

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ  
ИЗВЕСТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ  
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

ISSN 0515-961X

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



Հանդեսը հիմնադրվել է 1948 թվականին, լույս է տեսնում տարին երեք անգամ հայերեն,  
ռուսերեն և անգլերեն լեզուներով

Պատասխանատու խմբագիր  
Ռ.Տ. ԶՐԲԱՇՅԱՆ

Պատասխանատու խմբագրի տեղակալներ  
Ս.Վ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ա.Ս. ՖԱՐԱՄԱԶՅԱՆ

Պատասխանատու քարտուղար  
Է.Ս. ՌՈՍՏՈՄՈՎԱ

Խմբագրական կոլեգիա

Պ.Գ. ԱԼՈՅԱՆ, Ա.Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ, Է.Ե. ԽԱՉՅԱՆ, Ա.Ս. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ,  
Ս.Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ռ.Լ. ՄԵԼՔՈՆՅԱՆ, Ռ.Տ. ՄԻՐԻՋԱՆՅԱՆ,  
Ս.Ն. ՆԱԶԱՐԵԹՅԱՆ, Մ.Ս. ՍԱԹՅԱՆ, Գ.Գ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

*Ответственный редактор*  
**Р.Т. ДЖРБАШЯН**

*Заместители ответственного редактора*  
**С.В. ГРИГОРЯН, А.С. ФАРАМАЗЯН**

*Ответственный секретарь*  
**Э.С. РОСТОМОВА**

*Редакционная коллегия*

**Ս.Գ. ԱԼՈՅԱՆ, Ա.Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ, Ա.Տ. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ, Ր.Լ. ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ,  
Ր.Տ. ՄԻՐԻԺՋԱՆՅԱՆ, Տ.Ն. ՆԱԶԱՐԵՏՅԱՆ, Տ.Մ. ՕԳԱՆԵՏՅԱՆ, Օ.Ա. ՏԱՐԿԻՏՅԱՆ,  
Մ.Ա. ՏԱՏԻԱՆ, Ջ.Ե. ԽԱՉԻՅԱՆ**

Editor:

**R.T. JRBASHYAN**

Deputy Editors:

**S.V. GRIGORYAN, A.S. FARAMAZYAN**

Executive Secretary

**E.S. ROSTOMOVA**

Editorial Board

**P.G. ALOYAN, A.L. ANANYAN, E.Y. KHACHIAN, A.S. KARAKHANYAN,  
R.L. MELKONYAN, R.T. MIRIJANYAN, S.N. NAZARETYAN, S.M. OHANESYAN,  
H.H. SARGSYAN, M.A. SATIAN,**

Խմբագրություն հասցեն՝ 375019, Երևան-19, Մարշալ Բաղրամյանի պող. 24ա  
Адрес редакции: 375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а

© Издательство "Гитутюн" НАН РА

Известия НАН РА, Науки о Земле, 2001

AM 409

ՀՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ  
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Ռ.Ա.Հարությունյան. Հայկական լեռնաշխարհի ակտիվ հրաբխականության մասին ..... 3

Վ.Ա.Աղամալյան, Շ.Վ.Խաչատրյան. Հայաստանի Ծաղկունյաց անտիկլինորիումի լեյկոկրատ գրանիտների մասին ..... 12

Շ.Հ.Ամիրյան. Գունավոր, ազնիվ և հազվագյուտ տարրերի գտնվելու ձևերը և բաշխման բնույթը Շահումյանի ոսկի - բազմամետաղային հանքավայրի հանքանյութերում ..... 16

Հ.Գ.Միրզոյան, Ս.Ա.Չոհրաբյան, Ռ.Հ.Սարգսյան. Կապանի հանքավայրի խորը հորիզոնների հանքայնացման հեռանկարների հարցի շուրջը ..... 21

Թ.Ա.Ավագյան, Հ.Պ.Գույումջյան. Ճեփապակու քարերի հայտնաբերումը Բնունիս գյուղի մոտ (ՀՀ, Սյունիքի մարզ) ..... 25

Ի. Խ. Պետրոսով, Ա. Ա. Սաղոյան. ՀՀ օլիգոցենի նստվածքային ու հրաբխանստվածքային կավերը որպես կոպիտ խեցեգործության հումք ..... 28

Ռ.Ա.Մանդալյան, Ռ.Գ.Սյուխարյան. Շամշադինի անտիկլինորիումի վերին յուրայի մոնոմորֆիտների կավերի մասին (Սոմխետ-Ղարաբաղյան գոտի) ..... 33

Յու. Ռ. Կուրյանյան. Գառնու տարածքում կատարված նավթաբուրդակալական աշխատանքների արդյունքները ..... 38

Ա. Կ. Մաթևոսյան. Բազմամէլեկտրոդ էլեկտրական դաշտի գրգռող համակարգի չափման հավաստիության չափանիշը ..... 42

Յու.Ա.Աղաբալյան, Ա.Թ.Բաղդասարյան. Մարման չըջանում բացահայտ կողերի օպտիմալ դիրքի հիմնավորման շուրջը ..... 47

ՀԱՄԱՌՈՏ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ

Ս.Բ.Արուլյան. Սևան-Աքերինյան օֆիոլիտային զոնայի գաբրո-պերիդոտիտային զանգվածներում որոշ կարթնատային նորագույնացումների մասին ..... 50

Ա.Հ.Հայրոյան. Կոմսրեսիտոն կորի հետադարձ ճյուղով կավային գետնահողերի սահմանադրության դիմադրության պարամետրերի որոշման պարզեցված եղանակ ..... 53

ՀԻՇԱՐԺԱՆ ՏԱՐԵԹՎԵՐ

Լևոն Արսենի Վարդանյանց ..... 55

СОДЕРЖАНИЕ

Р.А.Арутюнян. Об активном вулканизме Армянского нагорья ..... 3

В.А.Агамалян, Ш.В.Хачатрян. О лейкократовых гранитах Цахкуняцкого антиклинория Армении ..... 12

Ш.О.Амирян. Формы нахождения и характер распределения цветных, благородных и редких элементов в рудах Шаумянского золото-полиметаллического месторождения ..... 16

Г.Г.Мирзоян, С.А.Зохрабян, Р.А.Саркисян. К вопросу о перспективности оруденения глубоких горизонтов Капанского месторождения ..... 21

Т.А.Авакян, О.П.Гуюмджян. Обнаружение фарфоровых камней у села Бнунис (Сюникский марз, Республика Армения) ..... 25

И.Х.Петросов, А.А.Садоян. Осадочные и вулканогенно-осадочные олигоценые глины Республики Армения как источник грубокерамического сырья ..... 28

Р.А.Мандалян, Р.Г.Мхитарян. О верхнеюрских монтмориллонитовых глинах Шамшадинского антиклинория (Сомхето-Карабахская зона) ..... 33

Ю.Р.Каграманов. Результаты нефтепоисковых работ на Гарнийской площади ..... 38

А.К.Матевосян. Критерий достоверности измерений при многоэлектродной системе возбуждения электрического поля ..... 42

Ю.А.Агабалян, А.Т.Багдасарян. К обоснованию оптимальных положений бортов карьера в погашении ..... 47

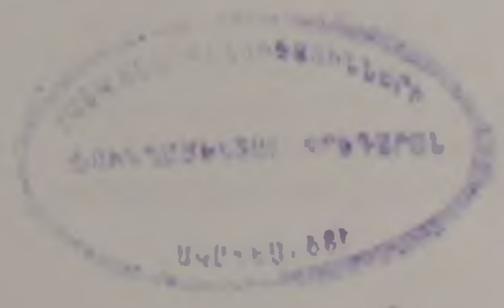
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

С.Б.Абовян. О карбонатных новообразованиях в габбро-перидотитовых массивах Севано-Акеринской офиолитовой зоны ..... 50

С.Г.Айроян. Упрощенный метод определения параметров остаточного сопротивления сдвигу глинистых грунтов по обратной ветви компрессионной кривой ..... 53

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

Левон Арсенович Варданянц ..... 55



## TABLE OF CONTENT

<b>R.A.Haroutiunian.</b> About active volcanism of Armenian highland .....	3
<b>V. A. Aghamalian and Sh. V. Khachatryan.</b> About leucocratic granites of the Tsakhkouniats anticlinorium of Armenia .....	12
<b>Sh. H. Amiryan.</b> Occurrence forms and character of distribution of nonferrous, noble and rare elements in the ores of the Shahu- mian gold-polymetallic deposit .....	16
<b>G.G.Mirzoyan, S.A.Zograbyan, and R.A.Sargsyan.</b> On the prospects of mineralization in deep levels of the Kapan deposit ...	21
<b>T.A.Avakyan, H.P.Gouyumjyan.</b> Discovery of porcelain stones near the village of Bnounis (Sunik marz of the Republic of Armenia).....	25
<b>I.Kb.Petrosov, and A.A.Sadoyan.</b> Sedimentary and volcanogenic-sedimentary Oligocene clays in the Republic of Armenia as a source of rough raw ceramics material .....	28
<b>R.A.Mandalyan, R.G.Mkhitaryan.</b> About the Upper Jurassic montmorillonite clays of the Shamshadin anticlinorium (Somkhet- Karabakh zone, the lesser caucasus) .....	33
<b>Y.R.Kagramanov.</b> Results of exploration works for oil within the Garni area .....	38
<b>A.K.Matevosyan.</b> Measurement credibility criterion for a multi-electrode system of electric field excitation .....	42
<b>Yu.A.Aghabalyan, A.T.Baghdassaryan.</b> About substantiation of optimal border locations for duffer pit .....	47

## SHORT REPORTS

<b>S.B.Abovyan.</b> About new carbonate formations in gabbro-peridotite massifs of the Sevan-Akeri ophiolitic zone .....	50
<b>S.G.Airoyan.</b> A simplified method for definition of residual shear resistance paramcters for clayey soils by the reverse branch of compression curve .....	53

## MEMORABLE DATES

<b>Levon Arsenovich Vardaniants</b> .....	55
---	----

## ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԼԵՌՆԱՇԽԱՐՀԻ ԱԿՏԻՎ ՀՐԱՔԻԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

© 2001 թ. Ռ. Ա. Հարությունյան

Институт геологических наук НАН РА  
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения.  
E-mail: rubenhar@yahoo.com, hrshah@sci.am  
Поступила в редакцию 25.01.2000 г.

