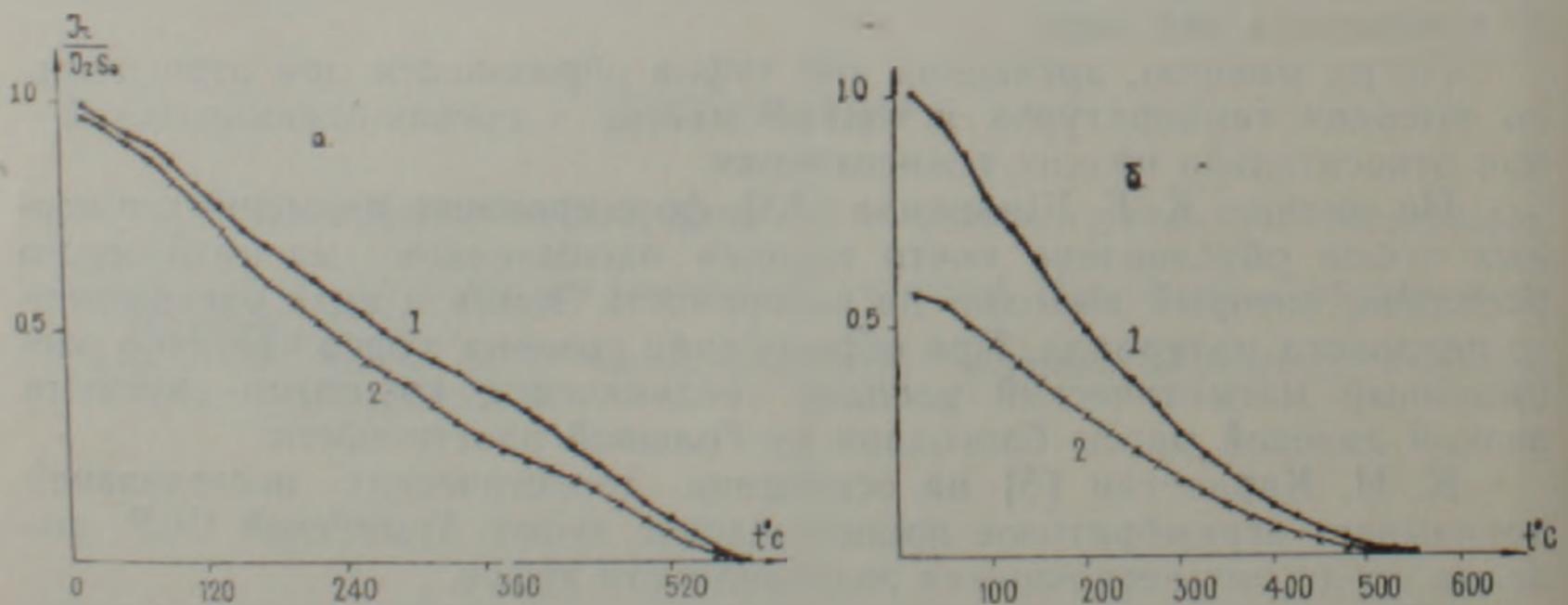


Рис. 1. Характерные кривые термомагнитного анализа туфов: а—магнетитсодержащие, б—магнетитсодержащие. 1—первый нагрев; 2—повторный нагрев.

На кривых $I_{rs}(t)$ туфов ленинаканского типа отмечается слабый перегиб в пределах $320-340^\circ$. По всей вероятности, в этих туфах содержится незначительное количество титаномагнетита.

Лишь в туфах бюраканского типа (красные туфы) кроме образцов, содержащих только магнетит, выявлены и маггемитсодержащие. На рис. 1, б дана характерная кривая $I_{rs}(t)$ маггемитсодержащих красных туфов. Величина I_{rs} после первого нагрева уменьшается почти в два раза. Маггемит неустойчив и в интервале $250-450^\circ$ С переходит в гематит. Слияние кривых I_{rs} с осью абсцисс в пределах 550° свидетельствует о наличии в них и магнетита.

Коэрцитивные спектры, полученные по кривым нормального намагничивания $I_r(H)$ также подтверждают в основном магнетитовый состав ферромагнитной фракции туфов [8].

Туфы арктического типа. Наибольшими значениями естественной остаточной намагниченности и магнитной восприимчивости среди всей коллекции туфов характеризуются образцы арктик-туфа. Слабомагнитных образцов среди них практически не оказалось. Только два образца из всей коллекции арктических туфов имеют значения, близкие к $100 \cdot 10^{-3}$ а/м. Ряд образцов имеет довольно высокий уровень намагниченности, достигающий $260 \cdot 10^{-1}$ а/м. Эти образцы характеризуются значениями параметра Q , позволяющими считать их высокостабильными в палеомагнитном отношении. В разрезе туфовых образований арктического типа обнаружены обратномагнитные образцы, которые занимают определенное стратиграфическое положение. Мощность их по вертикали около 1,5 метра. По величине остаточной намагниченности выделены две группы обратномагнитных образцов арктик-туфа. Значение параметра Q для них > 1 , что позволяет считать их остаточную намагниченность стабильной, а роль вторичной намагниченности незначительной. Среднее направление этих обратномагнитных туфов сопоставляется с направлением намагниченности андезитов и андезито-базальтов третьей группы антарутского разреза [6]. Можно предположить, что формирование обратномагнитных туфов происходило в «верхах» эпохи обратной полярности геомагнитного поля Матуяма. По геологической шкале это будет соответствовать верхнеплиоцен-нижнечетвертичному времени. Коэффициент $K = I_n / I_{cl}$ лежит в пределах $0,95-1,0$, т. е. эти туфы образовались в устойчивом геомагнитном поле обратной полярности, по величине близкой к современному.

Методом Телье [12] определен вид остаточной намагниченности арктических туфов. На рис. 2, а — представлены кривые Телье этих туфов. Хорошее совпадение кривой терморазмагничивания $I_n(t)$ и лабораторной термоостаточной намагниченности I_{n1} , а также неизменность направления I_n в процессе нагрева до 600° С, говорят о синхронности формирования туфов, остаточной намагниченности и магнитных минералов, ответственных за I_n .

По стабильности I_n и виду кривых Телье образцы арктик-туфа уподобляются с эффузивами первой группы кайнозоя Армении [9].

Туфы ереван-ленинаканского типа. Основную часть изученных туфов этого типа по величине намагниченности можно считать среднемагнитными. Величина их намагниченности равна $7,3 \cdot 10^{-1}$ а/м. Это туфы районов сел Кети, Ваграмаберд, Капс, Карнут. Параметр Q_{cp} для них равен двум. Магнитная восприимчивость $\chi = 18 \cdot 10^{-3}$ СИ. Среди черных туфов выявлены и образцы со значениями параметров, позволяющими считать их магнитными. Для них $I_n = 32 \cdot 10^{-1}$ а/м, $\chi = 20 \cdot 10^{-3}$ СИ и $Q = 5$.

Одинаковые значения магнитной восприимчивости и различие величин остаточной намагниченности среди двух групп черных туфов, по всей вероятности, обусловлены различием температурного режима образования туфов.

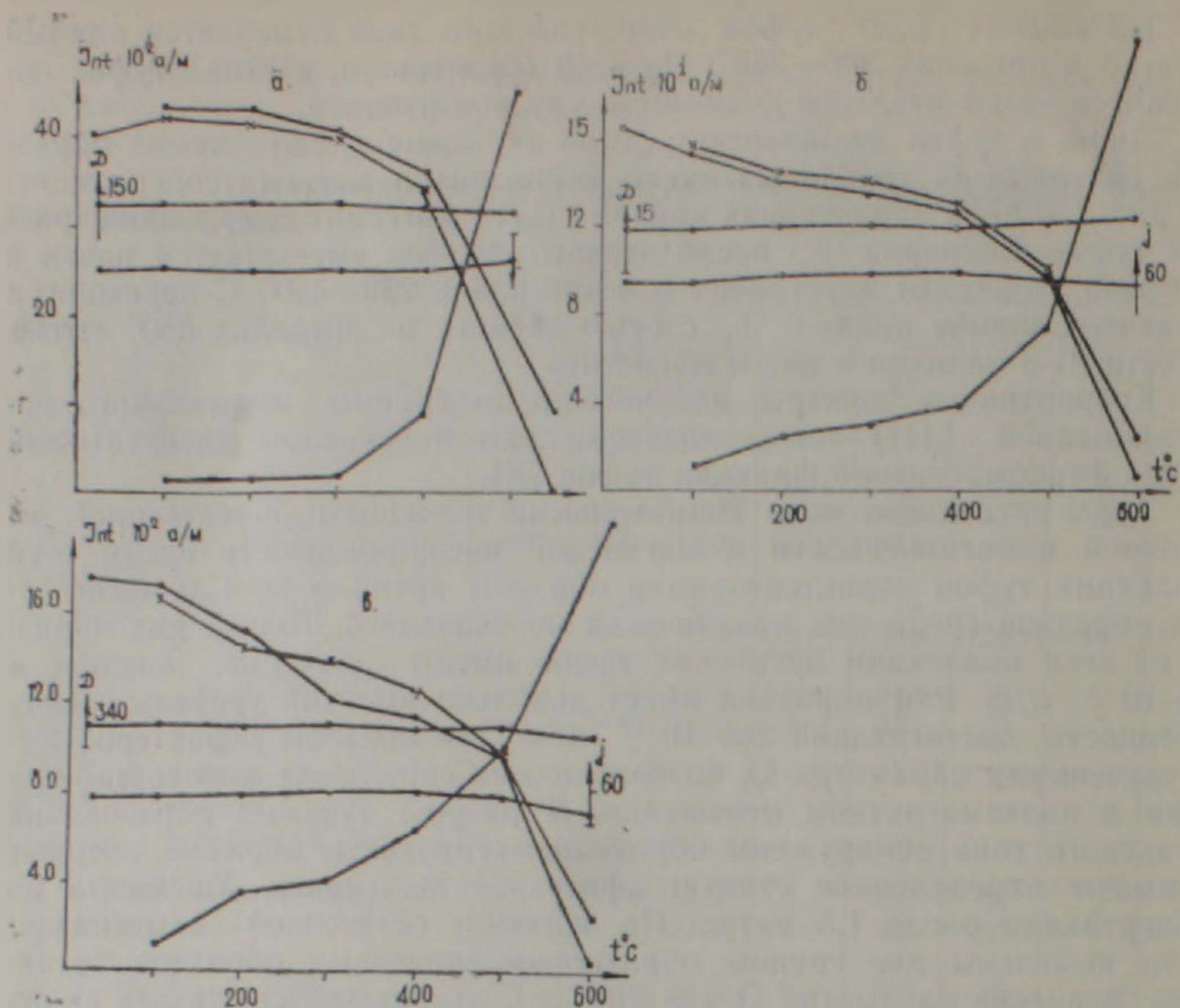


Рис. 2. Кривые последовательных нагревов Телье: а—аргик-туф; б—ереван-ленинканский; в—бюраканский.

Для прямонамагниченных туфов $D_{cp} = 337^\circ$ и $J_{cu} = 56^\circ$ при кучности $K = 30$ (разрез у с. Кети), $K = 29$ (с. Ваграмаберд) и $K = 60$ (с. Карнут). Обратнамагниченными оказались только четыре образца черных туфов у с. Кети со значениями $I_{ncp} = 84 \cdot 10^{-3} \text{ а/м}$, $\chi_{cp} = 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ СИ}$ и $Q = 4$. Для них $D_{cp} = 155^\circ$ и $J_{cp} = -40^\circ$ и довольно высокая кучность $K = 51$. Кривые Телье черных туфов рис. 2, б надежны. Небольшой спад величины I_n до 300° связан с титаномагнетитом. При этом направление I_n остается неизменным, т. е. титаномагнетит первичен и как и магнетит является носителем остаточной намагниченности. Анализ кривых Телье черных туфов (их форма, постоянство коэффициента K) подтверждают термоостаточную природу I_n туфов ереван-ленинканского типа. По виду кривых Телье и стабильности I_n черные туфы подобны эффузивам второй группы кайнозоя Армении [9].

Туфы бюраканского типа. Бюраканский тип туфов включает туфы двух цветов—красные и желтые. Основная часть образцов желтых туфов по величине намагниченности, средняя величина которой составляет $47 \cdot 10^{-1} \text{ а/м}$, являются магнитными. Характеризуются они прямой намагниченностью со средним значением направления вектора остаточной намагниченности $D_{cp} = 358^\circ$ и $J_{cp} = 56^\circ$ с высокой кучностью $K = 26,4$. Кривые Телье желтых туфов рис. 2, в свидетельствуют о термоостаточной природе их I_n . Коэффициент $K = I_n / I_n$ для отдельных образцов варьирует от 0,7 до 1,2. По-видимому, в этих туфах магнетитовые зерна являются многодоменными, при нагреве происходят фазовые превращения, что и отражается на параметре K .

Красные туфы характеризуются более высокой величиной намагниченности. Так, максимальная средняя величина намагниченности достигает $180 \cdot 10^{-1} \text{ а/м}$ при более низких значениях магнитной восприимчивости ($\chi = 19 \cdot 10^{-3} \text{ СИ}$) и при колебаниях средних значений параметра Q от 6 до 42.

Эти различия в магнитных свойствах красных туфов связываются с различным составом (как и отмечалось выше) и концентрацией ферромагнитных минералов.

На рис. 3а, б представлены кривые Телье пламенных туфов. Видно, что кривые отличаются степенью надежности. Образцы магнетит-маггемитового состава имеют кривые Телье, характеризующиеся спадом остаточной намагниченности до 250° и вариациями коэффициента от 0,8 до 1,4. В то же время магнетитсодержащие туфы характеризуются кривыми Телье большей надежности. Коэффициент К для них лежит около 1.

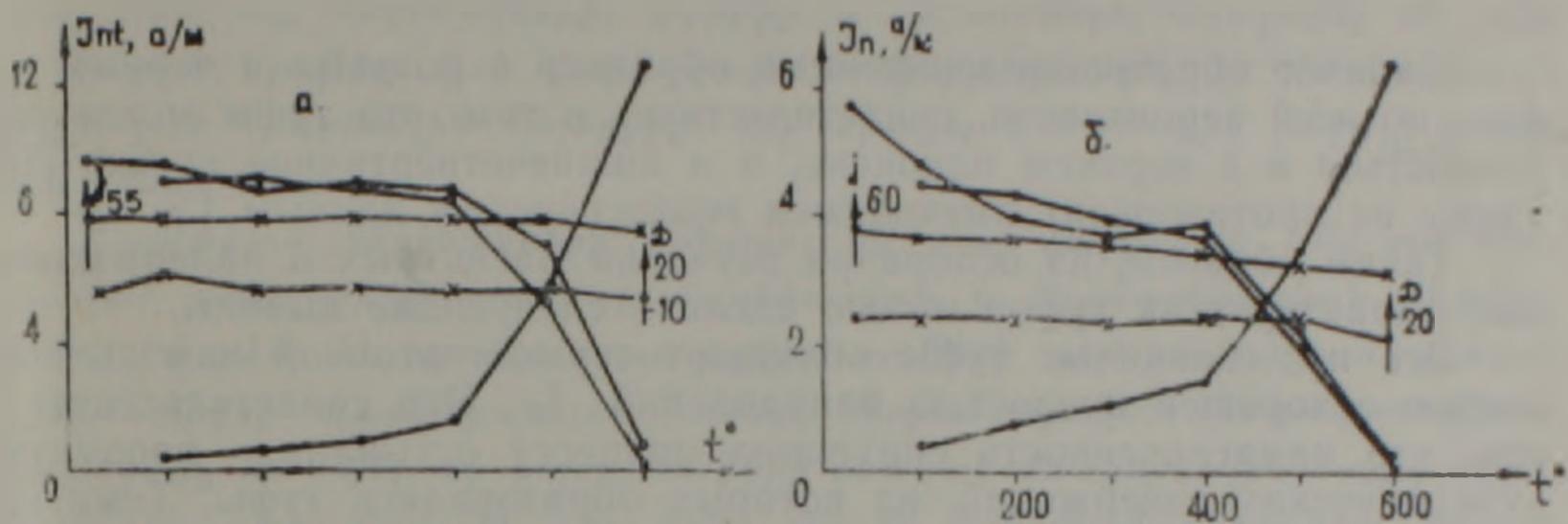


Рис. 3. Кривые последовательных нагревов Телье пламенных туфов а—магнетитсодержащих; б—маггемитсодержащих.

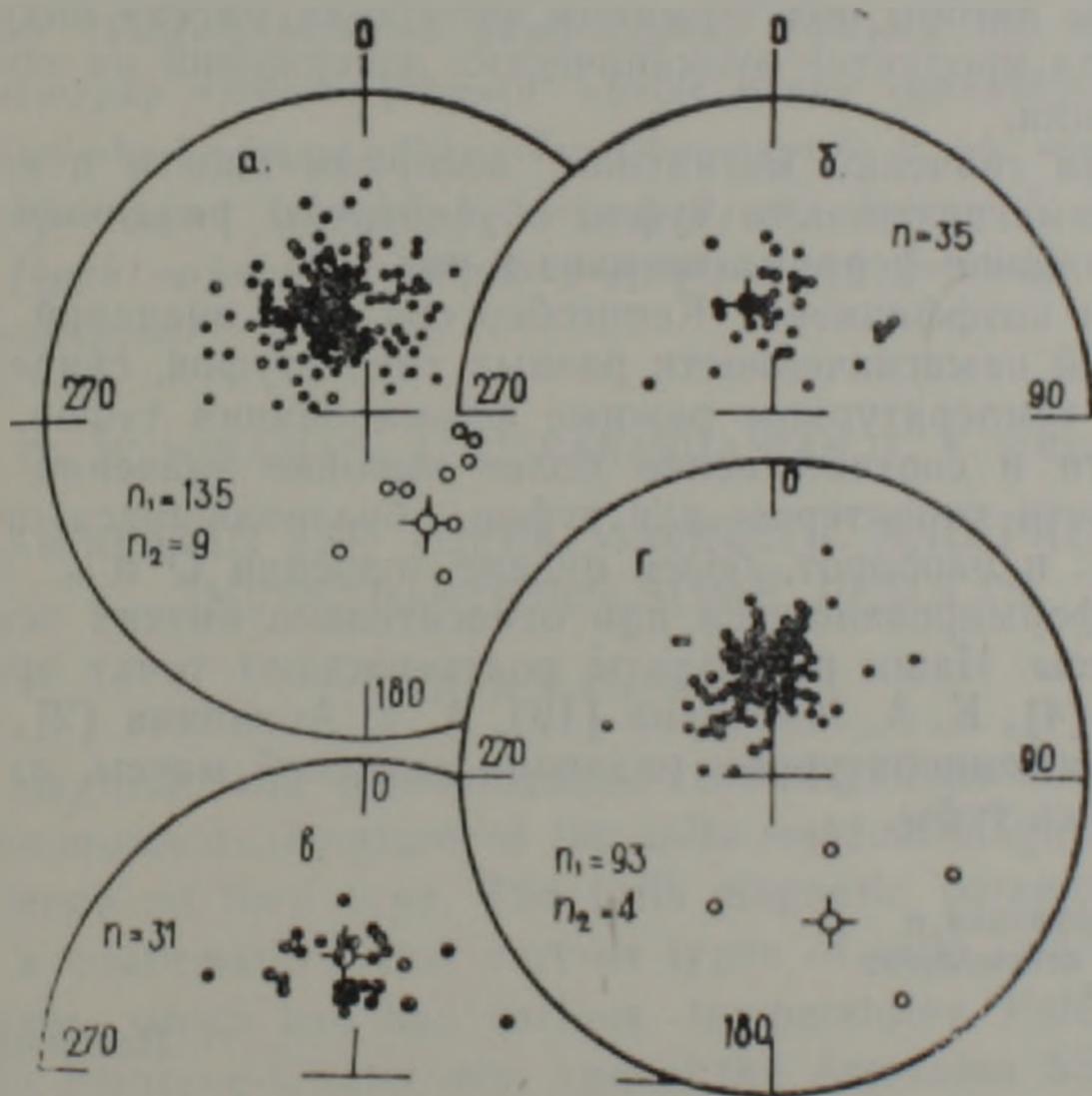


Рис. 4. Стереогаммы распределения I_n туфов Армении: а—артик-туф; б—красные туфы; в—желтые туфы; г—черные туфы.

Красные туфы бюраканского типа прямонамагничены. Кучность распределения векторов К для них равна 30.

В таблице 2 приведены координаты палеомагнитных полюсов, определенные по направлениям I_n (стереогаммы на рис. 4) разных типов туфов.

Сопоставляя данные таблицы 2 с координатами палеополюсов верхнего плиоцен-четвертичного возраста по эффузивам [9] можно отметить их хорошую сходимость, т. е. палеомагнитные данные подтверждают плиоцен-четвертичный возраст туфов Армянской ССР.

Тип	Цвет	К-во об-ов	Направление I_n		Палеомагнитный полюс			
			D_{cp}	J_{cp}	Φ_p	λ_p	Θ_1	Θ_2
Арктикский	Розовый	155	343	48	72	280	8	5
		11	167	-56	-79	287	26	19
Ереван-дзелинаканский	Черный	93	341	57	75	314	6	4
		4	155	-39	-62	167		
Бюраканский	Желтый	38	356	55	84	257	8	6
	Красный	22	357	56	85	253	25	19

Наличие обратномагнитных образцов в розовых и черных туфах, по всей вероятности, свидетельствует о том, что туфы могли образоваться и в верхнем плиоцене, и в нижнечетвертичное время. Это также не противоречит имеющимся геологическим данным [2, 3].

Таким образом, на основании изучения магнитных и палеомагнитных характеристик туфов можно сделать следующие выводы.

Все исследованные туфы обладают термоостаточной намагниченностью с хорошей кучностью направлений I_n . Это свидетельствует о том, что намагниченность синхронна процессу остывания продуктов вулканических извержений, из которых образовались туфы. Температура образования их превышает точку Кюри магнетита ($550-600^\circ\text{C}$) — основного ферромагнетита в туфах и носителя I_n . Отличие магнитных характеристик разных типов туфов свидетельствует о температурном различии исходной массы, из которой сформировались туфы. В данном случае авторы под термином «исходная масса» подразумевают момент выхода продуктов вулканических извержений на поверхность и его литификации.

Колебания значений магнитной восприимчивости и естественной остаточной намагниченности туфов обусловлены различием количественного содержания ферромагнетиков в них.

Вариации коэффициента Кенигсбергера Q и значений естественной остаточной намагниченности разных типов туфов, свидетельствуют о различном температурном режиме формирования туфов. Значения больше десяти и соответственно более высокие значения остаточной намагниченности характерны для туфов, образовавшихся при высоких температурах, и наоборот, более низкие значения Q и I_n характерны для туфов, сформированных при относительно низких температурах исходной массы. Наши результаты подтверждают точку зрения А. Н. Заварицкого [4], К. А. Мкртчяна [10], А. Т. Асланяна [2], К. С. Шириняна [13] о температурном различии исходной массы, из которой и сформировались туфы.

Институт геофизики и
инженерной сейсмологии
АН АрмССР

Поступила 15.IX.1988

Ջ. Ջ. ՄԻՆԱՍՅԱՆ, Ա. Կ. ԿԱՐԱԿԱՆՅԱՆ, Թ. Ա. ՍԻՐՈՒՆՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԽՍՀ ՏՈՒՑԵՐԻ ՄԱԳՆԻՏԱԿԱՆ ԵՎ ՀՆԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ
ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՐՈՇ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա. Վ. Փ. Ո. Փ. Ո. Վ.

Ինչպես հայտնի է, Հայկական ԽՍՀ տուֆերի գոյացման, նրանց շերտագրական դիրքի որոշ հարցեր, շնայած դրանց երկրաբանությունը նվիրված բավականին մեծ թվով աշխատանքների, մնում են վիճելի:

Այս տեսակետից որոշակի հետաքրքրություն են ներկայացնում տուֆերի մագնիսական և հնամագնիսական ուսումնասիրությունները, որոնց նվիրված աշխատանքները դեռևս փոքրաթիվ են:

Տուֆերի գոյացման վերաբերյալ եղած կարծիքները տարբեր են: Հստ որոշ հետազոտողների, երևան-յենինականյան տիպի տուֆերն առաջացել են օդից թափված մոխրային նյութերի խտացման հետևանքով, իսկ արթիկ-տուֆր առաջացել է ջրավազաններում: Այլ հետազոտողներ գրտնում են, որ տուֆերն առաջացել են գազերով հարուստ, շիկացած հրաբխային նյութից, որը հեղուկի շարժունակություն է ունեցել և սառել է լավայի պես: Հստ այլ հեղինակների, կարմիր և սև տուֆերն առաջացել են լրիվ փոշիացած նյութից, իսկ վարդագույն տուֆերը գոյացել են մասնակիորեն փոշիացած հրաբխային հալոցքից, որը միացել է մածուցիկ լավայի խոշոր բեկորների հետ:

Հողվածում հեղինակները ջանացել են տալ Հայկական ԽՍՀ-ում տարածված երեք տիպի տուֆերի մագնիսական և հնամագնիսական բնութագրերը, փորձել են դրանք օգտագործել տուֆերի գոյացման շերտագրական որոշ հարցեր պարզաբանելու համար: Փորձարարական հետազոտությունները ցույց են տվել, որ բոլոր տուֆերի բնական մնացորդային մագնիսականությունն ունի ջերմամնացորդային բնույթ: Երկաթամագնիսական բաղադրամասի միևնույն կազմը և տարբեր մագնիսական հատկությունները վկայում են տուֆերի սկզբնական նյութի տարբեր ջերմաստիճանների և առաջացման տարբեր վիճակների մասին:

Տուֆերի հնամագնիսական բնութագրերը վկայում են, որ նրանք առաջացել են տարբեր ժամանակներում՝ սկսած վերին պլիոցենից մինչև շորրորդականի ժամանակահատվածներում: Վարդագույն և սև տուֆերում հակադարձ մագնիսացված նմուշների առկայությունը կարող է ապացույց հանդիսանալ վերին պլիոցեն—ստորին շորրորդականի հասակի տուֆերի գոյության վերաբերյալ:

DJ. H. MINASIAN, A. K. KARAKHIANIAN, T. A. SIRUNIAN

ON THE ARMENIAN SSR TUFFS MAGNETIC AND PALEOMAGNETIC INVESTIGATIONS SOME RESULTS

A b s t r a c t

The magnetic and paleomagnetic investigations allowed to establish the thermoresidual nature of the tuffs residual magnetization without an dependence on their type. The tuffs magnetic parameters differences served as a confirmation, that various types of tuffs were formed from initial masses, which had had various temperatures. Paleomagnetic data confirm the Pliocene-Quaternary age of the Armenian SSR tuffs.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амарян В. М. Новые данные по стратиграфии туфо-туфолов Арагацской вулканической области.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1962, том XV, № 3.
2. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Ереван: Айпетрат, 1958. 427 с.
3. Геология СССР. Том XLIII Армянская ССР. Геологическое описание. Москва: Изд. Недра, 1970, 463 с.
4. Заварицкий А. И. Игнимбриты Армении.—Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № 3.
5. Карпетян К. И. Об игнимбритовой природе артик-туфа («туфоловы артиксского типа») —Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, № 5, с. 38—44.
6. Карпетян К. И., Солодовников Г. И. Новые данные о возрасте и стратиграфии

- игнимбритов Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, № 2, с. 24—30.
7. Месропян А. И. О генезисе четвертичных туфов Армении.—Изв. АН АрмССР, сер. геол. и географ. наук, 1951, № 4.
 8. Минасян Дж. О.—Ферромагнитные фазы и компоненты естественной остаточной намагниченности некоторых эффузивных пород Армении.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 6, 1976, с. 90—95.
 9. Минасян Дж. О., Караханян А. К. Геомагнитное поле в Армении в кайнозое. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1986. 169 с.
 10. Мкртчян К. А. Некоторые замечания о генезисе туфов арктического типа.—Изв. АН СССР, сер. геол., 1954, № 5.
 11. Лебедев П. И. К вопросу о природе туфовых лав вулкана Алагец.—Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № 6.
 12. Тельс Е., Тельс О. Об интенсивности геомагнитного поля Земли в историческом и геологическом прошлом.—Изв. АН СССР, серия геофиз., 1959, № 9, с. 12—26.
 13. Ширинян К. Г. Вулканические туфы и туфолавы Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1956.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, 1989, № 6, 54—55

УДК: 550.846.3

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Г. В. ШАГИНЯН, Ц. О. ЭКСУЗЯН

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОЛЕ РАСТЕНИЙ ПО СПЕКТРАЛЬНОМУ И ГИДРОХИМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗАМ

В ряду геохимических методов поисков роль биогеохимии в целом и фитогеохимии, в частности, достаточно хорошо изучена. При этом основным аналитическим методом определения искомых компонентов в золе растений является спектрография. Известны также метод по водным и кислотным вытяжкам элементов из зеленых тканей растений (В. З. Рубейкин), метод по соку растений (Э. А. Кюрегян, Р. А. Бурнутян), но они, к сожалению, не нашли широкого применения при постановке фитогеохимических поисков.

В данном сообщении приводятся результаты, полученные еще одним методом изучения химического состава растений—водной вытяжкой элементов из золы растений. Основная ценность этого метода заключается в том, что получается информация по одному и тому же объекту исследования (зола) двумя методами—спектральным и гидрохимическим анализами—параллельно. Это особенно важно при выявлении элементов в содержаниях, находящихся ниже или на пределе чувствительности спектрального анализа при использовании спектрографов ИСП-28 и ДФС-13.

Исследования проводились по озолненным пробам, отобранным в бассейне верхнего течения р. Сиснан.

Методика проведения анализа такова: изготавливается водная вытяжка (вода дистиллированная) из золы растений в соотношении 1:20 (1—зола, 20—вода), в которой, после 10-минутного взбалтывания колориметрическим методом определяются искомые компоненты. В данном случае как соотношение, так и время взбалтывания обусловлены малой навеской золы (от 0,14 до 4,02 г) и, следовательно, эти параметры могут являться не оптимальными.

Исходя из металлогенических особенностей района, основное внимание было уделено цинку, мышьяку и молибдену. Эпизодически определялось золото и в двух пробах—марганец. Все эти элементы составляют эндогенную рудную формацию в данном районе.

Результаты исследований обобщены в табл. 1.