... հուր անկառ յերկնից  
ի Մըմրուտ սարն...  
Գրիչ՝ Մինասենց Թումա (XV դ.)

Մինչև վերջերս համարվում էր, որ Հայկական լեռնաշխարհը հանգամ հրաբուխների տարածք է։ Մեր ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ Հայկական լեռնաշխարհի տարածքը, ներառյալ Հայաստանը, ակտիվ հրաբխականության շրջան է, ուր վերջին 2800 տարիների ընթացքում ակտիվություն են ցուցաբերել Փորակ, Վայոցսար, Արարատ, Թոնդրուկ, Սիփան, Նեմրուք, ինչպես նաև Վանա լճի հատակին գտնվող ստորջրյա հրաբուխները։ Հայկական լեռնաշխարհի բոլոր ակտիվ հրաբուխները և գերտաք ( $t > 50^{\circ}\text{C}$ ) աղբյուրները, որոնց վերաբերյալ կան պատմական վկայություններ, գտնվում են մոտ 35-40 կմ լայնությամբ և Նեմրուք – Արարատ – Փորակ – Սևչինգիլ ուղղությամբ, ավելի քան 400 կմ, ձգվող աղեղանման տարածքի սահմաններում, որը, ելնելով նրա ձևից, կարելի է կոչել Հայկական լեռնաշխարհի «Հրաբխաակտիվ գոտի»:

Հայկական լեռնաշխարհը հայտնի է, որպես հանգամ հրաբուխների երկրամաս, ուր ամենուր կարելի է տեսնել բնորոշ տեսքով այդ կոնաձև լեռները: Այս հողվածի նպատակն է քննարկել, թե երբ և որտեղ են տեղի ունեցել վերջին հրաբխային ժայթքումները Հայկական լեռնաշխարհում ըստ պատմական աղբյուրների<sup>1</sup>:

### Պատմական վկայություններ հրաբխային ժայթքումների մասին

Առաջին հիշատակումները հրաբուխների ժայթքման մասին հանդիպում ենք արդեն այս տարածաշրջանի ամենահին գրավոր աղբյուրներում՝ ուրարտական սեպագրերում: Վանի քարածայրի արևմտյան մասում փորագրված Արգիշտի I-ի Խորխորյան տարեգրության մեջ նշվում է [9, էջ 66]՝ «Երբ Բեխուրա քաղաքը վերապաշարեցի, Բեխուրա քաղաքի մարզի Բամ լեռը փլվեց. ծուխն ու մուրը այժմ վրայից մինչև արևն է ելնում: Երբ Բամ լեռը փլվեց, ես Բեխուրա քաղաքը գրավեցի:»

Կասկածից վեր է, որ նկարագրված է հրաբուխի ժայթքում: Բնության այս երևույթը, որը Արգիշտի I-ը օգտագործել է Բեխուրա քաղաքի նվաճումը թվագրելու համար, որպես ժամանակը նշող փաստ, տեղի է ունեցել Զ.Ա. 782 թ. – 773 թ. միջոցին, երբ Արգիշտի I-ը արշավել էր դեպի Սևանա լճի ավազանը [32]: Բեխուրա քաղաքը գտնվել է Սևանի լճի ավազանի հարավային շրջանում [6, 20]: Ժամանակի ընթացքում, ըստ ուրարտերենից հայերեն անցման կանոնների, Բեխուրա անունը վերափոխվել է Վաչուր, ապա Վաչուրաբակ տեղանվանը [6], որը հիշատակվում է Սողք գավառի տեղանունների շարքում (Չաչուրաբակ կամ Ղաչուրաբակ) [16]: Բեխուրա քաղաքի մոտակայքում գտնվող Բամ (Բամնի) լեռան ամենահավանական նույնացումը Վարդենիսի լեռնաշղթայի հետ է [1, 6]: Այսպիսով, Բամ հրաբուխը տեղադրված էր Վարդենիսի լեռնաշղթայի արևելյան մասում: Այս-

տեղ գտնվող հրաբուխներից ամենաթարմ և հզոր արտավիժումները կապված են վերին չորրորդական հասակի Փորակ հրաբխի հետ [37]. որն էլ, ամենայն հավանականությամբ, ուրարտացիները կոչել են Բամ:

Բացառված չէ, որ Փորակի (Բամ) հրաբխական ակտիվությունը շարունակվել է և հետագայում: Այսպես. Սարդուրի II-ի Գանձադռան տարեգրության մեջ նշվում է [9, էջ 80]՝ «Քանի մարդ իմ զենքի առջևից ճողոպրում էր և բռնեց (գրավեց) Ուշքիա և Բամ լեռները, վերապաշարեցի, սպանեցի: Ուլբեր ճողոպրում էին, Թեյշեբան այրեց:»

Սարդուրիի կողմից փախուստի մատնված մադկանց, որոնք բարձրացել էին Ուշքիա և Բամ լեռները, այրել է Թեյշեբա աստվածը, որը ուրարտացիների երկնային տարերքի աստվածն է: Թվում է միանշանակ խոսքը կայծակահարության մասին է, սակայն ինչպես պարզ կլինի ներքևում բերված միջնադարյան վկայություններից, Հայկական բարձրավանդակի բնակիչները հրաբխային երևույթները կապում էին «երկնքից ընկնող հրո» հետ: Ինչը կարելի է բացատրել նրանով, որ հաճախ հրաբուխների ժայթքման ժամանակ առաջացած մոխրագազային ամպերում դիտարկվում են բազմաթիվ կայծակներ, որոնց երկարությունը երբեմն հասնում է մի քանի կիլոմետրի [31]: Բացի այդ, հրաբխի ժայթքման ժամանակ մադկանց կործանումը լեռան լանջին ավելի մասսայական բնույթ կարող է կրել քան կայծակահարության ժամանակ, ինչը ավելի է նման ճողոպրող մարդկանց բազմության հանդեպ աստժո պատժին: Այսպիսով շատ հավանական է, որ Փորակ (Բամ) հրաբուխը Զ.Ա. 739-742 թվականների միջոցին նույնպես ժայթքել է:

«Երկնային հուրը» Հայկական լեռնաշխարհին «ընկել» է նաև 1111 թվականին:

Ինչպես վկայում է XIII դ պատմիչ Մխ.Այրիվանեցին [12, էջ 61]՝ «1111 թվականին. Չմեռն ի մթին գիշեր որոտաց սաստիկ և անկառ հուր ի ծովն Խլաթայ, և մեռան ամենայն ձկունք և ծովն անկառ զգամաբառ և դարձառ յարին:»

Սույն փաստի մասին ավելի ընդարձակ նկարագրություն կա իրադարձության ժամանակակից

<sup>1</sup> Հողվածում բերված տվյալները և եզրակացությունները ներկայացվել են 1999 թ. հոկտեմբերի 12-14-ը Գյումրիում տեղի ունեցած գիտական կոնֆերանսում [19]:

Մատթեոս Ոստիայեցու մոտ [11, էջ 344] «... և դարձեալ յայսմ ամի (1111) եղև ահապոր և սոսկայի նշան յաշխարհն Հայոց ի Վասպուրական գաւառի ի յաւուրս ծմեռայնոյ ժամանակին, զի եղև յաւուր միում ի մթին գիշերին կտրեալ եղև հուր ի վերնական հաստատութենէ երկնից և ի բարձրութենէ անտի ցոլացեալ եղև և հարեալ զարկանէր զծովն Վասպուրականայ. և սաստկապէս գոչեաց ծովն և ցոլացեալ հարկանէր զցամաքն, և դողաց ծովն զգոյն իւր ի գոյն արեան. և հուրն այն պատառեաց զհաստատութիւնն անդնդոց. իսկ ի յառաւոտուն տեսանէին սատակեալ զբազմութիւն ձկանց ծովուն, և կային կուտեալ ձկունէն առ եզերք ծովուն որպէս զփայտակոյտս մայրեաց, և հոտեալ եղեն վայրքն ի սաստիկ բազմութենէն. և տեսանէին զցամաքային վայրքն, զի պատառեալ հերձ ի հերձ ի բազում տեղիս ահաւոր խորութեամբ...»