- игнимбритов Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, № 2, с. 24—30.
7. Месропян А. И. О генезисе четвертичных туфов Армении.—Изв. АН АрмССР, сер. геол. и географ. наук, 1951, № 4.
 8. Минасян Дж. О.—Ферромагнитные фазы и компоненты естественной остаточной намагниченности некоторых эффузивных пород Армении.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 6, 1976, с. 90—95.
 9. Минасян Дж. О., Караханян А. К. Геоманнитное поле в Армении в кайнозое. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1986. 169 с.
 10. Мкртчян К. А. Некоторые замечания о генезисе туфов арктического типа.—Изв. АН СССР, сер. геол., 1954, № 5.
 11. Лебедев П. И. К вопросу о природе туфовых лав вулкана Алагец.—Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № 6.
 12. Тельс Е., Тельс О. Об интенсивности геомагнитного поля Земли в историческом и геологическом прошлом.—Изв. АН СССР, серия геофиз., 1959, № 9, с. 12—26.
 13. Ширинян К. Г. Вулканические туфы и туфолавы Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1956.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, 1989, № 6, 54—55

УДК: 550.846.3

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Г. В. ШАГИНЯН, Ц. О. ЭКСУЗЯН

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОЛЕ РАСТЕНИЙ ПО СПЕКТРАЛЬНОМУ И ГИДРОХИМИЧЕСКОМУ АНАЛИЗАМ

В ряду геохимических методов поисков роль биогеохимии в целом и фитогеохимии, в частности, достаточно хорошо изучена. При этом основным аналитическим методом определения искомых компонентов в золе растений является спектрография. Известны также метод по водным и кислотным вытяжкам элементов из зеленых тканей растений (В. З. Рубейкин), метод по соку растений (Э. А. Кюрегян, Р. А. Бурнутян), но они, к сожалению, не нашли широкого применения при постановке фитогеохимических поисков.

В данном сообщении приводятся результаты, полученные еще одним методом изучения химического состава растений—водной вытяжкой элементов из золы растений. Основная ценность этого метода заключается в том, что получается информация по одному и тому же объекту исследования (зола) двумя методами—спектральным и гидрохимическим анализами—параллельно. Это особенно важно при выявлении элементов в содержаниях, находящихся ниже или на пределе чувствительности спектрального анализа при использовании спектрографов ИСП-28 и ДФС-13.

Исследования проводились по озолненным пробам, отобранным в бассейне верхнего течения р. Сиснан.

Методика проведения анализа такова: изготавливается водная вытяжка (вода дистиллированная) из золы растений в соотношении 1:20 (1—зола, 20—вода), в которой, после 10-минутного взбалтывания колориметрическим методом определяются искомые компоненты. В данном случае как соотношение, так и время взбалтывания обусловлены малой навеской золы (от 0,14 до 4,02 г) и, следовательно, эти параметры могут являться не оптимальными.

Исходя из металлогенических особенностей района, основное внимание было уделено цинку, мышьяку и молибдену. Эпизодически определялось золото и в двух пробах—марганец. Все эти элементы составляют эндогенную рудную формацию в данном районе.

Результаты исследований обобщены в табл. 1.

Таблица 1

Элементы	Количество исследованных проб		Количество проб с содержаниями выше чувствительности анализов		Интервал содержаний	
	Спектральный анализ	Гидрохимия	Спектральный анализ	Гидрохимия	Спектральный анализ %	Гидрохимия мг/100г
Zn	46	31	35	16	0,0032 — 0,0024	0,001 — 2,4
As	46	50	7	12	следы — 0,01	следы — 1,00
Mo	46	29	45	29	0,00032 — 0,056	0,13 — 5,86
Mn	46	2	46	2	0,013 — 4,2	2,16 — 2,25
Au	46	11	4(все-следы)	7	—	0,007 — 0,06

Средние содержания составляют:
 спектральный анализ: Zn— $\leq 0,0046$; Mo—0,0042; Mn—0,51%,
 гидрохимия: Zn—0,29; As—0,32; Mo—1,14; Au—0,02 мг/100 г.

Как показывают полученные данные, метод водной вытяжки элементов из золы растений может служить дополнительным источником информации, а в некоторых случаях может давать информацию по тем содержаниям элементов, которые не определяются на спектрографах средней дисперсии и дифракционном спектрографе. Например, из 46 только в четырех пробах спектральный анализ выявил содержание золота и то без числовых значений (следы), а из 11 проб, подвергнутых гидрохимическому анализу, в семи пробах выявлены концентрации элемента в значениях 0,09; 0,48; 0,014; 0,06; 0,02; 0,013; 0,007 мг/100 г. Факт, несомненно, заслуживает внимания и нам представляется, что по определению содержаний большего числа элементов в золе растений гидрохимический метод может быть успешно применен. Кроме того, применение этого метода может представлять определенный интерес при экологических исследованиях для выяснения степени техногенного загрязнения в определенном промежутке времени при постановке биосферного мониторинга.

Институт геологических наук
 АН Армянской ССР

Поступила 20.VI.1989.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, 1989, № 6. 55—58

УДК 551.435.14 (479.25)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Р. Х. ГАГИНЯН

ОПЫТ АНАЛИЗА АНОМАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРОДОЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ РЕК СЮНИКСКОГО НАГОРЬЯ В ЦЕЛЯХ ИЗУЧЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

В последние годы вышло много работ [2, 3, 6, 7 и др.], в которых подробно обосновывается возможность применения результатов изучения уклонов тальвегов рек для целей морфоструктурного анализа и выяснения неотектонических движений. Использование метода тесно

Таблица 1

Элементы	Количество исследованных проб		Количество проб с содержаниями выше чувствительности анализов		Интервал содержаний	
	Спектральный анализ	Гидрохимия	Спектральный анализ	Гидрохимия	Спектральный анализ %	Гидрохимия мг/100г
Zn	46	31	35	16	0,0032 — 0,0024	0,001 — 2,4
As	46	50	7	12	следы — 0,01	следы — 1,00
Mo	46	29	45	29	0,00032 — 0,056	0,13 — 5,86
Mn	46	2	46	2	0,013 — 4,2	2,16 — 2,25
Au	46	11	4(все-следы)	7	—	0,007 — 0,06

Средние содержания составляют:
 спектральный анализ: Zn— $\leq 0,0046$; Mo—0,0042; Mn—0,51%,
 гидрохимия: Zn—0,29; As—0,32; Mo—1,14; Au—0,02 мг/100 г.

Как показывают полученные данные, метод водной вытяжки элементов из золы растений может служить дополнительным источником информации, а в некоторых случаях может давать информацию по тем содержаниям элементов, которые не определяются на спектрографах средней дисперсии и дифракционном спектрографе. Например, из 46 только в четырех пробах спектральный анализ выявил содержание золота и то без числовых значений (следы), а из 11 проб, подвергнутых гидрохимическому анализу, в семи пробах выявлены концентрации элемента в значениях 0,09; 0,48; 0,014; 0,06; 0,02; 0,013; 0,007 мг/100 г. Факт, несомненно, заслуживает внимания и нам представляется, что по определению содержаний большего числа элементов в золе растений гидрохимический метод может быть успешно применен. Кроме того, применение этого метода может представлять определенный интерес при экологических исследованиях для выяснения степени техногенного загрязнения в определенном промежутке времени при постановке биосферного мониторинга.

Институт геологических наук
 АН Армянской ССР

Поступила 20.VI.1989.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, 1989, № 6. 55—58

УДК 551.435.14 (479.25)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Р. Х. ГАГИНЯН

ОПЫТ АНАЛИЗА АНОМАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРОДОЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ РЕК СЮНИКСКОГО НАГОРЬЯ В ЦЕЛЯХ ИЗУЧЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

В последние годы вышло много работ [2, 3, 6, 7 и др.], в которых подробно обосновывается возможность применения результатов изучения уклонов тальвегов рек для целей морфоструктурного анализа и выяснения неотектонических движений. Использование метода тесно

связано с понятием нормального профиля реки, который подробно освещен в работах [4, 5]. В литературе под понятием нормального профиля понимается такой профиль реки, который возникает в условиях «наибольшей возможной (в каждом данном отрезке реки) компенсации эндогенных движений русловыми процессами» [6, с. 111]. Как установлено, тальвеги речных долины быстро и четко реагируют на каждое движение земной коры, деформируя свой выработанный нормальный профиль. Формирование последнего связано с их гидрогеологическим режимом, литолого-петрографическими особенностями подстилающих пород и слагающих их структур, а также с неотектоническими движениями формировавшихся морфоструктур. В молодых горных странах последние в деле формирования продольных профилей рек являются одним из важнейших. Критерием для выявления связи между погребенным субстратом и деформациями продольных профилей рек являются не абсолютные величины деформации, а установление отрезков с положительными и отрицательными аномалиями. Ю. А. Мещеряков [6] и другие исследователи к аномальным участкам относят те сегменты профилей рек, в пределах которых падение больше, чем на смежном сегменте, расположенном выше по течению, т. е. выделяются лишь положительные аномалии. По Н. А. Бобоку [1], при расчете падений рек в некоторых случаях падение в 2—3 раза меньше, чем на участках, расположенных ниже по течению. Эти участки им отнесены к отрицательным аномалиям.

Для выявления положительных и отрицательных аномалий нами были построены графики углов падения ряда рек Сюникского нагорья (рис. 1).

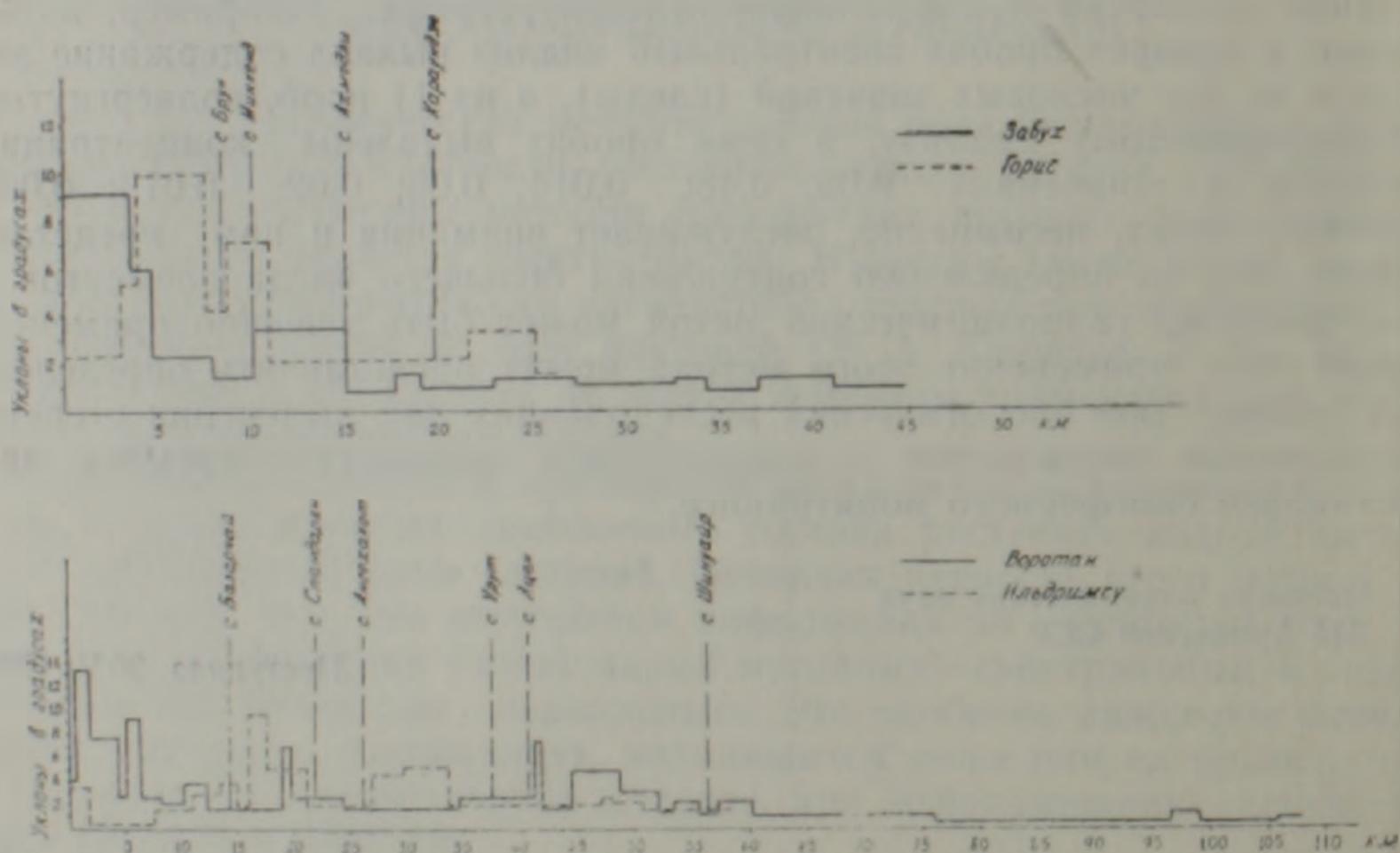


Рис. 1. Графики углов падения рек Сюникского нагорья.

В отличие от традиционного построения продольных профилей, в данном случае на вертикальной оси графика показаны не высоты, а величина углов падения рек (в градусах), что дает возможность выявить самые незначительные изменения и деформации в тальвегах. При этом в общих чертах выделяются участки отрицательных и положительных подвижек погребенных морфоструктур или смена литофаций и их границы. На рис. 1 приведены графики углов падения рек Воротан, Горис и окаймляющих с севера Сюникское нагорье Забух, Ильдримсу (вне пределов Армянской ССР).

По р. Воротан выделяются 10 положительных, 3 отрицательных, по р. Горис—3 положительных, 1 отрицательная, по р. Забух—5 положи-

тельных, по р. Ильдримсу—3 положительных и 1 отрицательная аномалии.

По указанным графикам углов падения рек построены также геологические профили. Сопоставление геологических данных с аномальными участками долины выявило, что причины деформации углов падения эрозионного вреза рек обусловлены слагающими субстрат разнородными структурами и их неотектоническими подвижками, литологической сменой фаций или их тектоническими контактами. При наличии эффузивного чехла гетерогенное строение погребенных структур и их неотектонические движения получают свое отражение в эффузивном чехле деформациями разного рода, а также определенными изменениями углов падения продольного профиля дна речной долины, характеризующие тип, темп и продолжительность тектонических подвижек погребенных под эффузивами структур.

Из анализа описанных выше аномальных изменений продольных профилей тальвегов речных долин отметим наиболее примечательные из них, обусловленные или сменой структурных условий субстрата их неотектонических подвижек, или же сменой литофаций.

В верхнем течении р. Воротан до Акнадаштской котловины (на отметках 3000—2130 м) и ниже с. Сарнакунк (1980—1750 м) положительные аномалии обусловлены зоной резких литологических контактов (смена эффузивных, интрузивных и осадочных фаций). Отрицательные аномалии на высотах 2130—1980 и 1750—1250 м обусловлены отражением синклиналичных структур, сложенных моногенными породами диатомитовых глин и подстилающих их осадочных пород. Ниже с. Лцен до отметки 600 м положительные аномалии связаны с зоной сбросовой тектоники, активизированных в новейшее время. На отметках 2540—2510 м отрицательная аномалия связана с тем, что здесь река проходит по покровам плейстоценовых лав.

По р. Горис отрицательная аномалия на высотах 2700—2500 м обусловлена кальдерой обрушения вулкана Ишханасар. Положительные аномалии на отметках 2500—1800 м—результат срезания стены кальдеры вулкана, на 1700—1400 м они обусловлены зоной тектоно-литологического контакта между кальдерой Ишханасара и эффузивных пород, а на 940—880 м—связаны с тектоно-литологическим контактом пород горисской свиты и мела.

Аномальные участки в верховьях р. Забух связаны с тектоно-литологическим контактом эффузивов и пород горисской свиты и мела.

По р. Ильдримсу положительные аномалии в верховьях на высотах 2920—2240 м обусловлены тектоно-литологическим контактом эффузивных и интрузивных пород, а на участке 2100—1600 м, где река подобно Воротану образует дугу—с зоной сбросовой тектоники, активизированной в новейшее время. Участок отрицательной аномалии выше дуги (2240—2100 м) по аналогу с р. Воротан связан с синклиналичной структурой осадочных пород.

Границы аномальных участков нанесены на картосхему и часть из них, связанная с тектоникой, объединена в зоны (рис. 2). Они отражают границы основных морфотектонических блоков, испытавших в новейшем этапе развития разнохарактерные дифференцированные тектонические подвижки.

Надо отметить, что на положительных аномальных участках по величине углов падения можно определить степень и характер поднятия. Сравнительно большие углы падения соответствуют наиболее приподнятым участкам. Так, на всех аномальных участках западные части имеют сравнительно большие углы падения, чем восточные (рис. 1) и, следовательно, они характеризуются асимметричным строением—с более крутым приподнятым восточным крылом и сравнительно пологим и менее приподнятым западным крылом.

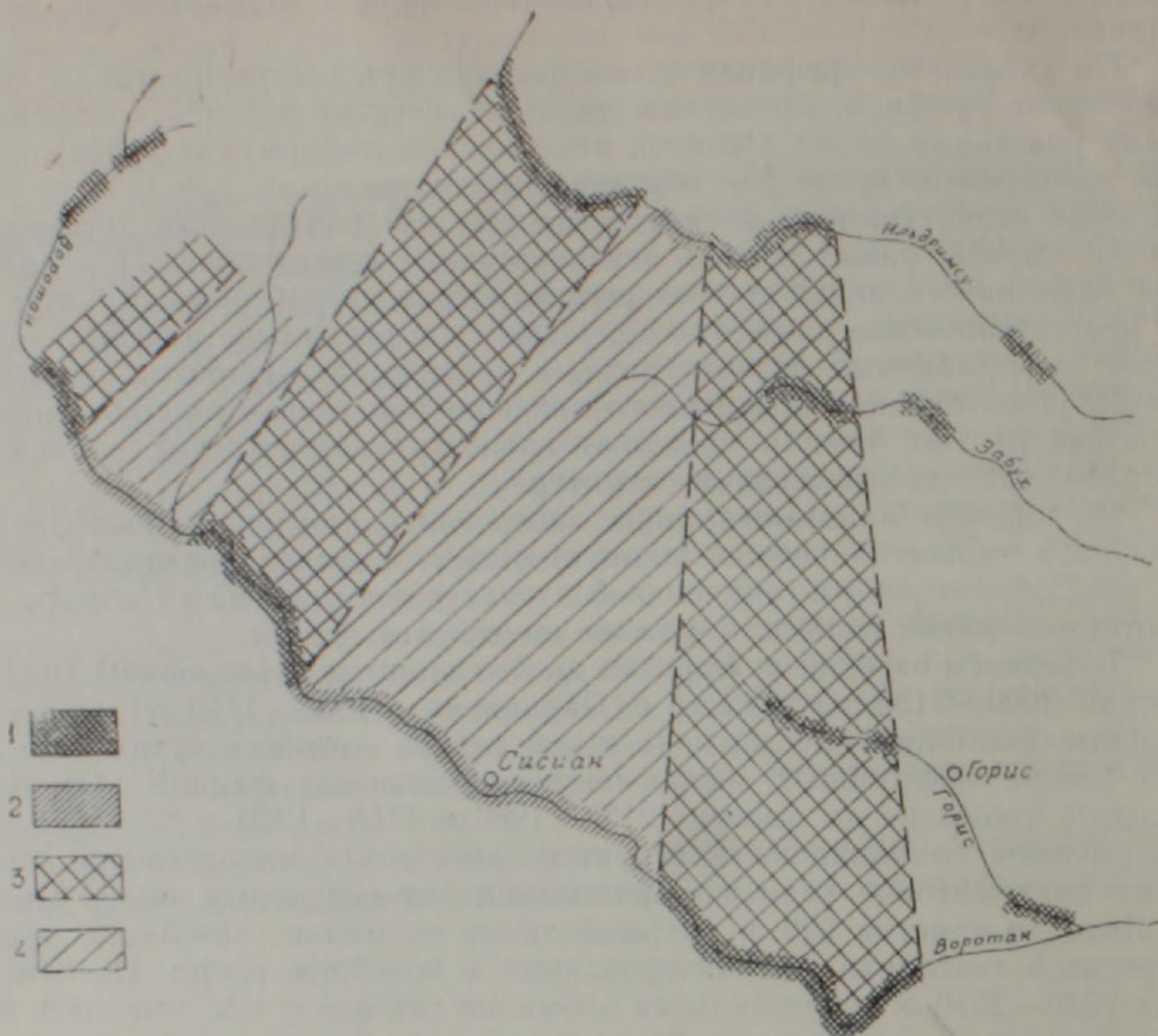


Рис. 2. Схематическая карта аномальных зон изменений падений рек Сюникского нагорья, характеризующихся дифференциальными движениями субстрата. 1. Участки положительных аномалий. 2. Участки отрицательных аномалий. 3. Зоны положительных аномалий. 4. Зоны отрицательных аномалий.

Таким образом, не все аномальные участки уклонов тальвегов рек связаны с тектоникой, и для их определения надо обязательно учитывать геологическую обстановку.

Ереванский государственный университет

Поступила 2.1.1989.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобок И. А. Морфоструктурный анализ Северной Молдавии. Кишинев: Изд. Штиница, 1980, 96 с.
2. Волков Н. Г. К методике неотектонического анализа продольных профилей рек.— Изв. АН СССР, сер. геогр., 1964, № 2, с. 125—132.
3. Жуковский Ю. С. Анализ падения продольного профиля рек и его значение при поисках тектонических структурных форм.— Вестн. ЛГУ, сер. геол. и геогр., 1965, вып. 1, № 6, с. 33—38.
4. Маккавеев Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд. АН СССР, 1955, 346 с.
5. Марков К. К. Основные проблемы геоморфологии. М.: ОГИЗ, 1948. 343 с.
6. Мещеряков Ю. А. Избранные труды. Рельеф и современная геодинамика. М.: Наука, 1981. 278 с.
7. Сетунская Л. Е. Карты уклонов гидросети.— В кн.: Применение геоморфологических методов в структурно-геологических исследованиях. М.: Недра, с. 53—58.

М. В. ЗАКРАДЗЕ, М. Х. МКОЯН

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ СЕЙСМОЛОГИИ МЕТОДОМ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

Метод фундаментальных решений приобретает особое изящество и простоту, если фундаментальные решения построены в явном виде (в элементарных функциях) [1, 3, 5]. Другим обстоятельством, подчеркивающим значение явных выражений фундаментальных решений, является их применение для получения численных решений. Кроме того, при решении частных задач, фундаментальным решениям можно дать определенный физический смысл, что дает возможность из физических соображений конструировать искомое решение.

Рассмотрим однородное изотропное упругое тело, которое в евклидовом пространстве E_3 занимает выпуклую область G , ограниченную кусочно-гладкой поверхностью S ($S = \bigcup_{k=1}^n S_k \in \Lambda_1(0)$). Предположим, что поверхность S свободна и в некоторой точке $x_0(x_0^1, x_0^2, x_0^3) \in G$ (в „сейсмическом очаге“), начиная с момента времени t_0 действует известная простая сосредоточенная сила $\Phi(x_0, t) = \Phi(x_0)f(t)$, где функция $f(t)$ (закон изменения силы во времени) и вектор $\Phi(x_0) = (c_1, c_2, c_3)$ заданы. Кроме этого будем считать, что величина деформации, вызванная действием силы $\Phi(x_0, t)$, находится в рамках теории бесконечно малых деформаций.

В этих условиях рассмотрим следующую задачу: определить в заданном интервале времени (a, b) характер движения упругого тела \bar{G} , вызванного действием сосредоточенной силы $\Phi(x_0, t)$.

Известно [3], что в указанных условиях характер движения тела \bar{G} определяется решением прямой задачи динамики теории упругости для области G :

$$A\left(\frac{\partial}{\partial x}, t\right)U(x, t) + \Phi(x_0)f(t)(x - x_0) = 0, \quad x \in G, \quad t \in [0, \infty), \quad (1)$$

$$T\left(\frac{\partial}{\partial y}, n\right)U(y, t) = 0, \quad y \in S, \quad t \in [a, b], \quad (2)$$

$$U(x, t)|_{t=t_0} = 0, \quad \left.\frac{\partial U(x, t)}{\partial t}\right|_{t=t_0} = 0, \quad x \in \bar{G}, \quad (3)$$

где $A\left(\frac{\partial}{\partial x}, t\right)$ и $T\left(\frac{\partial}{\partial y}, n\right)$ матричные дифференциальные операторы:

$$A\left(\frac{\partial}{\partial x}, t\right) = \left\| A_{kj}\left(\frac{\partial}{\partial x}, t\right) \right\|_{3 \times 3} \quad (k, j = 1, 2, 3),$$

$$A_{kj}\left(\frac{\partial}{\partial x}, t\right) = \delta_{kj} \left[\mu \Delta \left(\frac{\partial}{\partial x}\right) - \rho \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right] + (k + \mu) \frac{\partial^2}{\partial x^k \partial x^j},$$

$$T\left(\frac{\partial}{\partial x}, t\right) = \left\| T_{kj}\left(\frac{\partial}{\partial x}, n\right) \right\|_{3 \times 3},$$

$$T_{kj} \left(\frac{\partial}{\partial x}, n \right) = n_k \frac{\partial}{\partial x^j} + n_j \frac{\partial}{\partial x^k} + \delta_{kj} \frac{\partial}{\partial n} \quad (k, j = 1, 2, 3).$$

$U(x, t)$ — вектор смещения точки $x(x^1, x^2, x^3)$ в момент времени t ;
 $\delta(x-x_0)$ — функция Дирака; e — нулевой вектор; $a = t_0 + \frac{R}{v_p}$, где $R = \min_{y \in s} |y - x_0|$, а v_p — скорость распространения продольной волны в среде G ; $n(x) = (n_1, n_2, n_3)$ — произвольный единичный вектор нормали, приложенный в точке x . Если учесть [1, 3], что j -й столбик (строка) $\Psi^j(x, x_0, t) = (\Psi_{1j}, \Psi_{2j}, \Psi_{3j})$, ($j = 1, 2, 3$) матрицы фундаментальных решений (для функции $f(t)$) оператора $A \left(\frac{\partial}{\partial x}, t \right)$ удовлетворяет уравнению.

$$A \left(\frac{\partial}{\partial x}, t \right) \Psi^j(x, x_0, t) + (\delta_{1j} \delta_{2j} \delta_{3j}) f(t) \delta(x-x_0) = 0, \quad x \in E_3$$

(δ_{jk} — символ Кронекера), $(\Psi^j(x, x_0, t))$ имеет определенный физический смысл — оно является вектором смещения точки $x \in E_3$, в момент времени t , вызванное в упругой среде E_3 , сосредоточенной единичной силой $(\delta_{1j}, \delta_{2j}, \delta_{3j}) f(t)$, приложенной в точке $x \in E_3$ и начальным условием (3), то решение задачи (1), (2), (3) можно искать в виде:

$$u(x, t) = \sum_{j=1}^3 c_j \Psi^j(x, x_0, t) + V(x, t),$$

где $V(x, t)$ есть решение следующей граничной задачи:

$$A \left(\frac{\partial}{\partial x}, t \right) V(x, t) = 0, \quad x \in G, \quad t \in [0, \infty). \quad (4)$$

$$T \left(\frac{\partial}{\partial y}, n \right) V(y, t) = g(y, t), \quad y \in s, \quad t \in [a, b], \quad (5)$$

$$U(x, t)|_{t=t_0} = 0, \quad \left. \frac{\partial V(x, t)}{\partial t} \right|_{t=t_0} = 0, \quad x \in \bar{G}, \quad (6)$$

$$g(y, t) = -T \left(\frac{\partial}{\partial y}, n \right) \sum_{j=1}^3 c_j \Psi^j(y, x_0, t) = - \sum_{j=1}^3 c_j \Psi^j(y, x_0, n, t).$$

Следует отметить, что для задачи (4), (5), (6) выполняются условия корректности [3], в частности, в силу (6) имеют место условия согласования.

Если приближенное решение задачи (4), (5), (6) искать методом фундаментальных решений [1], то условия (4) и (6) будут выполняться автоматически и остается с помощью этого метода на множестве $S \times [a, b]$ аппроксимировать граничную функцию $g(y, t)$.

В работе [4] приведен общий процесс аппроксимации граничной функции $g(y, t)$. Сущность этого процесса заключается в том, что граничная функция $g(y, t)$ аппроксимируется последовательно в дискретных моментах времени t_l ($l = 1, 2, \dots, m$), ($a = t_1 < t_2 < \dots < t_m = b$), с помощью систем функций:

$$\left\{ T \left(\frac{\partial}{\partial y}, n \right) \Psi^i(y, z_{lk}, t - t_{lk}) \right\}_{k=1}^{n_i} = \left\{ \Psi^i(y, z_{lk}, n, t - t_{lk}) \right\}_{k=1}^{n_i}, \quad (i = 1, 2, 3),$$

где $y \in S$; $\{z_{lk}\}$ — точки вспомогательной поверхности S_l ($S_l \cap S = \emptyset$) [1, 4], где приложены „фиктивные“ источники сил в моментах времени $\{t_{lk}\}$: $t_{lk} = t_l - \frac{r_{lk}}{v_p}$, где $r_{lk} = \min_{y \in S} |z_{lk} - y|$; n_l — количество вспомогательных источников на S_l .

Получено приближенное решение задачи (1), (2), (3) в виде:

$$U(x, t) = \sum_{l=1}^3 c_l \Psi^l(x, x_0, t) + \sum_{l=1}^m \sum_{k=1}^3 \sum_{i=1}^{n_l} a_{ik}^l \Psi^l(x, z_{lk}, t - t_{lk}),$$

$$x \in \bar{G}, \quad t \in (t_0, b].$$

Коэффициенты $\{a_{ik}^l\}$ можно найти в процессе аппроксимации методом коллокации или методом наименьших квадратов (a_{ik}^l , $i=1, 2, 3$ — величины составляющих фиктивной силы $p_{ik}(z_{lk}, t) = (a_{1k}^l, a_{2k}^l, a_{3k}^l) f(t)$, которая действует в точке z_{lk} , начиная с момента времени t_{lk}). Здесь же надо отметить, что при нахождении коэффициентов $\{a_{ik}^l\}$, для момента t_l с помощью метода коллокации приходится решать систему алгебраических уравнений порядка $3n_l$, следующего вида:

$$\sum_{l=1}^3 \sum_{k=1}^{n_l} a_{ik}^l \Psi_{ri}(y_j, z_{lk}, n, t_l - t_{lk}) = g_r^l(y_j, t_l), \quad r=1, 2, 3, \quad j=1, 2, \dots, n_l),$$
(7)

где $y_j \in S$ точки коллокации, а выражение функции g_r^l определяется в ходе аппроксимации. Поэтому при реализации этого алгоритма на ЭВМ (когда n_l увеличивается) мы встретились с вычислительными „трудностями“.

Физический смысл вектор-функции $\Psi^l(x, z, t)$, $i=1, 2, 3$ и выбор вспомогательных точек z_{lk} дает возможность избежать эти трудности и найти коэффициенты a_{ik}^l отдельно для каждой точки z_{lk} . Действительно, если расположим вспомогательные точки $\{z_{lk}\}_{k=1}^{n_l}$ на нормали поверхности S , проходящей через точки коллокации y_k , то расстояние $|y_j - z_{lk}|$ будет равно r_{lk} при $k=j$ и больше r_{lk} при $k \neq j$, поэтому $\Psi_{ri}(y_j, z_{lk}, n, t - t_{lk}) = 0$ при $k \neq j$ (следует из определения Ψ^l).