Նկարագրված բնական երևույթը պատճառ է դարձել գետնի վրա ճեղքվածքների, լճում մակերևութային ալիքի (սեյշի) առաջացման, ընդերքից կրակի երևալուն, գարշահոտության տարածման և լճի ջրի կարմրելուն: Ըստ իս, նշված երևույթները ոչ թէ խոշոր երկնաքարի անկման [2], այլ հրաբխային ժայթքման հետևանքներ են՝

ա) Ամենախոշոր երկնաքարերի անկման պատճառով (հարված, առավելագույնը՝ մակերեսային պայթյուն) կարող են առաջանալ միայն տարբեր խորության փոսեր, բայց ոչ երբեք խորը ճեղքվածքներ: Սրանք ավելի բնորոշ են երկրակեղևի ձգմանը, լայնացմանը, ինչը հնարավոր է մագմատիկ գանգվածների ընդերքից դեպի մակերեսը բարձրանալու հետևանքով:

բ) Ջրի շերտի առկայությունը (Վանա լճի խորությունը ներկայումս հասնում է 145 մ) նպաստում է երկնաքարի անկման արագության նվազմանը, ինչը քիչ հավանական է դարձնում ուժեղ հարվածը և պայթյունը: Այսպիսով բոցի երևալը, դղրդյունը և սեյշը նույնպես ստորջրյա հրաբխի ժայթքման հետևանքն էր:

գ) Դեպքը պատահել է 1111 թ. հունվար կամ փետրվար ամսին: Չմեռվա միջին ջերմաստիճանը, 1720 մետր բարձրության վրա գտնվող Վանա լճի շրջակայում  $-15^{\circ}\text{C}$  է [10]: Մեկ գիշերում ձուկը չէր կարող հոտել և գարշահոտությունը (հավանաբար ծծմբային գազերի հոտը) նույնպես կապված է հրաբխային գործունեության հետ:

դ) Վստահաբար հրաբխային գազերի արտանետման հետևանք են նաև լճի ջրերի կարմրելը (ազոտական միացությունների ազդեցության պատճառով) և ձկների սպանողը:

Դիտարկված բնական երևույթի նկարագրությունների վերլուծությունը բերում է մեզ այն համոզման, որ 1111 թվականի հունվար կամ փետրվար ամսին «Խլաթա ծովի» (Վանա լճի) հատակին, Խլաթ քաղաքի մոտակայքում տեղի է ունեցել հրաբխի ժայթքում:

Մինչ այժմ, միակ հայտնի և պատմագիտական գրականության մեջ նկարագրված անվիճելի ժայթքումը Նեմրութ հրաբխի ժայթքումն է 1441 թվականին: Այս իրադարձության մասին կան մի քանի վկայություն

ա) Ըստ Մինասենց Թումա գրչի Աղթամարից [3, էջ 581] «... հույր անկաւ յերկնից ի Մրմրուտ սայն և շատ տարի այրեց զայն սարերն...» Նկատենք, որ Նեմրութի պատմական ժայթքումը գրիչը

նույնպես ներկայացնում է որպես «երկնային հյտանկում»:

բ) Ըստ Վարդան գրչի Վանից [3, էջ 516] «Յայս ամի [...] ի բուսկանութեանս Հայոց Մեծաց ՊՂ ամին...» (1441) մեծ նշան եղև, քանզի լեւոռն Մամրուտ կոչեցեսալ, որ ի մէջ Խլաթ և ի Բաղէշ է, յանկարծակի գոռաց, իբրև զսաստիկ որոտմուն ամպոյ, որ երկիրն ամենայն ահաբեկ եղեալ սասանեցաւ, որ և տղայքն ընդ հարս և ընդ մարս ողբս առեալ լսային, վասն զի տեսին, որ սարն պատառեցաւ լայն՝ իբր զքաղաք մի և այլ փոքր փոքր, և ի պատառուածէն ի վեր հուր ցոլացեալ ելանէր մառախլապատ ծխով և ժահահոտութեամբ, որ և տղայքն ի հոտոյն հիւանդանային, և քարինք եռային յահագին բոցոյն, և մեծամեծ վէմս ընդ երկինս ձգէին ծայնիւ որոտմամբ. որ և ի դղրդմանէն Խլաթ քաղաք կարծիս առեալ դողային: Չայս ամենայն տեսին աչօք բացօք և այլ զաւառք:»

գ) Ըստ Հովհանես գրչի Բաղեշից [3, էջ 546] «Բայց յայսմ ժամանակի (1442) ահարկու նշան եղև, զի գլուխ միոյ լերինն, որ Նմրուտ կոչի, հրդեհեալ վառեալ ի յանդրնդոց. և զքարինքն բարձրացուցանէր իբրև Ե (5) կանգուն, և հալէր, և բոցն երևէր Բ (2) աւուր ճանապարհ: Եւ որ ոչ գիտաց թէ այն ինչ նշան է, բայց ճշմարիտ զայս զմտաւ ամենք, որ վասն մեղաց հրաշս ցուցանէ մեզ, զի դառնամք ի մեղաց, և մեք յամառեալ ի մեղս: Այլ հենց նշան մարդ չէ լուեալ և ոչ տեսեալ և դեռ ի տեղացն ծուխն ելանէ, և որք տեսանեն զարհուրին, զի լեւոռն հերձեալ է և վիհ մեծ եղեալ, և զքարիքն յջրար եռացուցեալ ի գլուխ լերինն, ...»

Այսպիսով, ըստ պատմական վկայությունների, 1441 թվականին տեղի է ունենում Նեմրութ հրաբխի ժայթքումը: Այն ուղեկցվում է ուժեղ որոտման ձայնով, լեռան կատարին բացվում է լայն (... իբր զքաղաք մի...) և մի քանի ավելի փոքր պատռվածքներ, որոնցից կրակ էր ժայթքում և նաև գոլորչի ու գազեր, որոնք թունավոր ազդեցություն էին ունենում մարդկանց վրա: Բացված խառնարանից դուրս էին շարտվում մեծամեծ քարեր և լավայի կտորներ, արտավիժում էր հրահալոցքը: Երկարատև ընդմիջումից հետո տեղի ունեցած ժայթքումը ուղեկցվում էր երկրաշարժով, որը 25 կմ հեռավորության վրա գտնվող Խլաթում զգացվում էր 4-5 բալլ ուժգնությամբ (... ի դղրդմանէն Խլաթ քաղաք կարծիս առեալ դողային ...): Նեմրութի ժայթքումները շարունակվում է մի քանի տարի (... և շատ տարի այրեց զայն սարերն ...):

Դրանից հետո Նեմրութի ակտիվությունը արտահայտվել է սուլֆատար գործունեությամբ: Արդեն միջին դարերում օգտագործվում էին նրա ծծմբի հանքերը [18]:

Նեմրութից դեպի հյուսիս-արևելք, Վանա լճի ափին, գտնվում է Հայկական լեռնաշխարհի բարձրությամբ երկրորդ լեռը – Սիփանը կամ Նեղ-Մասիքը (4848 մ), որը միջին դարերում պարբերաբար ակտիվություն է ցուցաբերել (ձայնային երևույթներ, գազերի և գոլորչու արտավիժում) [18, էջ 169] «... Վանա ծովի հյուսիսում գտնվող Սիփան սարում մինչև հիմա կալանավորված է յոթ գլխանի ածղահան, որի ձայնը լսվում է միայն 40-50 տարին մեկ անգամ և որը 70-80 տարին մեկ, Սիփան սարից 5-10 օրով ցույց է տալիս իր պոչը»:

Հաջորդ պատմական վկայությունը հրաբխի ժայթքման մասին վերաբերում է XVII դարին: Ըստ գրիչ Միլիտոնի [4, էջ 382] «... Թվին ՌՂԹ (1650) հոկտեմբեր ԻԷ (27), արև կիրակի, Գիտ խաչին ուխտին արև, այսպես մեծ զարմանք մի եղաւ, որ մարդ ոչ տեսեր, ոչ լսէր [էր]. Ի ծովէն մեծ զարմանայի ձայներ թափի եկաւ որպէս թօք կու նետէին: Ամենայն աշխարհս մեծ և փոքր ի որոտմանէն սասանեցան, թէ այս ձայնս ո՛րսկի կուգայ: Ապայ որչաք բութելէմիչ անելն ոչ կարացար համարել և ոչ կարացար գրել: Անթիւ ան Ռ (1000) ձայներ եկաւ. Ի (20), Հ (30) ատուր ճանապարհի հեռու տեղանին գորտոման ձայներն լրսեցին: Ապայ այս զարմանքս ի ծովուն մէջն այտամի այրեցաւ, որչաքատան քայր և հող կայր ի յերկնուց երեսն ելալ և ի ծովն թափեցաւ. Ամէնն քարըն ծովուն երեսն շուր կու գար, քարերըն մէկ մարդու չաք քարն անձախ Ա (1) հոխայ կու գայր. որպէս սունկեր ծովին երեսն ժուռ կու գայր, մարդիք կառնէին կու տեսանէին և կու զարմանային քարին թէթև լինալն: Այրած ատենն խիստ դառն հոտ ելաւ, այն պէս քիմքիրնիս բրորնվեցաւ. որչաք որ շուրջս արծաթ կար սևացավ, քիրաճլու պատերըն սեփացօ:»

Այս հիշատակության գրելու վայրը անհայտ է, սակայն այսպիսի եղելության միակ հնարավոր տեղը Վանա լիճն է, ուր, ինչպես արդեն ցույց է տրվել վերևում, արդեն XII դարում գործել է մինչ այժմ անհայտ ստորջրյա հրաբուխ: Այս անգամ ժայթքումը սկսվում է շատ ուժեղ թնդանոթային ձայներով, որոնք լսվում էին 300-400 կմ վրա, ապա բոց է երևում լճի վրա և օդ են շարտվում պենզայի մեծ ու փոքր կտորներ, որոնք ընկնելուց հետո լողում էին ջրի մակերեսին: Մարդաչափ պենզայի կտորը կշռում էր հազիվ 1,5 կգ: Արտամղված դառնահոտ, հավանաբար ծծմբային կազմի, գազերի ազդեցության տակ շինությունների կրապատ պատերը և արծաթեղենը սևացել էին, իսկ ականատեսների քիմքերը բռնվել: Պայմանականորեն կարելի է ընդունել, որ նորից գործել է 1111 թ. ժայթքաց ստորջրյա հրաբուխը, սակայն բացառված չէ, որ ժայթքել է Վանա լճի հատակին գտնվող մի այլ ստորջրյա հրաբուխ:

Ինչպես վկայում է XVIII դարի վերջում Հայաստան այցելաց գերմանացի ճանապարհորդ Ռայնեկսը, 1785 թվականի հունվարի 3-ին և փետրվարի 22-ին Արարատ լեռան վրայից ծուխ և բոց է ելել [17]: Հետագա հետազոտողները թերահավատորեն են վերաբերվել այս վկայությանը [14,17]: Մասնավորապես 1843 թվականին Ակոռի գյուղի վերապրողները, որոնց հարցումը կատարել է Մ.Վազները, չեն հաստատել 58 տարի առաջ տեղի ունեցած այդ երևույթները: Այստեղ կարելի է նշել, որ Արարատ լեռան ստորոտում, Իգդիր քաղաքից դեպի հյուսիս-արևելք գտնվող Մալիքլու գյուղի մոտ գտնվել է ուրարտական դամբարանկոլումբարիում, որը փորված է III-րդ հազարամյակի կուր-արաքսյան մշակույթային շերտը ծածկող լավաների մեջ [37]: Դա նշանակում է, որ Արարատից լավա է արտավիժել պատմական ժամանակաշրջանի նախաշենին. Ք.Ա III – II հազարամյակներում: Այս լայնատարած լավաները ծածկում են Արարատի գանգվածի հյուսիս-արևելյան լանջի մեծ մասը և իջնելով հասնում են Արաքսի հովտի աջափնյա դաշտի միջին մասերին: Այս լավային դաշտի վրա, ջրբաժանային մասում, տիե-

զերապատկերների վրա երևում են երկու արտավիժման կենտրոններ, որոնցից արտավիժած փոքրաքանակ լավան զբաղեցնում է շատ սահմանափակ տարածքներ: Անկասկած, այս ժայթքումները տեղի են ունեցել ավելի ուշ, գուցե և պատմական, ժամանակաշրջանում:

Արարատ լեռան հրաբխային ակտիվության մասին հաջորդ, ավելի հիմնավոր փաստագրված, ականատեսների վկայություններով հաստատված, սակայն հետագայում նույնպես մերժված հաղորդագրությունները վերաբերվում են 1840 թվականի հուլիսի 2-ին տեղի ունեցած Արարատի աղետալի երկրաշարժին: Մ.Վազները, մանրակրկիտ հետազոտելով ականատեսների վկայությունները, եկել էր այն եզրակացության, որ Արարատյան աղետի ժամանակ Արարատ հրաբուխը ժայթքել է և երկրաշարժի հիմնական պատճառը համարել էր հրաբխային պրոցեսները: Դա իհարկե սխալ էր, ինչը ցույց են տվել ինչպես Աբիխը (1844թ.), այնպես էլ ժամանակակից ուսումնասիրողները: Սակայն այս աշխատանքները չեն կարող հերքել երկրաշարժի ժամանակ իրականում տեղի ունեցած Արարատի հրաբխային ժայթքման փաստը:

Ինչպես վերը նշվեց, առավել համապարփակ տվյալներ այդ մասին ներկայացրել է Մ.Վազները [17, էջ 83] «1840 թ. հուլիսի 2-ին, արևամուտից կես ժամ առաջ, երբ երկինքը բոլորովին պարզ ու վճիտ էր, լսվեց որոտման հզոր ձայն ... Ակոռիից վեց ոռոսական մղոն դեպի վեր, Մոայլ ծորի վերջում մեծ ճեղքվածք բացվեց, որտեղից մեծ ուժով դուրս մղվեց գոլորշի և գազեր, պայթյունի ուժով վեր նետվեց քարերի և հողի խարնուրդ... Հրաբխի բերանից ելնող գոլորշու ամպերը շուտով բարձրացան Մասիսի կատարից վեր, և նույն գիշերը տեղաց այս տեղերի և ժամանակի համար հազվադեպ տեղատարափ անձրև: Գոլորշին և գազերը դուրս գալու ժամանակ բազմագույն էին. առավելապես կարմրագույն և կապտագույն: Ականատեսները չկարողացան ստույգ ասել, բոց եղել է թե ոչ, քանի որ արտամղվող գոլորշիները և գազերը կարմրավուն են եղել: Գոլորշու կարմիր և կապույտ գույնը շուտով վերափոխվել է թանձր սևի, և օդը անմիջապես լցվել է շատ սուր ծծմբային հոտով: Լեռան ընդերքի շարունակական թնդոցին գուգահեռ լսվում էին երկինք նետված ժայռաքարերի շառաչը, որոնք սուլում էին ոռոմբերի պես: Այս ժայռաքեկորների մեջ կային 100 ցենտներից ավելի կշռողները: Ընդերքից եկած ձայներից զանազանվում էին օդում իրար բախվող թռչող քարերի ձայնը: Այս խոշոր քարերը որտեղ որ ընկնում էին, այնտեղ էլ մնում էին և չէին գլորվում: Այս ժայթքումը տևեց մոտ մեկ ժամ:»

Ըստ մայր Առկոռիցիկովի զեկուցագրի [14, էջ 109], որը գրված է անմիջապես երկրաշարժից հետո՝ «Ակոռի գյուղի տների ավերակները շատ պարզ պահպանվել են և ծածկված են թեթև կավի շերտով: Քոչվոր քրդերը սկսել են բնակատեղիների փլվածքները քանդել: Դիտելով նրանց մեկ սուժեն խորությամբ փորված փոսերը, կարելի է տեսնել, որ ծածկերի գերանների մեծ մասը անվնաս է մնացել: Տների ներսը լցված էր հսկայական քարերով և սառույցի կտորներով: Այս ամենից երևում է, որ Ակոռի գյուղը կարծանվել է ոչ թե գլորված քարերի հոսքով, այլ վերևից նրանց

ուղղաձիգ անկումով: Հիշատակության արժանի է հետևյալ երևույթը: Ակոռի գյուղից համարյա 30 սաժեն բարձրության վրա, կիրճի բեք գառիթափի բարձրունքի հենց եզրին, այժմ 1.5 խորանարդ սաժեն մեծությամբ մի ահագին քար է ընկած: *Դժվար է պատկերացնել այն ուժը, որ այդպիսի մի ահագին զանգվածին այդպիսի ռեկորդային բռիչք տար, որպեսզի այն կարողանար իր ընկած տեղում անշարժ մնար:*»

Արարատից 50 կմ դեպի հյուսիս գտնվող Էջմիածնում, վանքի միաբանները երկրաշարժից ահաբեկված դուրս են փախչում և «...զգում են Մասիսի անդնդախոր բացվածքից եկող կայրային և ծծմբային անախորժ հոտը և տեսնում են Արարատի լանջի քարածայրերի խորտակումը (անկումը) Ակոռիի կողմում» [14, էջ 122]:

Բերված փաստերը միանշանակ վկայում են, որ 1840 թ. Արարատի աղետալի երկրաշարժի ժամանակ, տեղի է ունեցել նաև գազերի և գոլորշու էքսպլոզիվ արտավիժում, որի ուժով երկինք նետված մեծամեծ քարերի ու սառցաբեկորների ուղղահայաց անկումով ծածկվել է 10-15 կմ հեռավորության վրա գտնվող Ակոռի գյուղի շրջակայքը: Արարատի երկրաշարժի ազդեցության տարածքը շատ մեծ էր, սակայն համեմատաբար քիչ գոհերի նշանակալի մասը Ակոռիի բնակիչներն էին: Կարելի է ենթադրել, որ Ակոռիի բնակիչների մեծ մասը, որոնք շատերի նման այդ ժամանակի շոգ եղանակի պատճառով տներից դուրս են գտնվել, գոհվել են հրաբխային արտավիժման հտկանքով:

Վերջին 160 տարվա ընթացքում նկարագրված հրաբուխներից միայն Նեմրուքը և, պատմական ժամանակշրջանում չժայթքած(?), Թոնդրակն են ցուցաբերում սուֆատար ակտիվություն: Ըստ Հ. Աբիխի, որը ուսումնասիրել է Թոնդրակը անցյալ դարի կեսերին. «*Ամբողջ Փոքր Ասիայում սա միակ հրաբուխն է, որ դեռ այժմ բոլորովին հանգած չէ: Նրա մեջ հաճախ լսվում են դղրդյուններ, իսկ նրա սկավառակից (խառնարանից) 2-3 հարյուր ոտնաչափ ցած գտնվում է մի շերտ, ուր ժայռերի միջից դուրս են ժայթքում ջրային գոլորշիներ, հանելով մի աղմուկ, որ նման է շոգեմեքենաների աղմուկին: Թոնդրակի այդ գլխավոր խառնարանից երեք վերստ դեպի արևելք կան ուրիշ փոքրիկ սկավառակներ ևս, որոնք ժայթքում են եռման աստիճանը ներկայացնող ջրի գոլորշիներ: Գլխավոր սկավառակը դրսից և ներսից արտադրում է մեծ քանակությամբ ծծումբ» [5, էջ 122]: Այն մտայնությունը, որ Թոնդրակը Հայկական լեռնաշխարհի միակ ակտիվ հրաբուխն է, պահպանվել էր մինչև վերջին ժամանակներս [10]:*