Следовательно, из (7) для фиксированного k и l получим систему алгебраических уравнений третьего порядка:

$$\sum_{l=1}^3 a_{ik}^l \Psi_{ri}(y_k, z_{lk}, n, t_l - t_{lk}) = g_r^l(y_k, t_l),$$
(8)

$$(r=1, 2, 3, \quad k=1, 2, \dots, n_l, \quad l=1, 2, \dots, m).$$

Для численной реализации решения задачи (1), (2), (3) с помощью приведенного способа нахождения коэффициентов $\{a_{ik}^l\}$ проводился ряд численных экспериментов. В численных экспериментах за тело G и поверхность S соответственно были взяты шар и его поверхность радиусом $R = 6400$ км с центром в начале координат, в роли сейсмического очага была принята точка $x_0 = (0, 0, 6390$ км). Параметры Ламе ν, μ и плотность среды соответственно были равны: $\nu = 29 \cdot 10^9$ н/м², $\mu = 34 \cdot 10^9$ н/м², $\rho = 2.72$ г/см³.

В роли $\Phi(x_0)$ и $f(t)$ были взяты:

$$\Phi(x_0) = (1, 0, 0), \quad f(t) = \begin{cases} \frac{a^2 h}{a^2 + (t-\beta)^2} & \text{при } t \geq t_0, \\ 0 & \text{при } t < t_0. \end{cases} \quad (9)$$

где $\beta \geq 0$, $h > 0$, $a > 0$ — действительные числа.

Закон действия силы (9) интересен тем, что на практике часто встречаются поля перемещений (сейсмические данные), которые соответствуют сосредоточенной силе, действующей во времени по закону (9)

Отметим, что неотрицательная функция $f(t)$ имеет максимум („пик“) при $t = \beta$ ($\max f(t) = h$) и остроту „пика“ можно регулировать с помощью a .

Компоненты матрицы $\Psi(x, z, t) = (\Psi^1, \Psi^2, \Psi^3) = \|\Psi_{kj}\|_{3 \times 3}$, фундаментальных решений оператора $A\left(\frac{\partial}{\partial x}, t\right)$, для силовой функции (9) построены (в элементарных функциях) в следующем виде:

$$\Psi_{kj}(x, z, t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t \leq \frac{r}{v_p} \\ A_{kj}(x, z, t) & \text{при } \frac{r}{v_p} < t \leq \frac{r}{v_s} \\ B_{kj}(x, z, t) & \text{при } t > \frac{r}{v_s} \end{cases} \quad (10)$$

где $v_p^2 = \frac{\lambda + 2\mu}{\rho}$, $v_s^2 = \frac{\mu}{\rho}$, $r = \left\{ \sum_{k=1}^3 (x^k - z^k)^2 \right\}^{1/2}$ — расстояние между точками x и z ,

$$\begin{aligned} A_{kj}(x, z, t) = & \frac{a^2 h}{4\pi\rho} \left\{ \left| \frac{1}{2} \ln \frac{(a^2 + \beta^2)v_p^2}{(av_p)^2 + (tv_p - r - \beta v_p)^2} + \right. \right. \\ & \left. \left. + \frac{t - \beta}{a} \left(\arctg \frac{\beta}{a} + \arctg \frac{tv_p - r - \beta v_p}{av_p} \right) \right| \cdot \left| \frac{3(x^j - z^j)(x^k - z^k)}{r^3} - \frac{\delta_{kj}}{r^3} \right| + \right. \\ & \left. + \frac{(x^j - z^j)(x^k - z^k)}{r^3} \frac{1}{(av_p)^2 + (tv_p - r - \beta v_p)^2} \right\}, \\ B_{kj}(x, z, t) = & \frac{a^2 h}{4\pi\rho} \left\{ \frac{\delta_{kj}}{r} \frac{1}{(av_s)^2 + (tv_s - r - \beta v_s)^2} + \right. \\ & \left. + \left| \frac{3(x^j - z^j)(x^k - z^k)}{r^3} - \frac{\delta_{kj}}{r^3} \right| \cdot \left| \frac{1}{2} \ln \frac{v_p^2((av_s)^2 + (tv_s - r - \beta v_s)^2)}{v_s^2((av_p)^2 + (tv_p - r - \beta v_p)^2)} + \right. \right. \\ & \left. \left. + \frac{t - \beta}{a} \left(\arctg \frac{tv_p - r - \beta v_p}{av_p} - \arctg \frac{tv_s - r - \beta v_s}{av_s} \right) \right| + \frac{(x^j - z^j)(x^k - z^k)}{r^3} \times \right. \\ & \left. \times \left| \frac{1}{(av_p)^2 + (tv_p - r - \beta v_p)^2} - \frac{1}{(av_s)^2 + (tv_s - r - \beta v_s)^2} \right| \right\}. \end{aligned}$$

Соответственное выражение (в элементарных функциях) для напряжения получается с помощью формулы Коши-Бини:

$$\Psi_{kl}(x, z, n, t) = \sum_{i=1}^3 T_{kli} \left(\frac{\partial}{\partial x}, n \right) \Psi_{ij}(x, z, t). \quad (11)$$

Свойства функций (10) и (11) изучены в работе [5].

Проведенные численные эксперименты показали, что точность аппроксимации граничной функции (5) (точность решения задачи (1), (2), (3)) зависит: 1) от количества и расположения точек коллокации на поверхности S ; 2) от количества и выбора дискретных моментов времени на интервале $[a, b]$.

Таблица аппроксимации граничной функции

Таблица 1

		\bar{g}_1	g_1	\bar{g}_2	g_2	\bar{g}_3	g_3
$t_1^* = 1,658403$	y^1	-142,5514	-142,5514	0	0	0	0
	y^2	-141,5952	-141,5954	0,5549938	0,5549947	40,65319	40,65309
	y^3	0	0	0	0	0	0
$t_2^* = 1,659542$	y^1	-147,1061	-147,1063	0	0	0	0
	y^2	-146,1065	-146,1067	0,5762093	0,5762202	42,23503	42,23507
	y^3	-140,7529	-140,7528	2,380855	2,380846	139,7760	139,7764
$t_3^* = 1,660034$	y^1	-151,2278	-151,2282	0	0	0,00027	0
	y^2	-150,1962	-150,1967	0,5956822	0,5956726	43,68618	43,38620
	y^3	-144,6681	-144,6682	2,460748	2,460848	144,5555	144,5555
$t_4^* = 1,66251$	y^1	-156,7342	-156,7361	0	0	-0,00049	0
	y^2	-155,6516	-155,6529	0,6218766	0,6210417	45,61742	45,64812
	y^3	-149,8801	-149,8803	2,568811	2,568840	151,0135	151,0143
$t_5^* = 1,664861$	y^1	-163,7861	-163,786	0	0	0	0
	y^2	-162,6449	-162,6466	0,6563141	0,6561398	48,20595	48,20596
	y^3	-156,5589	-156,5587	2,709385	2,7009360	159,4287	159,4290

Использование метода наименьших квадратов на интервале (t_i, t_{i+1}) для нахождения коэффициентов $\{a_{ik}^i\}$ с помощью систем (8) улучшает степень аппроксимации.

В таблице 1 (для иллюстрации) даны результаты аппроксимации граничной функции (5) (в близкой зоне эпицентра). В этом эксперименте параметры t_0, β, α, h соответственно были равны: $t_0=0; \beta=0,2; \alpha=0,01; h=10$. Дискретные моменты $\{t_i\}_{i=1}^6 - t_1=1,658303; t_2=1,658634; t_3=1,659629; t_4=1,661284; t_5=1,663601; t_6=1,666574$. $t_i^* \in (t_i, t_{i+1})$ — произвольно выбранные моменты времени. $y_1=(0; 0; 6400)$ — точка коллокации, $y_2=(0,1; 0,173205; 6400)$ и $y_3=(0,166; 0,364; 6400)$ — произвольные точки поверхности S , не совпадающие с точками коллокации.

Для простоты в таблицу введены следующие обозначения:

$$g = (g_1, g_2, g_3) = -T \left(\frac{\partial}{\partial y}, n \right) V(y, x_0, t) \cdot 10^{15} \text{ н/м}^2.$$

$$\bar{g} = (\bar{g}_1, \bar{g}_2, \bar{g}_3) = T \left(\frac{\partial}{\partial y}, n \right) V(y, t) \cdot 10^{15} \text{ н/м}^2.$$

Вычислительный центр
АН Грузинской ССР.
Институт геофизики и
инженерной сейсмологии АН АрмССР

Поступила 19.VIII.1988.

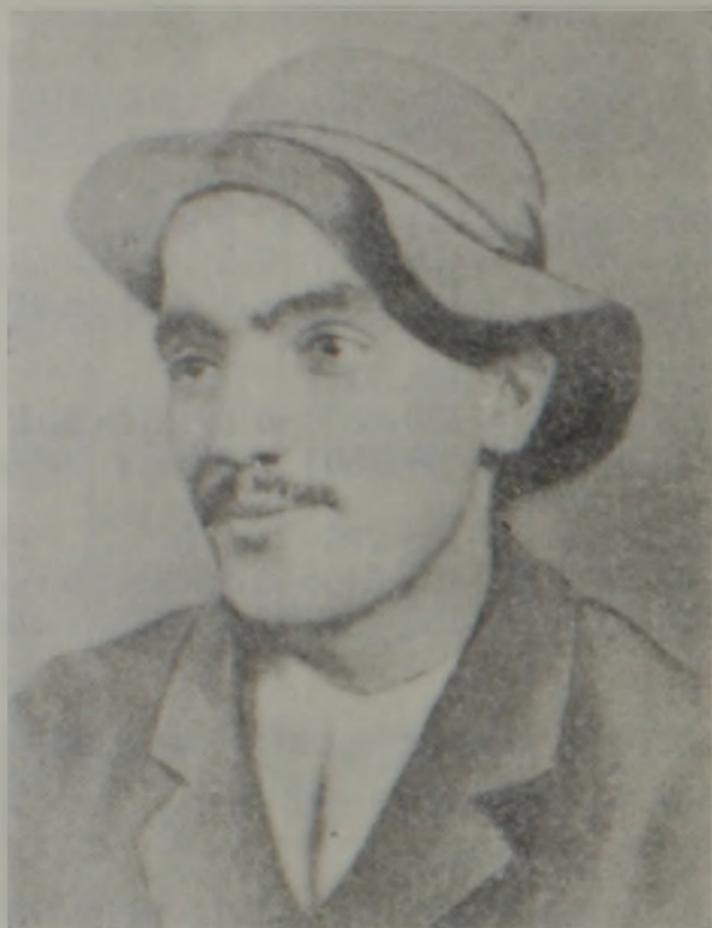
ЛИТЕРАТУРА

1. Алексидзе М. А. Решение граничных задач методом разложения по неортогональным функциям М.: Наука, 1978. 351 с.
2. Закрадзе М. В. Об одной матрице фундаментальных решений уравнения динамики теории упругости.—Труды ИВМ АН ГССР, 1986, т. XXVI, с. 55—64.
3. Купрадзе В. Д., Гегелия Т. Г., Башелейшвили М. О. Бургуладзе Т. В. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости—М.: Мир, 1975, 872 с.
4. Мкоян М. Х. О приближенном решении прямых задач динамики сейсмических волн.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, № 4, с. 70—72.
5. Новацкий В. Теория упругости. М.: Наука, 1976, 872 с.

С. Г. ГАРИБДЖАНИЯН, Г. У. МЕЛИК-АДАМЯН

ПЕТР ПАВЛОВИЧ ГАМБАРЯН

(К 100-летию со дня рождения)



Становление и развитие геологической науки и практики в Советской Армении в 1920—1930-е годы тесно связаны с именами видных ученых—О. Т. Карапетяна, Т. А. Джрбашяна, К. Н. Паффенгольца, А. П. Демехина, А. Г. Бетехтина, И. В. Барканова, Д. С. Белянкина, А. Н. Заварицкого, В. Г. Грушевого, А. С. Гинзберга, Ф. Ю. Левинсона-Лессинга, П. И. Лебедева, В. Н. Когляра, А. В. Кржечковского и др. Среди них достойное место занимает молодой талантливый геолог Петр Павлович Гамбарян.

П. П. Гамбарян родился 3 мая 1889 г. в г. Тифлисе, в семье служащего. Его отец, Павел Степанович Гамбаров, был финансистом, работал заведующим в дирекции Тифлисского банка, имел научные труды по финансовому делу. Мать, Пина Петровна Бейбутова-Гамбарова, была пианисткой, часто принимала у себя дома хор Комитаса. Начальное образование П. П. Гамбарян получил у родителей, а затем в 1906 г. экстерном сдал экзамены в гимназию г. Шуши. Имея большую склонность к живописи и гравюру по дереву, он уделял много сил и внимания любимому делу, добился ощутимых успехов на этом поприще. Занимался также мозаикой и графикой по линолеуму.

В годы первой мировой войны П. Гамбарян служил в армии, был сапером в чине прапорщика, затем—поручика, награжден Георгиевским крестом. После демобилизации, в 1918 г. он возвращается в Тифлис и снова занимается искусством, участвуя в выставках.

В начале 1920-х годов П. Гамбарян по семейным обстоятельствам переезжает в Италию, где в деревушке Кашенавика поступает на работу в ночную смену на небольшой фабрике (единственной в этом местечке) по производству башмачных шнурков. Вскоре вместе с семьей П. Гамбарян отправляется в Париж, где в 1924—27 гг. получает высшее образование в Сорбонском университете, изучая геологические

науки. Большую помощь ему в занятиях оказывают известные французские геологи супруги Надя и Пьер Боннэ. Одновременно в качестве научного сотрудника он работает в Парижском Естественно-историческом музее под руководством профессоров Альфреда Лакруа и Шарля Могена. После окончания университета П. Гамбарян защищает дипломную работу на тему «Об изучении туфов Армянского нагорья» (1927), получив звание лиценциата (кандидата наук). Избирается действительным членом Минералогического общества Франции.

В 1927 г. П. Гамбарян возвращается на родину. Здесь он приглашается на работу в Ереванский государственный университет сначала в должности заведующего химической лабораторией качественного анализа, а затем преподавателя и доцента по кристаллографии, петрографии и прикладной минералогии. С 1930 г., после временного закрытия университета, Гамбарян в качестве доцента работает в Политехническом институте. Кроме педагогической деятельности, он активно сотрудничает в Ереванской базе Государственного геологоразведочного управления, а с 1932 г. также в Институте прикладной минералогии [1].

Среди первых работ П. Гамбаряна особый интерес представляет написанная совместно с П. Боннэ статья «Петрографические заметки о Карабахе (Восточное Закавказье)», опубликованная в «Бюллетене Геологического общества Франции» в 1926 г. [14].

Большой научный интерес представляет упомянутая нами дипломная работа П. Гамбаряна о вулканических туфах Армянского нагорья, которую высоко оценил член-корреспондент АН СССР П. И. Лебедев в своем труде «Вулкан Алагез и его лавы» [9, с. 296, 297]. Еще в 1911 г. А. П. Герасимовым было установлено, что в красных частях лавовых потоков, по сравнению с серыми, окисных соединений железа больше, что предположительно связывалось с окислением лав еще в горячем состоянии. Эта точка зрения подтвердилась геолого-петрографическими исследованиями П. И. Лебедева, Ф. Ю. Левинсона-Лессинга, А. Н. Заварицкого и других крупнейших вулканологов и до сих пор считается бесспорной. В бесспорности этой версии большую роль сыграл П. П. Гамбарян, который еще в 1926 г. экспериментально установил, что покраснение верхних частей туфовых потоков Армянского нагорья действительно связано с их окислением [8].

С сентября 1926 г. началась деятельность Закавказской комиссии Академии наук СССР и продолжалась в течение нескольких лет под общим руководством академика Ф. Ю. Левинсона-Лессинга. Экспедиционные работы проводились в районах бассейна оз. Севан, р. Раздан и массива Арагац. Особым комитетом по исследованию союзных и автономных республик АН СССР (ОКИСАР) по инициативе и согласно заданиям Комиссии по обследованию хлопководческих районов Закавказья при Совете Труда и Обороне СССР, в тесном контакте с Управлением водного хозяйства Армянской ССР и Севанской озерной станцией Наркомзема Армении. Их главной задачей являлось геолого-петрографическое, гидрогеологическое, метеорологическое, почвенное и геоботаническое изучение указанных районов в целях возможного использования озера Севан и водных ресурсов массива Арагац в ирригационном и энергетическом отношении. В 1928—1929 гг. П. Гамбарян активно участвовал в работах Закавказской экспедиции АН СССР в качестве начальника Ереванского отряда. Одним из самых значительных и наиболее завершенных трудов Гамбаряна является детальное геологическое изучение района среднего течения р. Раздан, который является первым систематическим исследованием геологического строения обширного Приереванского района [5]. В работах отряда принимали участие также коллектор М. В. Дарбинян (впоследствии доктор технических наук, профессор), студент Г. П. Багдасарян (впоследствии кандидат геолого-минералогических наук) и др.

Особое место в исследовании занимают вопросы, освещающие

взаимоотношение молодых эффузивов, а также их детальное петрографическое описание. П. Гамбарян, пожалуй, после Г. Абиха был вторым геологом, собравшим богатую коллекцию палеогеновых моллюсков и нуммулитов из шорахпюрской песчань-глинистой свиты. Эта фауна предварительно определена С. С. Кузнецовым. Интересно отметить, что в слонстых желтоватых диатомитах района Теджрабак П. Гамбаряном были обнаружены отпечатки ископаемых водорослей и рыб. Из этой ихтиофауны профессором В. В. Богачевым описан новый вид подсемейства карповых— *Alburnus gambariani Bogachiov*, названный в честь П. П. Гамбаряна [3, с. 66]. Исследования Гамбаряна в Приереванском районе сыграли также важную роль для инженерно-геологического обоснования и обеспечения строительными материалами строящегося Разданского каскада гидроэлектростанций, и, в частности, Канакер ГЭС, а составленная им полевая геологическая карта этого района в масштабе 1:42.000 в целом и по сей день не потеряла свою актуальность [12, с. 238—239].

Зимой 1929—1930 гг. П. П. Гамбаряну была поручена детальная геологическая разведка Нурнусского месторождения диатомита. За короткое время в районе села Нурнус и прилегающих участках Арзни и Джаткрана (Нор Гехи) был проделан большой объем геологоразведочных работ, результаты которых обобщены в рукописном отчете (совместно с П. А. Белинским) и в статье [7]. Указанное месторождение интенсивно эксплуатировалось до 1940 г.; за 10 лет было добыто около 38 тыс. тонн ценного сырья. Благодаря своим исключительно высоким качествам (нурнусские диатомиты занимали первое место в СССР по содержанию в них SiO_2 —более 98%), они широко применялись в различных отраслях народного хозяйства [1, 6]. Здесь следует напомнить о важных палеонтологических находках П. Гамбаряна из глинисто-диатомитовых отложений района сс. Нурнус, Арзни и Джаткран. Отсюда были обнаружены ископаемые остатки плиоценовых наземных позвоночных, этрусского носорога, гиппарионов (трехпалая лошадь), зайцеобразных и т. д., а также растительные остатки—хвощи со спорангами. Эта фауна предварительно просматривалась Е. К. Беляевой, а затем профессором В. В. Богачевым. Несколько коренных зубов малорослого гиппариона, хранящихся ныне в Палеонтологическом музее АН СССР в Москве, описаны академиком АН ГрузССР Л. К. Габуния [4]. Растительные остатки для определения геологом С. С. Кузнецовым были переданы А. И. Гурутановой-Кетовой, которая описала новый вид *Bolboschoenus armeniacus n. sp.*, названный так по месту ее нахождения в Армении [13, с. 212].

Судьба большей части уникальной коллекции, собранной П. Гамбаряном, по сей день остается неизвестной. Эта фауна, кроме вышеуказанных гиппарионов, не описывалась и к настоящему времени, по всей вероятности, утеряна. Сохранилось только несколько фотографий. Вот что пишет по этому поводу В. В. Богачев: «Я имел в виду опубликовать полное описание всех упомянутых выше фаун, на что получил уже согласие открывшего их П. П. Гамбаряна, но трагическая гибель его (при падении с самолета) лишила меня возможности воспользоваться его данными по стратиграфии третичных отложений в бассейне р. Занги, и я ограничиваюсь описанием только рыб» [3, с. 64].

Палеонтологические находки П. П. Гамбаряна, а также добросовестно составленная подробнейшая геологическая документация района позволили одному из авторов данной статьи—Г. У. Мелик-Адамяну—спустя более чем 50 лет обнаружить в глинисто-диатомитовых отложениях заброшенного, так называемого «открытого карьера» около с. Нурнус, большой комплекс плиоценовых (верхнекиммерийских) наземных позвоночных, мелких млекопитающих, ящериц, змей, черепах, лягушек и птиц. В честь первооткрывателя нурнусской фауны П. П. Гамбаряна назван новый вид ископаемого крупного зайца *Trischizolagus (Alllepus) gambariani sp. nov.* и новый подвид каспийской че-

репах *Mauremys caspica gamburiani Sghikvadze ssp. n.* [9, 10].

В 1930 г. П. П. Гамбарян параллельно с Н. А. Казанковой проводил геологосъемочные работы и изучал мраморы арзаканского и агверанского месторождений в пределах Арзаканского кристаллического массива Разданского района. Им был произведен подсчет запасов Арзаканского месторождения и предварительно определен в 1 млн. куб. м. Однако, как пишет исследователь в своем отчете, «Агверанский мрамор значительно лучше по мелкости зерна и цвету всех остальных месторождений бассейна Даллар-чая»*.

В 1930 г. П. Гамбарян совместно с Г. П. Багдасаряном исследовал агпиранское (ахпюракское) месторождение точильных камней в Разданском районе. Эти камни, представленные песчанистыми мергелями эоцена, являлись неплохим абразивным материалом.

В 1932 г. П. Гамбарян приступил к обследованию геологического строения Прилениканского района, между селами Джаджур—Ортакилиса (Мансян)—Верин Кети, которое, по его словам, было в то время малонзученным. В том же году П. Гамбарян разведывал запасы Джаджурского месторождения бурого угля (лигнита) и крупного Парбийского месторождения диатомитов в Камарлинском (Арташатском) районе. Перу П. Гамбаряна принадлежит также ряд отчетов, посвященных вопросам электроплавки и выкристаллизации базальтов района г. Еревана, перспективам нефтеносности республики и др.

Таким образом, краткий обзор научно-исследовательской деятельности П. П. Гамбаряна показывает, что за почти семилетний период, охватывая весьма широкий спектр геологоразведочных и поисковых работ, он добился ощутимых успехов в изучении природных богатств Армянской ССР, благодаря незаурядным способностям, глубоким теоретическим знаниям и практическим навыкам, владению несколькими европейскими языками. П. Гамбарян был полон сил и творческой энергии осуществить многие интересные начинания, если бы не трагический случай, оборвавший жизнь молодого ученого. 4 февраля 1933 г. П. Гамбарян отправился в Баку с целью консультации с проф. В. В. Богачевым и передачи ему найденных им при работах в Армении палеонтологических материалов. 8 февраля при перелете из Баку в Тифлис, близ станции Уджари, вследствие сильной облачности, аэроплан потерпел аварию, и П. Гамбарян погиб вместе с четырьмя товарищами.

Имя П. П. Гамбаряна золотыми буквами вписано в летопись истории геологической науки Советской Армении.

Институт истории АН АрмССР,
Институт геологических
наук АН АрмССР

Поступила 18.X.1989

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдалян С. Стройматериалы Армении.—Нор уги (Новый путь), 1930, № 4—5, с. 147—151 (на арм. яз.).
2. Авакян Л. А. Петрос Гамбарян.—Изв. АН АрмССР, геол. и геогр. науки, 1962, т. XV, № 2, с. 69—73 (на арм. яз.).
3. Богачев В. В. Палеонтологические заметки.—Тр. Азерб. фил. АН СССР, сер. геол., т. 9, № 39, с. 1—96.
4. Габуния Л. К. К истории гиппарнонов. М.: Изд. АН СССР, 570 с.
5. Гамбарян П. П. Геолого-петрографический очерк района средней Занги.—Тр. СОПС, сер. Закавказская, вып. 10. Л.: Изд. АН СССР, 1934, с. 5—70.
6. Гамбарян П. Диатомит и его применение.—Техникан массанерин (Технику в массы), 1932, № 7—8, с. 3—5 (на арм. яз.).
7. Гамбарян П. П. Нуриуское месторождение диатомита.—В кн.: Сб. науч. исслед. тр. НИСа Уполн. НКТП при СНК ССР Армении, Ереван, 1934, № 1, с. 5—35.

* Гамбарян П. П. Арзаканское месторождение мрамора. Фонды ПО «Армгеология», 1930 г.

8. Гинзберг А. С. Петрография республики Армении.—В кн.: Петрография СССР. Под ред. акад. Ф. Ю. Левинсона-Лессинга. Сер. 1. Региональная петрография. Вып. 2. Л.: Изд. АН СССР, 1934, 127 с.
9. Лебедев П. И. Вулкан Алагез и его лавы.—Тр. СОПС, сер. Закавказская, вып. 3. Алагез. Потухший вулкан Армянского нагорья. Том I. Под ред. акад. Ф. Ю. Левинсона-Лессинга. Л.: Изд. АН СССР и Управления водного хозяйства ССР Армении, 1931, с. 115—379.
10. Мелик-Адамян Г. У. Новые данные о плиоценовых наземных позвоночных Армянской ССР.—ДАН АрмССР, 1986, LXXXIII, № 3, с. 135—139.
11. Мелик-Адамян Г. У., Курочкин Е. Н., Чхикбидзе В. М. Новые данные о плиоценовой фауне Нурнус в Армении и описание вымершего подвида каспийской черепахи.—Вестн. зоологии АН УкрССР, 1983, № 6, с. 71—74.
12. Отчет о деятельности Академии наук Союза Советских Социалистических Республик за 1929 год. II. Отчет о научных командировках и экспедициях. Л.: Изд. АН СССР, 1930. 305 с.
13. Туртанова-Кетова А. И. Некоторые данные о новейшей ископаемой флоре Армении.—Тр. Геологического ин-та, 1933, т. III, с. 209—218.
14. Bonnet P. et Gambarin P. Notes petrographiques sur le Karabagh (Transcaucasie orientale).—Bulletin de la societe Géologique de France, Paris, 1926, vol. 26, p. 247—262.

**«Հայկական ԽՍՀ Գիտությունների ակադեմիայի տեղեկագիր,
Գիտություններ Երկրի մասին»
XLII հատորի բովանդակությունը**

Ս. Ռ. Աբովյան, Ռ. Ա. Քոբոսյան, Քարախման-Ջող զանգվածի գերհիմքային ապարների մեջ ներդրված կոնգլոմերատների ոսպնյակների բնույթի մասին (Անդրկովկաս)	1—18
Ս. Ռ. Աբովյան, Անդրկովկասի օֆիոլիտային համաշարքի գաբրո-պերիդոտիտային ֆորմացիան	2—9
Ականավոր գիտնականը, մանկավարժը և գիտության կազմակերպիչը (ակադեմիկոս Հ. Գ. Մաղաթյանի ծննդյան 75-ամյակի առթիվ)	1—3
Վ. Ա. Աղամալյան, Է. Ն. Կուրդլինյան, 1—Հոկտեմբերյան հորատանցքում (Արարատյան իջվածքի արևմտյան մաս) հատված օֆիոլիտային սերիայի սպիլիտ-դիաբազային և գաբրո-նորիտային համալիրների մասին	1—26
Վ. Լ. Անանյան, Հայկական ԽՍՀ հողերի բնական ռադիոակտիվության մասին	2—11
Ա. Տ. Ասլանյան, Լ. Ս. Ղազարյան, Երկրագնդի տեկտոնական էվոլյուցիայի և քարեպատյանի մեխանիկական կայունության մի քանի հարցեր	5—22
Ա. Տ. Ասլանյան, Երկրի կենտրոնական խտության որոշման հնարավորության մասին ըստ	
Հ. Ս. Ավագյան, Յանգա-Կուբանգայի բազամետաղային հանքավայրի առաջացման մասին (Կոնգոյի ժողովրդական հանրապետություն, Բրազավիլ)	2—34
Լ. Ա. Ավագյան, Բազմավաստակ երկրաբան-մանկավարժը (պրոֆ. Տիգրան Զրբաշյանի ծննդյան 100-ամյակի առթիվ)	5—3
Հ. Մ. Ավչյան, Գ. Պ. Սիմոնյան, Ապարների հեղրառաջացման և քայքայման հնարավոր (կանխագուշակային) ուղղությունների մասին (1988 թ. դեկտեմբերի 7-ի Հայկ. ԽՍՀ Սպիտակի երկրաշարժի օրինակով)	2—43
Հ. Ս. Բաղդասարյան, Վ. Զ. Սախաուով, Հայոցձորի հանքային շրջանի ռեգիոնալ էնդոգեն վածրավորության վերլուծությունը տիեզերական նկարների վերծանման տվյալների ավտոմատացված մշակման հիման վրա	5—15
Վ. Ս. Բուչնալոյան, Հայկական լեռնաշխարհի լեռնալանջերի ընդհանուր դասակարգումը	6—23
Ա. Հ. Գաբրիելյան, Գ. Պ. Սիմոնյան, Ս. Ա. Փիբուլյան, Է. Գ. Գևորգյան, Հայկական ԽՍՀ տարածքի սեյսմիկ շրջանուցման նոր սխեման	1—3
Ա. Հ. Գաբրիելյան, Հայկական լեռնաշխարհի ու հարակից շրջանների սեյսմատեկտոնիկա	4—19
Վ. Բ. Գամուսյան, Թափառող հոսանքների մեթոդով աշխատելիս շերտաձև հանքային մարմինների վրա պոտենցիալների սարքերությունների աճերի հարաբերության անոմալիաների մեկնաբանումը	2—16
Ի. Վ. Գուբունովա, Մ. Բ. Մկրտչյան, Հայկական լեռնաշխարհի ուժեղ երկրաշարժերի օջախներում խզումների հայտնաբերման մասին	5—54
Ս. Վ. Գրիգորյան, Ռ. Տ. Զրբաշյան, Ա. Ի. Կառապետյան, Ա. Ս. Կառախանյան, Մ. Ա. Սարյան, Սպիտակի երկրաշարժի մարզի երկրաբանական կառուցվածքը և սեյսմատեկտոնական առանձնահատկությունները	3—3
Ս. Վ. Գրիգորյան, Ա. Կ. Սաղարեկյան, Թեյուրը որպես ոսկու հանքայինացման տարրացուցիչ	6—19
Վ. Ա. Իգումևով, Զ. Գ. Ստեփանյան, Սպիտակի երկրաշարժի մի քանի ջրաերկրաբանական տեսանկյուններ	3—24
Ռ. Հ. Խուրենյան, Իրանա-Հայկական հնթասյուստֆորմի հյուսիս-արևմտյան եզրապատման մեզոզոյան մագմատիտների ապարարանության վերաբերյալ	6—11
Ա. Ի. Կառապետյան, Հ. Գ. Մաղաթյանը որպես Հայաստանի մետաղածնական դպրոցի հիմնադիր	1—7
Ա. Ի. Կառապետյան, Հ. Պ. Գույումջյան, Սխիան գետի ավազանի հրաբխային, պլուտոնիկ և երակային ապարների հասակի մասին	2—30