### Հայկական լեռնաշխարհի գերտաք աղբյուրները

Երիտասարդ հրաբխականության շրջաններին հատուկ է գերտաք (>50°C) աղբյուրների առկայությունը: Դրանց բարձր ջերմաստիճանը և գազային կազմը (ածխաթթու, ծծմբային) կապված է ընդերքում ընթացող մագմատիկ և ջերմամետամորֆական պրոցեսների հետ [30]: Ամբողջ Հայկական լեռնաշխարհում հնում և այժմ հայտնի են երեք այդպիսի աղբյուրներ՝

ա) *Վարշակի ջերմուկները* գտնվում են Դիա-

դին քաղաքից դեպի հարավ, 5-6 կմ հեռավորության վրա, Թոնդրակ հրաբխի ստորոտում, Արածանի (Մուրադ) գետի վերին հոսանքի շրջանում: Այստեղ գետի երկու ափերին ձագարած և փոսերից դուրս են ցայտում ծծմբային տաք ջրեր: Ջրերի ջերմությունը այնքան բարձր է, «որ կարծես կաթսայի մեջ եռացրած լինի: Այստեղ եփում են ոչխարի և այծի գլուխն և խաշր» [18, էջ 223], այսինքն այն անցնում է 90°C: Դարերի ընթացքում հանքային աղբյուրների նստվածքների հետևանքով գոյացել է Արածանիի հողակավոր բնական կամուրջը, որի լայնությունը ավելի քան 21 մետր է: Կամրջից մի փոքր հեռու, Արածանիի աջ ափին է գտնվում այս ջերմուկների գլխավոր ակը՝ Գերմավը [7, 8]:

բ) *Վայոց Ձորի ջերմուկները* գտնվում են Վարդենիսի հրաբխային լեռնաշղթայի հարավարևելյան ստորոտում, Ջերմուկ առողջարանի շրջակայքում, ունեն ածխաթթու կազմ և մեծ համբավ են վայելում իրենց բուժիչ հատկություններով: Այս հանքային ջրերի բնական ելքերում ջերմությունը հասնում է 51°C [21]:

գ) *Վայկունիքի ջերմուկները (Իստիսու)*, որոնք հնում կոչվում էին նաև Բաղանիք Արքունական [13], գտնվում են Վարդենիսի հրաբխային լեռնաշղթայի արևելյան ստորոտում, Տրտու (Թարթառ) գետի վերին հոսանքում: Սրանք ևս ունեն ածխաթթու կազմ, իսկ բնական ելքերում ջրի ջերմությունը հասնում է 59°C [21]:

Ինչպես վերը պարզվեց, հենց Վարդենիսի լեռնաշղթայի արևելյան մասում է գտնվում Փորակ ակտիվ հրաբուխը, որի դեռևս չսառած ընդերքով կարելի է բացատրել, նրա շրջակայքում բխոր բարձր ջերմաստիճանով հանքային աղբյուրների առկայությունը: Այսպիսով Հայկական լեռնաշխարհի բոլոր հայտնի գերտաք (>50°C) աղբյուրները գտնվում են ակտիվ հրաբուխների մերձակայքում:

### Ակտիվ հրաբուխների տեղադրման մասին

Վերընշված, պատմական աղբյուրներում հիշատակված, հրաբուխների տեղադրման մեջ նկատվում են երկու առանձնահատկություն (Նկար 1):

1. Բոլոր այդ հրաբուխները, ինչպես նաև Հայկական լեռնաշխարհի բոլոր գերտաք (>50°C) աղբյուրները, գտնվում են մոտ 35-40 կմ լայնությամբ և Նեմրուք – Արարատ – Փորակ ուղղությամբ, ձգվող աղեղանման տարածքի սահմաններում, որը կարելի է կոչել Հայկական լեռնաշխարհի Ակտիվ հրաբխականության շրջան կամ, ելնելով նրա ձևից, «Հրաբխաակտիվ գոտի»<sup>2</sup>:

Շատ հավանական է, որ «Հրաբխաակտիվ գոտին» շարունակվում է դեպի Սյունիքի լեռնաշղթա, ներառնելով Սևչինգիլ բնավայրը, ուր, ըստ հնագիտական տվյալների, հրաբուխներ գործել են դեռևս Ք.Ա. III - II հազարամյակներում [33]: Այս բնավայրը, որի ռելիեֆը ձևավորվել է վերին

<sup>2</sup> Երբ հողվածը պատրաստ էր հրապարակման, հայտնի դարձավ, որ, ըստ հնաբանական տվյալների, «Հրաբխաակտիվ գոտու» սահմաններում գտնվող, Արմաղան հրաբուխը նույնպես ժայթքել է պատմական ժամանակաշրջանում՝ 2000 տարի առաջ [34]:



Հիշատակման արժանի է նաև այն փաստը, որ «Հրաբխաակտիվ գոտու» և, թույլ սեյսմիկ ակտիվություն ցուցաբերող, Երևանյան խորքային բեկվածքի հատման շրջանին են առնչվում Հայաստանի տարածքում գտնվող տրավերտինների ամենախոշոր կուտակումները, որոնք վկայում են ոչ վաղ անցյալում այստեղ բխող, ավելի հզոր քան ներկայումս, տաք հանքային աղբյուրների մասին:

Այս օրինաչափությունից կարծես թե դուրս էր մնում Գառնու սեյսմաակտիվ խզվածքը, որը հյուսիս-արևմուտքից հետևում է մինչև Ելփին գյուղի մոտակայքը, ապա Արենի և Խաչիկ գյուղերի մոտով ենթադրաբար անցնում դեպի Նախիջևան [27, 38]: Այն հատում է «Հրաբխաակտիվ գոտին» Ուրցածոր-Արենի տեղամասում, բայց պատմական տեղեկություններ այստեղ գործած հրաբուխների մասին հայտնի չէին: Սակայն հայտնի էր, որ Վայոցձորի մերձակա տարածքում կան երկու հոլոցենի հասակի հրաբուխ՝ Սմբատասարը և Վայոցսարը [37]: Նոր տեսանկյունից վերընթերցելով Ստ.Օրբեյանի վկայությունը 735 թ. Վայոցձորի հայտնի երկրաշարժի մասին [16, էջ 155], մեր ուշադրությունը գրավեցին հետևյալ արտահայտությունները՝

*«... Թանձր խավարը քառասուն օր պատեց ամբողջ գավառը, սաստիկ երկրաշարժ և դրոշյուն եղավ ...»* և ապա *«... Իսկ պատուհասի քառասուն օրից հետո վերևից դադարեց Աստծու բարկությունը ...»*:

Իհարկե, երկրաշարժի հետևանքով չէր կարող առաջանալ երկարատև թանձր խավար և «վերևից դադարող» ինչ որ պատուհաս: Բայց այդ երևույթները, անկասկած, հնարավոր են հրաբխային ժայթքման ժամանակ, երբ օդ է նետվում մեծաքանակ հրաբխային մոխիր և լապիլներ: Ըստ Կ.Կարապետյանի, Սմբատասարը հոլոցենում արտավիժել է հիմնականում հրահալոցք [26], իսկ ահա Վայոցսար հրաբուխը իր գործունեության սկզբում արտավիժել է մեծ քանակությամբ ավազամոխրային նյութ, որի նստվածքների հզորությունը, հրաբխի շրջակայքի լայն տարածքի վրա, հասնում է 1 մետրի: Այս, առաջին փուլի վերջում հրաբխակոնի տակից արտավիժել է լավա: Երկրորդ փուլը նույնպես սկսվել է մոխրի և լապիլների հզոր արտավիժումով, որից հետո վերջնականապես ձևավորվել է 330 մետր բարձրությամբ հրաբխակոնը [25]:

Պատմական տեղեկությունների [16] և երկրաբանական հետազոտությունների [25, 37] արդյունքների համադրման հիման վրա, կարելի է եզրակացնել, որ Վայոցսար հրաբուխը ժայթքել է 735 թ. հուլիսի վերջին, Վայոցձորի երկրաշարժի ժամանակ, և գործել շուրջ 40 օր, արտավիժելով մեծաքանակ ավազամոխրային նյութ, լապիլներ և լավա: Սա նշանակում է, որ «Հրաբխաակտիվ գոտու» և Գառնու սեյսմաակտիվ խզվածքի հատման շրջանը ևս ենթարկվում է վերը նշված օրինաչափությանը և նրան առնչվող ակտիվ հրաբուխը – Վայոցսարն է:

Հիմնվելով վերը շարադրվածի վրա կարելի է անել նաև երկու հետևություն քննարկվող տարածքի սեյսմաակտիվ խզվածքների վերաբերյալ՝

ա) «Հրաբխաակտիվ գոտու» և նրան հատող, առանց բացառության, բոլոր հզոր ներուժ ( $M \geq 7.0$ )

ունեցող սեյսմաակտիվ խզվածքների հատման շրջաններին բնորոշ է ակտիվ հրաբուխների առկայությունը: Ըստ կառուցվածքային դիրքի, հրաբուխները կարող են տեղադրված լինել իրենց օջախները սնող խորքային խզվածքների միայն կախված թևերի վրա (տես նկար 1): Իսկ դա նշանակում է, որ բոլոր վերը նշված սեյսմաակտիվ խզվածքները «Հրաբխաակտիվ գոտու» տարածքում ունեն հյուսիս-արևելյան անկում:

բ) Վայոցձորի 735 թ. երկրաշարժը, որը ուղեկցվել է Վայոցսարի ժայթքումով, հետևանքն էր Գառնու խզվածքով կատարված տեկտոնական շարժի և Գառնու խզվածքի հետագիծը պետք է որ ներգրավի այդ երկրաշարժի էպիկենտրոնը, որը տեղորոշված է Գոմուր գյուղի շրջակայքում: Այսպիսով, ավելի հավանական է, որ այս խզվածքը Ելփին - Արենի - Խաչիկ - Նախիջևան ենթադրական ուղղության փոխարեն [27, 38], անցնում է Ելփին - Գոմուր ուղղությամբ դեպի Բիչենեկ, ուր բացահայտված են հզոր երկրաշարժի էպիկենտրոնին բնորոշ սեյսմադիսլոկացիաներ [24] և ապա Դաստակերտ ավանի մոտ համընկնում է Տաշտունի սեյսմաակտիվ խզվածքի հետ, Դաստակերտ-Տաշտուն-Ագարակ գծով [15]:

### Հրաբուխների ժայթքումները – երկրաշարժերը

Հրաբխային ժայթքումները սովորաբար նախորդվում և ուղեկցվում են լոկալ սեյսմիկ ակտիվության ուժեղացմամբ, ինչը, հավանաբար, հետևանք է հրահալոցքի դեպի մակերես շարժման ընթացքում ընդերքում ճողվածքների առաջացմանը: Սակայն հրաբխային երկրաշարժերը սովորաբար շատ հզոր չեն լինում և նրանց մագնիտուդը շատ հազվադեպ է գերազանցում 5-ը [23]: Այս տիպի տարբեր ուժգնության երկրաշարժեր դիտարկվում են Երկրի տարբեր հրաբխային տարածաշրջաններում և այս կապը հաճախ օգտագործվում է հրաբուխների ժայթքման ժամանակը կանխատեսելու նպատակով [30]: 1441 թվականի Նենրուքի ժայթքումը ուղեկցվել է հրաբխային երկրաշարժով, որը Նենրուքից 25 կմ հեռավորության վրա գտնվող Խլաթ քաղաքում զգացվել է մոտ 4-5 բալլ ուժգնությամբ [3]: Նույն ուժգնությամբ հրաբխային երկրաշարժ կարող էր տեղի ունենալ նաև Զ.Ա. 782 – 773 թ. Փորակ (Բամ) հրաբուխի ժայթքման հետևանքով Սևանի լճի հարավ արևելյան ափին և անհիմն է նրա մագնիտուդը ընդունել 7.0 [38]:

Հզոր տեկտոնական երկրաշարժերի և հրաբուխների ժայթքումների միջև սովորաբար ոչ մի անմիջական կապ չկա: Մինչ այժմ, որպես բացառություն, նշվում է մեկ փաստ, որը արձանագրվել է Չիլիում: 1835 թ. փետրվարի 20-ին տեղի ունեցած հզոր երկրաշարժի ժամանակ, երբ ավերվեցին հարավային Չիլիի շատ քաղաքներ, դիտարկվել է նույն շրջանում գտնվող հրաբուխների ակտիվության ուժեղացում: Ինչպես վկայել է այդ երևույթի ականատես Չ.Դարվինը՝ «... այդ նույն ժամին, երբ ցամաքի մի նշանակալի մասը զգալի և անվերադարձ բարձրացավ, միաժամանակ հրաբուխների շղթան, որը տեղավորված է Անդերի Չիլիի մասում, ժայթքեց սև ծխի ամպեր, և ամբողջ հետագա տարվա ընթացքում շարունակվում էր նրանց անսովոր ակտիվությունը» [36]: 1960 թ.

մայիսի 22 - ին Չիլիի հարավում կրկին տեղի ունեցած շատ հզոր երկրաշարժը ուղեկցվեց հրաբխային ակտիվության ուժեղացմամբ: Սակայն այս անգամ հրաբուխների մեծ մասը, չնայած նրանց ժայթքումների մասին տարածված կարծիքի [35, 36], չգործեց և երկրաշարժի գլխավոր հարվածից երկու օր հետո միայն սկսվեց Պուեուե հրաբխի ժայթքումը, որը շարունակվեց մի քանի օր [35]:

Համաձայն պատմական վկայությունների [16, 17], վերը կատարված վերլուծության, Հայկական լեռնաշխարհի «Հրաբխաակտիվ գոտում» տեկտոնական հզոր երկրաշարժերը նույնպես ուղեկցվել են հրաբխային ժայթքումներով՝ Վայոցձորի 735 թ.-ի և Արարատի 1840 թ.-ի երկրաշարժերի ժամանակ: Ըստ Եփրեմ Եղեսացու, 341 թվականին Հայաստանում տեղի է ունեցել ահավոր երկրաշարժ, որի ժամանակ «հայկական լեռները նախ հեռացան իրարից, ապա մոտեցան իրար, սարսափելի ճայթքումով լեռների միջից դուրս ժայթքեցին կրակ ու ծուխ» [5, էջ 121]: Քանի որ, Հայկական լեռնաշխարհի բոլոր հայտնի ակտիվ հրաբուխները գտնվում են «Հրաբխաակտիվ գոտում», մեծ հավանականությամբ, երկրաշարժը ուղեկցող, այս հրաբխային ժայթքումը նույնպես տեղի է ունեցել նրա սահմաններում:

Այսպիսով, չնայած երկրաշարժերի և հրաբուխների միաժամանակյա գործունեության մասին տվյալները չափազանց քիչ են, չի կարելի խստաժխտել հրաբխային ժայթքման հնարավորությունը հզոր երկրաշարժի ազդեցության հետևանքով: Հրաբխի ակտիվությունը հզոր երկրաշարժ ծնող տեկտոնական շարժումների հետևանքով կարող է խթանվել երկու ճանապարհով՝

ա) Որպես սեյսմիկ հարված, բավականաչափ բարձր ջերմաճնշումային պայմաններում գտնվող, գազերով հագեցած հրահալոցք պարունակող, հրաբխային օջախին, ինչը կարող է հանգեցնել գազերի ու հրահալոցքի ելքի ուղիները խցանող զանգվածի արագ քայքայմանը, դուրս մղմանը և օջախի պարունակության արտավիժմանը: Այս պարագայում հրաբխային ժայթքումը միանշանակ տեղի է ունենում երկրաշարժի հետևանքով: Այդպիսին էին ըստ ականատեսների վկայության չիլիական հրաբուխների 1835 թ. ժայթքումները (Չ.Դարվին) և Արարատի 1840 թ. ժայթքումը (Էջմիածնի վանականներ):

բ) Տեկտոնական շարժումների հետևանքով թուլանում է օջախը ծածկող ապարների ամրությունը, ավելանում է ներօջախային ճնշումը, ինչի հետևանքով մեծանում է ժայթքման հնարավորությունը, որը կարող է տեղի ունենալ երկրաշարժից որոշ ժամանակ հետո: Այս պարագայում շատ դժվար է գատորոշել հրաբուխի ժայթքման ու երկրաշարժի ժամանակաշրջանների պատահական համընկնման և ժայթքման սեյսմիկ խթանման դեպքերը [35]:

Բացառված չէ, որ եթե Հայկական լեռնաշխարհի «Հրաբխաակտիվ գոտում» գտնվող հրաբ-

Աղյուսակ 1

Հայկական լեռնաշխարհի ակտիվ հրաբուխների ժայթքումների կատալոգ

The catalogue of eruptions of active volcanoes of the Armenian Highland

h/h n/n	Տարեթիվը Data	Հրաբուխ Volcano	Կոորդինատներ Coordinates		Բարձր, մ Height, m	Պատմ. ժայթք. ընդմիջումը, տարի Interval of hist. eruptions, years	Զոհերի թիվը Victims	Գրականություն Sources
			λ	φ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Ք.Ա. III-II հազ.	Սեչինգիլի հրաբուխներ Sevtingils volcanoes	39°45'	46°00'	3050 - 3200			[33]
2.	Ք.Ա. III-II հազ.	Արարատ Ararat	39°43'	44°20'	5165			[28]
3.	Ք.Ա. 782-773	Փորակ Porak	40°02'	45°45'	3046			[6, 32]
4.	Ք.Ա. 742-739	Փորակ Porak	40°02'	45°45'	3046		Կան զոհեր Victims	[6, 32]
5.	~1	Արմաղան Armaghan	40°04'	45°13'	2829			[34]
6.	341	(Հայոց լեռներ) (Armenian mountines)	-	-	-	-		[5]
7.	735 07.	Վայոցսար Vayocsar	39°48'	45°30'	2586	394	Մի քանի հազար Some thousand	[16]
8.	1111 01-02.	Ստորջրյա (Վանա I.) Submarine (I. Van)	38°43'	42°30'	-	218		[11, 12]
9.	1441	Նեմրուր Nemrut	39°43'	44°20'	3050	330		[3, 18]
10.	Միջին դարեր Middle centuries	Սիփան Sipan	39°43'	44°20'	4434			[18]
11.	1650 11.07	Ստորջրյա (Վանա I.) Submarine (I. Van)	38°43'	42°30'	-	208		[4]
12.	1785 01.14	Արարատ Ararat	39°43'	44°20'	5165	135		[17]
13.	1785 03.05	Արարատ Ararat	39°43'	44°20'	5165			[17]
14.	1840 07.02	Արարատ Ararat	39°43'	44°20'	5165	55	Մոտ 1300 About 1300	[14, 17]

խային օջախում լինեն համապատասխան ջերմաճնշումային պայմաններ, ապա այդ օջախը հրահալոցքով սնող, մեծ ներուժ ունեցող սեյսմակտիվ խզվածքով տեկտոնական կտրուկ շարժման արդյունքում կարող է տեղի ունենալ ոչ միայն հզոր երկրաշարժ, այլև հրաբխային ժայթքում, ինչը կծանրացնի բնական աղետի հետևանքները:

### Ամփոփում

Հայկական լեռնաշխարհի հրաբուխների ժայթքումներին վերաբերվող պատմական տեղեկությունները ի մի են բերված Հայկական լեռնաշխարհի հրաբուխների ժայթքումների կատալոգում (Աղյուսակ 1): Այն ներառում է իր մեջ վերջին 5000 տարիներին Հայկական լեռնաշխարհում տեղի ունեցած հրաբխային ժայթքումների մասին տվյալները: Առավել վստահ են թվագրված, մոտ 2800 տարի ընդգրկող, պատմական ժամանակաշրջանի դեպքերը: Հրաբուխների ակտիվության մասին համեմատաբար ներկայացուցչական տվյալները վերաբերվում են վերջին 1700 տարվա ժամանակահատվածին, որոնց հիման վրա կարելի մոտավոր գնահատել Հայկական լեռնաշխարհում հրաբխային ժայթքումների միջև եղած հանգստի ժամանակը: Այն միջինում կազմում է մոտ 250 տարի:

Հայկական լեռնաշխարհի «Հրաբխաակտիվ գոտում», Նեմրուքից Փորակ ընկած միջակայքում, որը կորագծով կազմում է մոտ 360 կմ, ըստ հստակ թվագրված պատմական վկայությունների ժայթքել են 7 հրաբուխ՝ Փորակը, Վայոցսարը, Արարատը, Սիփանը, Նեմրուքը, ինչպես նաև երկու ստորջրյա հարբուխ Վանա լճում: Այսինքն ակտիվ հրաբուխների շարքի խտությունը Հայկական լեռնաշխարհում կազմում է 1:50, ինչը մեկ կարգով ավելին է, քան ընդունված էր մինչ օրս Կովկաս-Հայկական լեռնաշխարհ-Էլբուրս տարածաշրջանի համար – 1:500 [29]: Ըստ այդմ, պատմական հրաբուխների շարքի խտությունը Հայկական լեռնաշխարհում համեմատական է պատմական հրաբուխների շարքի խտությանը Իտալական աղեղում (հարավային մաս՝ Ռեկկամանֆինա - Էտնա) – 1:50 (360 կմ տարածության վրա 7 հրաբուխ [22]), և ավելի քան երկու անգամ մեծ է, քան Հունական աղեղում (Կամենո Վոունո – Նիսիրոս) – 1:110 (440 կմ տարածության վրա 4 հրաբուխ [22]):

Իհարկե, «Հայկական աղեղը» կազմող հրաբուխների ժայթքումների հաճախականությունը անհամամատ ցածր է քան Իտալական և Հունական աղեղների այնպիսի հրաբուխներինը ինչպիսին են՝ Էտնան, Ստրոմբոլին, Վուկանոն, Վեզուվը, կամ Սանտորինը: Սակայն ամբողջ պատմական ժամանակաշրջանում այստեղ նույնպես պարբերաբար տեղի են ունեցել հրաբխային ժայթքումներ աղետալի հետևանքներով:

Այսպիսով, կարող ենք եզրակացնել՝

1. Հայկական լեռնաշխարհը, ներառյալ Հայաստանի տարածքը, ակտիվ հրաբխականության շրջան է, ուր պատմական ժամանակաշրջանում բազմիցս տեղի են ունեցել հրաբխային ժայթքումներ:

2. Հայկական լեռնաշխարհում պատմական ժամանակաշրջանում ակտիվություն են ցուցաբերել Փորակ, Վայոցսար, Արարատ, Թոնդրակ, Սի-

փան, Նեմրուք, Վանա լճի հատակին գտնվող ստորջրյա հրաբուխները, ինչպես նաև հրաբխային ժայթքում է տեղի ունեցել «հայկական լեռներում» 341 թվականին:

3. Հայկական լեռնաշխարհի տարածքում հայտնի բոլոր գերտաք (>50°C) աղբյուրները՝ Վարշակի, Վայոցձորի և Վայկունիքի ջերմուկները, հավանաբար առնչվում են համապատասխանաբար Թոնդրակ, Վայոցսար և Փորակ ակտիվ հրաբուխներին:

4. Հայկական լեռնաշխարհի, պատմական աղբյուրներում հիշատակված, բոլոր ակտիվ հրաբուխները և գերտաք (t>50°C) աղբյուրները, գտնվում են մոտ 35-40 կմ լայնությամբ և Նեմրուք – Արարատ – Փորակ – Սևչինգիլ ուղղությամբ, ավելի քան 400 կմ, ձգվող աղեղանման տարածքի սահմաններում, որը, ելնելով նրա ձևից, կարելի է կոչել Հայկական լեռնաշխարհի «Հրաբխաակտիվ գոտի»:

5. Ակտիվ հրաբուխները և գերտաք աղբյուրները առնչվում են «Հրաբխաակտիվ գոտու» և հզոր ներուժ (M≥7.0) ունեցող սեյսմաակտիվ խզվածքների հատման շրջաններին:

Աշխատանքը կատարված է, Հայաստանի Հանրապետության պետբյուրոյից ֆինանսավորվող, 98-167 թեմայի շրջանակներում:

### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Երեմյան Ս.Տ. Ուրարտու պետությունը (քարտեզ): Երևան, ԵՊՀ, 1981:
2. Թումանյան Բ.Ե. Հայ աստղագիտության պատմություն, հ.1, Երևան. «Միտք», 1964, 413 էջ:
3. ԺԵ դարերի հայ ձեռագրերի հիշատակարաններ, հ.1: Երևան. ՀՄՍՀ ԳԱ, 1955: 819 էջ
4. ԺԵ դարերի հայ ձեռագրերի հիշատակարաններ, հ.3: Երևան. ՀՄՍՀ ԳԱ, 1984: 1116 էջ
5. Լեռ Հայոց պատմություն, հ. 1: Երևան. Հայաստան, 1966, 568 էջ
6. Կարագեոզեան Յ. Սեպագիր տեղանուններ, հ.1: Երևան. «Մագաղաթ», 1998: 393 էջ
7. Հակոբյան Թ. Խ. Հայաստանի պատմական աշխարհագրություն: Երևան. «Միտք», 1968: 509 էջ:
8. Հակոբյան Թ.Խ., Մելիք-Ստեփանյան Ս.Տ., Բարսեղյան Հ.Խ. Հայաստանի և հարակից շրջանների տեղանունների բացատրական բառարան, հ.1: Երևան. ԵՊՀ, 1986: 991 էջ
9. Հայ ժողովրդի պատմության քրեստամատիա, հ.1: Երևան. ԵՊՀ, 1981: 944 էջ
10. Հայկական հանրագիտարան, հ.6: Երևան. ՀՄՍՀ ԳԱ, 1980: 719 էջ
11. Մատթեոս Ուռեայեցի ժամանակագրություն: Երևան. ԵՊՀ, 1991: 540 էջ
12. Մխիթար Այրիվանեցի Պատմութիւն Հայոց: Մոսկվա. Էմինի հրատ., 1860, 69 էջ:
13. Մովսես Կաղանկատվացի Պատմություն Աղվանից աշխարհի: Երևան. «Հայաստան», 1969: 320 էջ:
14. Ստեփանյան Վ.Ա. Երկրաշարժերը Հայկական լեռնաշխարհում և նրա մերձակայքում: Երևան. «Հայաստան», 1964: 247 էջ:
15. Սարգսյան Հ.Հ. Հայկական ՍՍՀ ռեգիոնալ երկրատեկտոնիկա: Երևան. ԵՊՀ հրատ., 1989, 276 էջ
16. Ստեփանոս Օրբելյան Սյունիքի պատմություն: Երևան. «Սովետ. գրող», 1985: 616 էջ:
17. Վազներ Մ. Ճանապարհորդութիւն ի Հայաստան: Վիեննա, Մխիթարյան, 1851: 232 էջ:
18. Օտար աղբյուրները Հայաստանի և հայերի մասին, հ.4: Երևան. ՀՄՍՀ ԳԱ, 1967: 346 էջ:

19. Арутюнян Р.А. Исторический вулканизм Армянского нагорья. — В кн.: Сб. докл. конф. посвящ. 50-летию А.Бабаджяна (12-14 окт. 1999 г.). Гюмри: Гитупон, 1999, с.36-46.
20. Арутюнян Н.В. Топономика Урарту. Ереван: АН Арм. ССР, 1985. 308 с.
21. Барабанов Л.Н. Термальные воды Малого Кавказа. Москва: АН СССР, 1961. 81 с.
22. Гущенко И.И. Извержения вулканов мира. Москва: Наука, 1979. 475 с.
23. Зобин В.М. Динамика очага вулканических землетрясений. Москва: Наука, 1979. 92 с.
24. Жидков М.П., Макаренко А.Г., Ранцман Е.Я. Биченагская сейсмогенная структура в Зангезурском хребте (Малый Кавказ). Геоморфология, 1987, №3, с.44-48.
25. Карапетян К.И. Вулкан Далик. Изв. АН Арм. ССР, сер. Науки о Земле, 1959, т.ХII, №4, с.23-37.
26. Карапетян К.И. Вулкан Сибатасар. Изв. АН Арм. ССР, сер. Науки о Земле, 1960, т.ХIII, №3-4, с.33-45.
27. Караханян А. С. Активные разломы и сильные землетрясения Анатолийско — Малокавказского орогена. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. док. геол.-мин. наук, Москва: ИФЗ РАН, 1995. 21 с.
28. Куфтин Б.А. Урартский колумбарий у подошвы Арарата и Кура-Араксинский энеолит. Тбилиси: Вестник Гос.Музея Грузии, т.13в, 1945, с.73-127.
29. Лучицкий И.В. Основы палеовулканологии. т.1. Москва: Наука, 1971. 480 с.
30. Макдональд Г. Вулканы. Москва: Мир, 1975. 431 с.
31. Мархинин Е.К. Вулканизм. Москва: Недра, 1985. 288 с.
32. Меликишвили Г.А. Урартские клинообразные надписи. Москва: Изд.АН СССР. 1960. 504 с.
33. Мкртчян К.А., Трифонов В.Г., Флоренский П.В. "Картинная галерея" каменного века. — Природа, 1969, №3, с. 78-79.
34. Саядян Ю.В. Природная среда и человек в бассейне озера Севан в среднем и позднем голоцене. Известия Русского географического общества, 1999, т.131, вып. 4, с.55-66.
35. Тазиев Г. Когда земля дрожит. Москва: Мир, 1968. 251 с.
36. Ферхуген Дж., Тернер Ф., Вейс А., Вархафтиг К., Файор У. Земля, т.1. Москва: Мир, 1974. 847 с.
37. Ширинян К.Г., Карапетян К.И., Карапетян С.Г., Харазян Э. Каталог верхнеплиоцен — четвертичных вулканов Армянской ССР, т.2,3. — Ереван: Фонды ИГН НАН Армении, 1978, (рукопись) 584 с.
38. Karakhanian A.S., Djrbashian R.T., Trifonov V.G., Philip H., Ritz J.F. Active faults and strong earthquakes of the Armenian Upland. — In book: Historical and Prehistorical Earthquakes in the Caucasus. Dordrecht: Kluwer Academic publishers 1997, p.181 — 187.