Ք. Կ. Կարապետյան. Սպիտակի 1988 թ. դեկտեմբերի 7-ի երկրաշարժի սեյսմիկ ներգործությունը և մի քանի անհետաձգելի խնդիրներ	3—51
Ն. Կ. Կարապետյան. 1988 թ. դեկտեմբերի 7-ի Սպիտակի երկրաշարժի, նրա ֆորշուկը և աֆտերշուկների օջախների մեխանիզմը և լարված վիճակը	4—37
Ն. Կ. Կարապետյան. Սպիտակի երկրաշարժի օջախային շրջանում առաջացած երկայնակի և լայնակի ալիքների արագությունների հարաբերության ուսումնասիրումը	5—34
Ա. Ս. Կուրախանյան, Է. Խ. Խարազյան, Ս. Ա. Ավետիսյան. Ակտիվ կողաշարժային տեղախախտումների էոնարհասար-Ողուկի ռեգիոնայ զոնան	4—44
Ա. Ս. Կուրախանյան. Սպիտակի 1988 թ. երկրաշարժի գործուն խզումների և երկրաշարժածին ձեախախտումների վերերկրյա և օդատիեզերական ուսումնասիրման արդյունքները	3—20
Ա. Ս. Հովհաննիսյան, Ա. Հ. Սիմոնյան, Հ. Ա. Հակոբյան, Վ. Ս. Գասպարյան. Երկրաշարժերի երկրամագնիսական նախաևշանների ուսումնասիրման վերաբերյալ	4—50
Ի. Ն. Ղազարով. Երկրագնդի ներքին միջուկի գտնվածքների կենտրոնի իր երկրաչափական կենտրոնից դեպի Արեգակը տեղաշարժման օրինաչափության վերաբերյալ	5—35
Ա. Կ. Մարևոսյան. Բվացող դիմադրության և թվացող բեռացման պարամետրերի համադրումը երկրաէլեկտրական միջավայրի երկչափ մոդելի օրինակով	5—44
Ա. Կ. Մարևոսյան. Ապարների էլեկտրաճաղարկականության և բեռացման անիզոտրոպիայի ուսումնասիրումը էլեկտրական դաշտերի գրգռման ու գրանցման տարրեր համակարգերի կիրառմամբ	2—53
Ս. Հ. Մինասյան, Ա. Կ. Կարախանյան, Ի. Ա. Սիրունյան. Հայկական ԽՍՀ տուֆերի մագնիսական և հնամագնիսական ուսումնասիրությունների որոշ արդյունքների մասին	6—47
Ս. Մ. Մուսակյան. Լեոնային Ղարաբաղի ինքնավար մարզի ջրային ռեսուրսները և դրանց այժմյան օգտագործումը	6—31
Ս. Ն. Նազարեթյան. 1988 թ. Սպիտակի երկրաշարժի հետադարձ կանխագուշակումը	4—30
Վ. Վ. Նուհապետյան. Հայկական ԽՍՀ աղբյուրների որոշ ֆիզիկական հատկությունների ուսումնասիրությունը բարձր չերմաստիճանային դաշտերում	1—46
Ս. Շ. Նուրիսյան, Վ. Ս. Սարգսյան, Գ. Տ. Խաչատրյան, Պ. Հ. Չոլակյան. Զրահագեցած թույլ գրունտի կոնսոլիդացիան ֆիզիկական և երկրաչափական ոչ գծայնությունների հաշվի առմամբ	1—38
Ա. Ս. Պապոյան. Ղափանի անտիկլինորիումի վերին յուրա—ստորին կավճի նստվածքների կենսաշերտագրական ակնարկ ըստ կորայային ֆաունայի	2—3
Մ. Ա. Սարյան, Ա. Վ. Վարդանյան, Բ. Վ. Սոյնազրյան. Երախի լեռնաշղթայի օֆիոլիտային գուգորդության մասին (Փորք կովկասի Վեյու օֆիոլիտային գոտի)	6—3
Վ. Ս. Սարգսյան, Ս. Խ. Միսակյան. Կավային գետիների ամրության տեսության վերաբերյալ	6—39
Գ. Պ. Սիմոնյան. 1988 թ. դեկտեմբերի 7-ի Սպիտակի երկրաշարժի առաջացման սեյսմատեկտոնական պայմանները	4—11
Ռ. Ս. Սինանյան, Յ. Ա. Փայլկյան. Զրադինամիկ հարթաչափման կատարելագործված համակարգի արդյունաբերական փորձարկումները և ներդրումը Ռովնոյի ԱԷԿ-ում	5—64
Ա. Վ. Վարդանյան, Պ. Լ. Մուրադյան, Մ. Ա. Սարյան. Սպիտակի երկրաշարժի մարզի տեկտոնական կառուցվածքի և շրջանացման մասին	3—13
Ի. Ք. Օսիպովա, Կ. Խ. Արմենակյան, Ա. Ս. Առաքելյան. Շիրակի պոլիգոնի տեկտոնական կառուցվածքի մասին «Զերեպախա» կայանների նոր տվյալների յույսի ներքո	4—60

ՀԱՄԱՌՈՒՑ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ

Ք. Հ. Բարսյան. 1988 թ. դեկտեմբերի 7-ի երկրաշարժի հետևանքների մակրոսեյսմիկ հետազոտությունը Լենինական քաղաքի տարածքում	3—58
Մ. Մ. Բասեղյան, Վ. Պ. Թուրակով. Սպիտակի 1988 թ. դեկտեմբերի 7-ի երկրաշարժի ռադոնային նախագուշակը	3—63
Ռ. Խ. Գաղինյան. Սյունիքի բարձրավանդակի դեպի երկայնակի կտրվածքների անոմալ փոփոխությունների վերլուծության մի փորձ՝ տեկտոնական շարժումների ուսումնասիրման նպատակով	6—55
Է. Գ. Կոնդակյան, Վ. Փ. Ահարոնյան, Մ. Ա. Գանիսովա, Ս. Լ. Յունգա. Սպիտակի երկրաշարժի աֆտերշուկների օջախային մեխանիզմների առանձնահատկությունները	3—71
Վ. Գ. Կրիլյուցյան, Ա. Ա. Հովսեփյան. Սպիտակի երկրաշարժի մակրոսեյսմիկ ազդեցությունը Լենինականի տարածքի վրա՝ Որոշ նախնական արդյունքներ	4—74
Ն. Գ. Հավերթյան. Թունիկների բևտոնային երևույթաբանություններում լարվածությունների շափման մեթոդիկաների համեմատական վերլուծությունը	5—74

Մ. Վ. Զաբաբան, Ս. Խ. Մկոյան. Տեսական երկրաչափաբանության որոշ խնդիրների թվական լուծումը հիմնարար լուծումների մեթոդով	6—59
Ա. Կ. Մանուկյան, Ա. Ա. Ասլանյան. Քառանկյունի հատյալ բուրգով երկրակեղևի երկրաչեղման մոդելի համար ուղղակի ստացիոնար խնդրի լուծումը	1—67
Ի. Պ. Մառտիրոսյան, Լ. Ա. Միսիրյան, Կ. Ա. Տոնոյան, Ֆ. Կ. Գրիգորյան. 1988 թ. դեկտեմբերի 7-ի Սպիտակի երկրաշարժի ուժեղ շարժումների գործիքային տրվյալների վերլուծությունը	4—68
Ս. Ի. Մեսչյան, Տ. Լ. Պետրոսյան. Կոմպրեսային պայմաններում գրունտների տատանումների լոգարիթմական դեկրեմենտի որոշման ստատիկ մեթոդի կիրառումը	5—69
Ս. Ի. Մեսչյան, Տ. Լ. Պետրոսյան. Բաղադրյալ գետնահողային նյութերի ֆիլտրացիոն հատկությունները	1—55
Հ. Վ. Շահինյան, Մ. Հ. Էսուզյան. Թույլների մոխրի մեջ տարրերի պարունակության համեմատական գնահատումն ըստ սպեկտրայի և ջրաքիմիական անալիզների	6—54
Մ. Ս. Ռիբակով, Ա. Ի. Կոնչիլովա. Երկրաբանական բարտեզահանման համար տարբեր բարձրություններից կատարված մագնիսական չափումների նպատակահարմարության մասին	1—71
Ա. Կ. Սահակյան. Վարդունի սողանքային պանզվածի (Հայկական ԽՍՀ Աղստե գետի ավազան) զարգացման ստադիականությունը	1—62
Թ. Ա. Սիրունյան, Ե. Պ. Տոնոյան, Խ. Վ. Կիրակոսյան, Գ. Մ. Հովհաննիսյան, Էլենկտրամագնիսական հետազոտությունները Փարվանայի 13.05.86 թ. երկրաշարժի ընթացքում	1—59
Ն. Զ. Տեր-Իսվրյան. Իզոմորֆիզմների ծակոտկենության համահարաբերակցական կապն այլ ապարաֆիզիկական պարամետրերի հետ.	2—67
Ս. Ի. Փանկևանյան. Գերձայնային մեթոդով ապարների ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների և յարված վիճակի գնահատման մեթոդիկայի որոշ հարցեր	2—70
Վ. Գ. Փանաջյան, Ֆ. Պ. Միրունյան, Է. Գ. Կոնյակյան, Յու. Կ. Մելիք-Ալավերդյան. Տիեզերական ռադիոաղբյուրների իոնոլորտային առկայությունների և սեյսմիկ ակտիվության կապի հետազոտման մի քանի արդյունքներ	3—67

ԳԻՏԱԿԱՆ ՔՐՈՆԻԿԱ

Բ. Մ. Մելիքսեբյան, Կ. Գ. Շիրինյան, Զ. Հ. Զիրուխյան. Նշանավոր խորհրդային գիտնական, ՀԽՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Հ. Գ. Մաղարյանի ծննդյան 75-ամյակին նվիրված հորելյանական գիտական նստաշրջան	2—76
Կ. Մ. Մուրադյան. Ծովային երկրաբանության դպրոցի 8-րդ Համամիութենական խորհրդակցության հիմնական գիտական արդյունքները	1—78
Մ. Ա. Սալբյան. «Մեզոկայնոզոյան ոֆիոլիտային գոտիների (Կարպատներ, Կովկաս, Անադոլ, Կամչատկա, Սախալին, Հյուս. Պրիմորյե) երկրաբանական նստվածքային և հրաբխածին-նստվածքային ֆորմացիաները» X Համամիութենական բարանական խորհրդակցության մասին	2—73

ՀՈՐԵԼՅԱՆԱԿԱՆ ՏԱՐԻԹՎԵՐ

Ա. Տ. Ասլանյան (ծննդյան 70-ամյակի առթիվ)	1—75
Ս. Կ. Ղաբրիջանյան, Հ. Հ. Մելիք-Ալավերդյան. Պետրոս Պավելի Ղամբարյան (ծննդյան 100-ամյակի առթիվ)	6—54

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐ

Աշոտ Տիգրանի Ասլանյան	2—79
Ինախայեղ Հայկազի Վանյան	3—78

Содержание XLII тома «Известий Академии наук Армянской ССР,
Науки о Земле»

С. Б. Абовян. Габбро-перидотитовая формация офиолитовой серии Закавказья	2—9
С. Б. Абовян, Р. А. Торосян. О природе линз конгломератов внутри ультрамафитов Каранман-Зедского массива (Закавказье)	1—18
Г. С. Авакян. О генезисе полиметаллического месторождения Янга-Кубанза Народной республики Конго (Браззавиль)	2—34
Л. А. Авакян. Неутомимый геолог-педагог (к 100-летию со дня рождения профессора Тиграна Джрбашяна)	5—3
Г. М. Авчян, Г. П. Симонян. О возможных (прогнозных) направлениях трещинообразования и разрушения пород (на примере Спитакского землетрясения АрмССР 7.XII.1988 г.)	3—43
В. А. Агамалян, Э. Н. Кургиян. О спилит-диабазовом и габбро-норитовом комплексах офиолитовой серии, вскрытых скважиной 1—Октемберян (западная часть Араратской депрессии)	1—26
В. Л. Анимян. О естественной радиоактивности почв Армянской ССР	2—41
А. Т. Асланян. О возможности определения центральной плотности Земли по параметру ее полярного сжатия и вековым числам Лява	1—11
А. Т. Асланян, Л. С. Казарян. Некоторые вопросы тектонической эволюции Земли и механической устойчивости литосферы	5—22
Г. Р. Багдасарян, В. З. Сахатов. Анализ региональной трещиноватости в Айодзорском рудном районе на основе автоматизированной обработки данных космических снимков	5—15
В. Р. Бойнагрян. Общая классификация склонов Армянского нагорья	6—23
А. В. Варданян, П. Л. Мурадян, М. А. Сатиан. О тектоническом строении и районировании области Спитакского землетрясения	3—13
Выдающийся ученый, педагог и организатор науки (к 75-летию со дня рождения академика Н. Г. Магакьяна)	1—3
А. А. Габриелян. Сейсмотектоника Армянского нагорья и сопредельных регионов	4—19
А. А. Габриелян, Г. П. Симонян, С. А. Пирузян, Э. Г. Геодакян. Новая схема сейсмического районирования территории Армянской ССР	4—3
В. Б. Гамоян. Интерпретация аномалий отношения приращений разностей потенциалов над пластообразными рудными телами при работе методом блуждающих токов	2—46
И. В. Горбунова, М. Б. Мкртчян. О выявлении разрывов в очагах сильных землетрясений Армянского нагорья	5—54
С. В. Григорян, Р. Т. Джрбашян, А. И. Карапетян, А. С. Караханян, М. А. Сатиан. Геологическое строение и сейсмотектонические особенности области Спитакского землетрясения	3—3
С. В. Григорян, А. К. Сагателян. Теллур—как элемент-индикатор золотого опуденения	6—19
А. С. Караханян. Результаты наземного и аэрокосмического изучения активных разломов и сейсмогенных деформаций Спитакского землетрясения 1988 года	3—20
В. А. Игумнов, Э. Г. Степанян. Некоторые гидрогеохимические аспекты Спитакского землетрясения	3—24
И. Н. Казаров. К закономерности смещения центра масс внутреннего ядра Земли от геометрического центра в сторону Солнца	5—35
Б. К. Карапетян. Сейсмическое воздействие Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 г. и некоторые неотложные задачи	3—51
И. К. Карапетян. Исследование отношения скоростей продольных и поперечных волн в очаговой области Спитакского землетрясения	3—34
И. К. Карапетян. Механизм и напряженное состояние очагов Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года, его форшока и афтершоков	4—37
А. И. Карапетян, Н. Г. Магакьян—основатель металлогенической школы Армении	1—7
А. И. Карапетян, О. П. Гюмджян. О возрасте вулканических плутоидических и жильных пород бассейна р. Сиснап	2—20
А. С. Караханян, Э. Х. Харазян, С. А. Аветисян. Хонарасар-Цхукская региональная зона активных сдвиговых дислокаций	4—46
А. К. Матевосян. Изучение анизотропии электропроводности и поляризуемости пород с использованием различных систем возбуждения и регистрации электрических полей	2—53

- А. К. Матевосян. Сопоставление различных параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости на примере двухмерной модели геоэлектрической среды 5—44
- Дж. О. Минасян, А. К. Караханян, Т. А. Сирунян. О некоторых результатах магнитных и палеомагнитных исследований туфов Армянской ССР 6—47
- С. В. Мусаелян. Водные ресурсы Нагорно-Карабахской автономной области и современное их использование 6—31
- В. В. Нагипетян. Исследования некоторых физических свойств горных пород Армянской ССР в высокотемпературных полях 1—46
- С. Н. Назаретян. Ретроспективный прогноз Спитакского землетрясения 1988 г. 4—30
- С. Ш. Нуридджанян, В. С. Саркисян, Г. Т. Хачатурян, П. О. Чолакян. Консолидация слабого водонасыщенного грунта с учетом физической и геометрической нелинейности 1—38
- С. Р. Оганесян, А. О. Симонян, Г. А. Акопян, В. С. Гаспарян. Об изучении геомагнитных предвестников землетрясений 4—50
- И. Б. Осипова, К. Х. Арменакян, А. Р. Аракелян. О тектоническом строении Ширакского полигона в свете новых данных станций «Черепаша» 4—60
- А. С. Папоян. Биостратиграфический обзор отложений верхней юры—нижнего мела Кафанского антиклинория по коралловой фауне 2—3
- В. С. Саркисян, С. Е. Мисакян. К теории прочности глинистых грунтов 6—39
- М. А. Сатиан, А. В. Варданян, Б. В. Бойнигряч. Об офиолитовой ассоциации Ерахского хребта (Вединская офиолитовая зона Малого Кавказа) 6—3
- Г. П. Симонян. Сейсмотектоническое условие возникновения Спитакского землетрясения 7.XII.1988 г. 4—11
- Р. Р. Синамян, Ф. А. Паликян. Промышленные испытания и внедрение усовершенствованной системы гидродинамического швелеирования на Ровенской АЭС 5—64
- Р. А. Хоренян. К петрологии мезозойских магматитов северо-западного обрамления Ирано-Армянской субплатформы 6—11

Краткие сообщения

- Т. О. Бабаян. Макросейсмическое обследование последствий землетрясения 7-го декабря 1988 г. на территории г. Ленинакана 3—58
- М. М. Басенцян, В. П. Рудаков. Радоновый предвестник Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года 3—64
- Р. Х. Гагинян. Опыт анализа аномальных изменений продольных профилей рек Сюникского нагорья в целях изучения тектонических движений 6—55
- Э. Г. Геодакян, В. Ж. Агаронян, М. А. Данилова, С. Л. Юнга. Особенности фокальных механизмов афтершоков Спитакского землетрясения 3—71
- В. Г. Григорян, А. А. Овсепян. Макросейсмический эффект Спитакского землетрясения на территории г. Ленинакана. Некоторые предварительные результаты 4—74
- Е. Г. Завриян. Сравнительный анализ методик измерения напряжений в бетонных обделках тоннелей 5—74
- М. В. Закрадзе, М. Х. Мкоян. Численное решение некоторых задач теоретической сейсмологии методом фундаментальных решений 6—59
- А. Г. Манукян, А. А. Асланян. Решение прямой стационарной задачи для геотермической модели земной коры с четырехугольной усеченной пирамидой 1—67
- Р. П. Мартиросян, Л. А. Мхитарян, К. А. Тоноян, Ф. К. Григорян. Анализ инструментальных данных сильных движений Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 г. 4—68
- С. Р. Месчян, Т. Л. Петросян. Фильтрационные свойства композиционных грунтовых материалов 1—55
- С. Р. Месчян, Т. Л. Петросян. Применение статического метода определения логарифмического декремента колебаний для грунтов в условиях компрессии 5—69
- В. Г. Паниджян, Ф. П. Миранян, Э. Г. Геодакян, Ю. Г. Мелик-Алавердян. Некоторые результаты исследования связи ионосферных мерцаний космических радионисточников с сейсмической активностью 3—67
- С. Р. Пайлеванян. Некоторые вопросы методики оценки физико-механических свойств и напряженного состояния горных пород ультразвуковым методом 2—70
- М. Б. Рыбаков, А. И. Горчилова. О целесообразности повысотных магнитных измерений для геологического картирования 1—71
- А. Г. Саакян. Стадийность развития Вургунского оползневой массива (бассейн реки Агстев Армянской ССР) 1—62
- Т. А. Сирунян, Е. П. Тоноян, Х. В. Киракосян, Г. М. Оганесян. Электромагнитные исследования в период Парванийского землетрясения 13.05.86 г. 1—59
- И. З. Тер-Давтян. Корреляционная связь пористости и гинимбритов с другими петрофизическими параметрами 2—67
- Г. В. Шагинян, Ц. О. Эксузян. Сравнительная оценка содержания элементов в золе растений по спектральному и гидрохимическому анализам 6—54

Научная хроника

- Б. М. Меликсетян, К. Г. Ширинян, З. О. Чибуцян. Юбилейная научная сессия, посвященная 75-летию со дня рождения видного советского ученого, академика АН АрмССР И. Г. Магакьяна 2—76
- К. М. Мурадян. Основные научные итоги Восьмого Всесоюзного совещания Школы морской геологии 1—78
- М. А. Сатян. О X всесоюзном литологическом совещании «Геологические осадочные и вулканогенно-осадочные формации офиолитовых зон M_2-K_2 (Карпаты, Кавказ, Анадырь, Камчатка, Сахалин, Сов. Приморье)» 2—73

Юбилейные даты

- Ашот Тигранович Асланян (К семидесятилетию со дня рождения) 1—75
- С. Г. Гарибджанян, Г. У. Мелик-Адамян, Петр Павлович Гамбарян (к 100-летию со дня рождения) 6—64

Потери науки

- Ашот Тигранович Асланян 2—79
- Рафасл Айказович Ванян 3—78

Contents of the XLII tome of „The Armenian SSR Academy of sciences transactions, Earth sciences“

<i>S. B. Abovian.</i> The Transcaucasus ophiolite series gabbro-peridotitic formation	2-9
<i>S. B. Abovian, R. A. Torosian.</i> On the nature of conglomerate lenses within the Karatman-Zod massif ultramafites (Transcaucasus)	1-18
<i>V. A. Aghamallan, E. N. Kurghinian.</i> On the ophiolite series spilite-dabase and gabbro-norite complexes revealed in the borehole I-Hlokiemberlan (the Araratian depression western part)	1-26
<i>V. L. Ananian.</i> The Armenian SSR soils natural radioactivity	2-41
<i>A. T. Aslanian.</i> On the Earth's central density determination possibility by both its polar compression parameter and the Love's secular numbers	1-11
<i>A. T. Aslanian, L. S. Kazarian.</i> Some problems of the Earth's tectonic evolution and the lithosphere mechanical stability	5-22
<i>H. S. Avakian.</i> On the genesis of Yanga-Kubanza polymetallic deposit, the People's Republic of Congo (Brazzaville)	2-34
<i>L. A. Avakian.</i> The Impatigable geologist--teacher (in commemoration of the 100 th anniversary of professor Tigran Djerbashian)	5-3
<i>H. M. Avchlan, G. P. Simonian.</i> On possible (prognostic) directions of the rocks fracturing and destruction (the Armenian SSR, Spitak earthquake, December 7, 1988, being an example)	3-44
<i>H. R. Baghdasarian, V. Z. Sakhatov.</i> The analysis of regional jointing of the Hayotsdzor ore region on the basis of automatized processing of space image data	5-15
<i>V. R. Hoynagrian.</i> The general classification of the Armenian highland slopes	6-23
<i>A. H. Gabriellan.</i> The seismotectonics of the Armenian highland and adjacent regions	4-19
<i>A. H. Gabriellan, G. P. Simonian, S. S. Piruzian, E. G. Gueodakian.</i> The Armenian SSR territory seismic zoning new scheme	4-3
<i>V. B. Gamoyan.</i> The potential difference increments ratio anomalies interpretation over the bediform ore bodies during applying the wandering currents method	2-46
<i>I. V. Gorbunova, M. B. Mkertchian.</i> On revealing ruptures in the Armenian highland strong earthquakes foci	5-54
<i>S. V. Grigorian, R. T. Djerbashian, A. I. Karapetian, A. S. Karakhanian, M. A. Satlan.</i> The geological structure and seismotectonic peculiarities of the Spitak earthquake region	3-3
<i>S. V. Grigorian, A. K. Sughatelian.</i> Tellurium as an indicator-element for the gold mineralization	6-19
<i>S. R. Hovhannisian, A. H. Simonian, H. A. Hakopian, V. S. Gasparian.</i> On the earthquakes geomagnetic precursors investigation	4-50
<i>V. A. Igumnov, Z. S. Stepanian.</i> Some hydrogeochemical aspects of the Spitak earthquake	3-24
<i>A. S. Karakhanian.</i> The field, aerial and space investigation results of the Spitak earthquake, 1988, active fractures and seismogenous deformations	3-20
<i>A. S. Karakhanian, E. Kh Kharazian, S. A. Avetisian.</i> The Khonarhasar-Tzeghuk regional zone of active shift dislocations	4-46
<i>A. I. Karapetian.</i> H. G. Maghakian as the founder of the Armenia metallogenic school	1-7
<i>A. I. Karapetian, H. P. Guyumdgian.</i> On the age of the Sisian river basin volcanic, plutonic and veined rocks	2-20

<i>B. K. Karapetian.</i> The Spitak earthquake December 7, 1988, seismic influence and some urgent problems	3-51
<i>N. K. Karapetian.</i> The longitudinal and transversal waves velocities ratio study of the Spitak earthquake focus region	3-34
<i>N. K. Karapetian.</i> The Spitak earthquake December 7, 1988, its foreshock and aftershocks foci mechanism and stressed conditions	4-37
<i>I. N. Kazarov.</i> On the regularity of the Earth's inner core masses center displacement from the geometric center towards the Sun	5-35
<i>R. H. Khoraniz.</i> On the Iranian-Armenian subplatform north-western frame Mesozoic magmatites petrology	6-11
<i>A. K. Matevosian.</i> The rocks electrical conductivity and polarizability anisotropy investigation by applying the electrical fields excitation and registration various systems	2-53
<i>A. K. Matevosian.</i> The apparent resistance and apparent polarizability various parameters comparison the geoelectrical medium two-dimensional model being an example	5-44
<i>Dj. H. Minasian, A. K. Karakharian, T. A. Struntan.</i> On the Armenian SSR tuffs magnetic and paleomagnetic investigations some results	6-47
<i>S. V. Musayelian.</i> The Nagorny Karabakh autonomous region water resources and their contemporary utilization	6-31
<i>V. V. Nahapetian.</i> The Armenian SSR rocks some physical properties investigations in high temperature fields	1-46
<i>S. N. Nazaretian.</i> A retrospective prognostication of the Spitak earthquake, 1988	4-30
<i>S. Sh. Nuridjanian, V. S. Sarkisian, G. T. Khachaturlan, P. H. Cholakian.</i> The loose water-saturated ground consolidation taking into consideration the physical and geometrical non-linearities	1-38
<i>I. B. Ostpova, K. Kh. Armenakian, A. R. Arakelian.</i> On the Shirak polygon tectonic structure in the light of "Cherepakha" stations new data	4-60
<i>A. S. Papoyan.</i> A biostratigraphic review of the Kaphan anticlinorium Upper Jurassic-Lower Cretaceous deposits by the coralline fauna	2-3
<i>V. S. Sarkisian, S. E. Mtsakian.</i> On the clay grounds strength theory	6-39
<i>M. A. Satian, A. V. Vardanian, B. V. Bohnagrian.</i> On the Yerakh mountain ridge ophiolite association (the Minor Caucasus Vebhi ophiolite zone)	6-3
<i>G. P. Simonian.</i> The seismotectonic conditions of the Spitak earthquake. December 7, 1988 origin	4-11
<i>R. R. Shtantan, F. A. Palikyan.</i> Commercial tests and introduction of an improved system of hydrodynamical levelling in the Rovno AES	5-64
The prominent scientist, teacher and science organizer (in commemoration of the 75 th anniversary of the academician H. G. Maghakian)	1-3
<i>A. V. Vardanian, P. L. Mouradjan, M. A. Satian.</i> On the tectonic structure and zoning of the Spitak earthquake region	3-13

SHORT REPORTS

<i>T. H. Balayan.</i> The earthquake of December 7, 1988, after-effects macroseismic investigation on the Leninakan territory	3-59
<i>M. M. Busentsian, V. P. Radakov.</i> The Spitak earthquake December 7, 1988, radonic precursor	3-64
<i>R. Kh. Gagunian.</i> An attempt to analyse the Syunik highland rivers longitudinal profiles anomalous variations for tectonical movements investigations	6-55
<i>V. G. Grigorian, A. A. Housepian.</i> The Spitak earthquake macroseismic effect on the Leninakan territory. Some preliminary results	4-74
<i>E. G. Gurudakian, V. J. Aharonian, M. A. Danilova, S. L. Younga.</i> The Spitak earthquake aftershocks foci mechanisms peculiarities	3-71
<i>A. G. Manukian, A. A. Aslanian.</i> The direct stationary problem solution for the Earth's crust geothermic model with a tetrago truncated pyramid	1-67
<i>R. P. Martirosian, I. A. Mkhitarian, K. A. Tonoyan, F. K. Grigorian.</i> The Spitak earthquake, December 7, 1988, strong movements instrumental data analysis	4-68

<i>S. R. Meschlan, T. L. Petrosian.</i> The compositional ground materials filtration properties	1-55
<i>S. R. Meschlan, T. L. Petrosian.</i> The grounds vibration logarithmic decrement determination in compression conditions applying the static method . . .	5-58
<i>V. G. Panadjian, F. P. Miranian, E. G. Gueoduktan, Ju. G. Melik-Alaverdian.</i> Some investigation results of the relation between the space radio sources ionospheric scintillation and the seismic activity	3-67
<i>S. R. Paylevanian.</i> Some problems of the evaluation methodics of the rocks physical-mechanical properties and stressed state by the ultrasonic method	2-70
<i>M. B. Rybakov, A. I. Gorshilova.</i> On the expediency of different altitude magnetic measurements for the geological mapping	1-71
<i>A. G. Sahakian.</i> The Vurghun landslide massif development stages (the Armenian SSR Aghstev river basin)	1-62
<i>H. V. Shahinian, Ts. H. Eksuzian.</i> The elements contents comparative evaluation in the plants ash by spectral and hydrochemical analyses . . .	6-54
<i>T. A. Stranian, E. P. Tonoyan, Kh. V. Kirakostan, G. M. Hovhannissian.</i> The electromagnetic investigations during Parvana earthquake, 13 May, 1986 .	1-39
<i>N. Z. Ter-Davtian.</i> The correlation between the lignimbrites porosity and other petrophysical parameters	2-67
<i>M. V. Zakradze, M. Kh. Mkoyan.</i> The theoretical seismology some problems numerical solution by methods of fundamental solutions	6-59
<i>E. G. Zauriyan.</i> The tunnels concrete lining stresses measurement methods comparative analysis	5-74

SCIENTIFIC CHRONICLE

<i>B. M. Meliksetian, K. G. Shirinian, Z. H. Chibukchian.</i> The jubilee scientific session in commemoration of the 75 th anniversary of H. G. Maghakian the famous soviet scientist, the Armenian SSR Academy of sciences academician	2-76
<i>K. M. Muradian.</i> The marine geology school 8 th All-Union conference main scientific results	1-78
<i>M. A. Satian.</i> On the 10 th All-Union lithological conference "The geological sedimentary and volcanogenous-sedimentary formations of the Meso-Cenozoic ophiolite zones (the Carpathians, the Caucasus, Anadyr, Kamchatka, Sakhalin, North Primorye)"	2-73

JUBILEE DATES

<i>A. T. Aslanian</i> (in commemoration of the 70 th anniversary)	1-75
<i>S. G. Gharibjanian, H. H. Melik-Adamian.</i> Peter Pavlovich Ghambarian (in commemoration of the 100 th anniversary)	6-64

SCIENCE LOSSES

<i>Ashot Tigranovich Aslanian</i>	2-78
<i>Rafayel Haykazovich Vanian</i>	3-79