## ОБ АКТИВНОМ ВУЛКАНИЗМЕ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

Р. А. Арутюнян

Резюме

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что территория Армянского нагорья является регионом активного вулканизма, где в течение последних 2800 лет проявляли активность вулканы Порак, Вайоцсар, Арарат, Тондрак, Сипан, Немрут, а также подводные вулканы в озере Ван. Все ныне известные активные вулканы и гипертермальные ( $t > 50^{\circ}\text{C}$ ) источники нагорья находятся в пределах дугообразной области шириной 35-40 км, протягивающейся в направлении Немрут-Арарат-Порак-Севчингил более 400 км, которую можно назвать "Вулканоактивным поясом" Армянского нагорья. Активные вулканы и гипертермальные источники приурочены к районам пересечения "Вулканоактивного пояса" высокопотенциальными ( $M \geq 7.0$ ) активными разломами.

## ABOUT ACTIVE VOLCANISM OF ARMENIAN HIGHLAND

R. A. Haroutiunian

Abstract

Until recently, the Armenian Highland has been considered an area of extinct volcanoes. Our studies demonstrate that the area of the Armenian Highland, including Armenia, is the region of active volcanism, where eruptions of Porak, Vayocsar, Ararat, Sipan, Nemrout volcanoes and submarine volcanoes on the bottom of Lake Van took place over the period of last 2800 years. All nowadays known active volcanoes and hyperthermal ( $>50^{\circ}\text{C}$ ) springs of Highland are in limits of the arched area of width 35-40 km, stretching out in the direction Nemrut-Ararat-Porak-Sevchingil more than 400 km, and which it is possible to name as the Belt of Active Volcanoes of Armenian Highland.

## О ЛЕЙКОКРАТОВЫХ ГРАНИТАХ ЦАХКУНЯЦКОГО АНТИКЛИНОРИЯ АРМЕНИИ

© 2001 г. В. А. Агамалян, Ш. В. Хачатрян

Институт геологических наук НАН РА  
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республики Армения  
E-mail: hrshah@sci.am  
Поступила в редакцию 17.02.1999 г.

В статье приводится сводка по вещественному составу лейкократовых гранитов Цахкуняцкого антиклинория, как второй фазы неокомского тоналитового комплекса ввиду определенной пространственной связи с золотым оруденением.

Термин "лейкократовые граниты" для пород Цахкуняцкого антиклинория впервые был предложен В.Н. Котляром [6]. Под этим термином при петрографическом описании ошибочно были объединены все светлоокрашенные гранитоиды – плагиограниты (плагиоклазовые граниты по автору), биотитовые и амфибол-биотитовые граниты и микроклиновые граниты. Однако на геологической карте плагиограниты справедливо были изображены отдельным условным знаком как древние ("палеозойские"), но микроклиновые граниты были объединены с монцонитами палеогена и тоналитами неокома под единым знаком, т.е. автор не разделял неокомские интрузии от палеогеновых. Из-за факта прорывания Агверанского интрузива небольшим штоком лейкократовых гранитов он долгое время считался палеозойским. Гранитогнейсы Лусагюхского массива 15 км полосы Варденис-Чкнах-Лусагюх-Меликгюх-Ортачи, выделенные затем В.А. Агамаляном [1,2], не были идентифицированы, очевидно считая их разновидностью сланцев. Лейкократовые граниты в качестве 2-ой фазы неокомского интрузивного комплекса впервые были выделены при формационной типизации альпийского магматизма Армении [7]. Лейкократовые граниты Агверанского интрузива были показаны на геологической карте в работе [1], а для Гехаротского интрузива под названиями "гранит-аплит" и "гранит-порфир" были охарактеризованы Р.А. Хоренян [10], неокомские интрузивы были отнесены Р.Л. Мелконяном и Р.А. Хоренян к тоналитовой формации [8]. Петрографические и минералогические исследования неокомской тоналитовой формации Цахкуняца были выполнены З.О. Чибухчяном [11].

Лейкократовые граниты в зоне Лусагюхского (Каранлугского) разлома инъецированы в близкие к ним по составу докембрийские гранитогнейсы всякого бока разлома и в нижнебайосские шаровые спилитовые лавы Апаранской серии в лежащем боку разлома [2]. По лейкократовым гранитам у нас имеются радиологические определения возраста по К/Аг методу:  $127.5 \pm 0.8$ ,  $127 \pm 3.0$ ,  $123 \pm 3.0$  млн. лет по образцам 5059, 5079, 5084 [2]. Если не разделять друг от друга докембрийские гранитогнейсы и многочисленные послонные и жилообразные внедрения неокомских лейкократовых гранитов, то создается неверное впечатление о прорывании ме-

зозойских вулканитов Апаранской серии гранитогнейсами. По этой причине возникло мнение у Белова А.А. и Соколова С.Д. [5] о внедрении магмы гранитогнейсов в тектоническую зону Лусагюхского разлома, когда движения по ней еще продолжались.

Получалось, что либо гранитогнейсы моложе Апаранской серии [5], и в пределах кристаллического фундамента существуют две разновозрастные, но идентичные гранитогнейсовые массивы, либо Апаранская серия тоже докембрийская, что резко противоречит геологическим данным. Третья точка зрения о палеозойском возрасте гранитогнейсов Лусагюхского массива была основана на получении эрохроны в  $371 \pm 13$  млн. лет [4] по смешанной выборке образцов из докембрийских гранитогнейсов и неокомских лейкократовых гранитов без их разделения, что дало цифру, промежуточную между ними. Все указанные неопределенности были обусловлены отсутствием представления о наличии неокомских лейкократовых гранитов, перемешанных с гранитогнейсами в зоне Лусагюхского разлома.

Для поисково-разведочных работ на Мирак-Тухманукском проявлении золота В.А. Агамаляном в 1985г. была составлена геолого-петрографическая карта западного склона Цахкуняцкого хребта в М. 1:10.000 [2]. На этой карте был отрисован Лусагюхский массив гранитогнейсов в виде полосы в 15 км от с. Варденис через селения Чкнах, Лусагюх, гора Дамрик, с. Меликгюх до северной окраины с. Ортачи (Курибугаз). В зоне Лусагюхского разлома в поле развития гранитогнейсов с одной стороны и шаровых спилитов Апаранской серии с другой были подробно отрисованы многочисленные внедрения неокомских лейкократовых гранитов. На различие по химизму между лейкократовыми гранитами и гранитогнейсами среди "гранитоидов Цахкуняцкого антиклинория" указывал также З.О. Чибухчян в совместной работе [4], хотя в последующей работе [11] ту же таблицу химанализов представил уже как "составы пород гранитогнейсовой формации". Фактически Лусагюхский массив гранитогнейсов ошибочно был представлен как состоящий только из лейкократовых гранитов, тогда как исследования [3] показывают, что он сложен низкощелочными гранитами так же, как и Ежнийский массив.

Цель настоящей статьи заключается в вы-

Количественно-минеральный состав лейкократовых гранитов

п/п	Кв	Пл	Кшп	Бт	Руд	Акц	Источ
1	42.9	10.3	41.9	3.5	1.0	1.3	[10]
2	29.2	16.6	47.8	3.2	1.2	2.0	---
3	39.0	37.3	18.5	3.2	2.0	-	---
4	32.8	24.2	42.5	2.0	0.5	0.5	обр 3684
5	41.7	29.7	26.6	2.0	0.5	0.5	обр 3684а
6	38.0	30.0	28.7	2.0	0.7	0.6	обр 3677
7	29.1	27.6	32.6	7.8		2.9	[11]
8	30.6	39.8	23.6	4.9		1.1	---

Химический состав лейкократовых гранитов (табл.2) является наиболее веским диагностическим критерием, поскольку поле лейкогранитов на диаграмме сумма щелочей-кремнезем имеет очень узкий ареал и четкие границы  $SiO_2 > 73$  и  $8 > Na_2O + K_2O > 7$  [12]. Как видно из табл.2 и рис.1, большинство составов удовлетворяют требованию по щелочам, однако по содержанию кремнезема часть оказывается в поле гранитов. Расчет мезонормы [15], представленный в

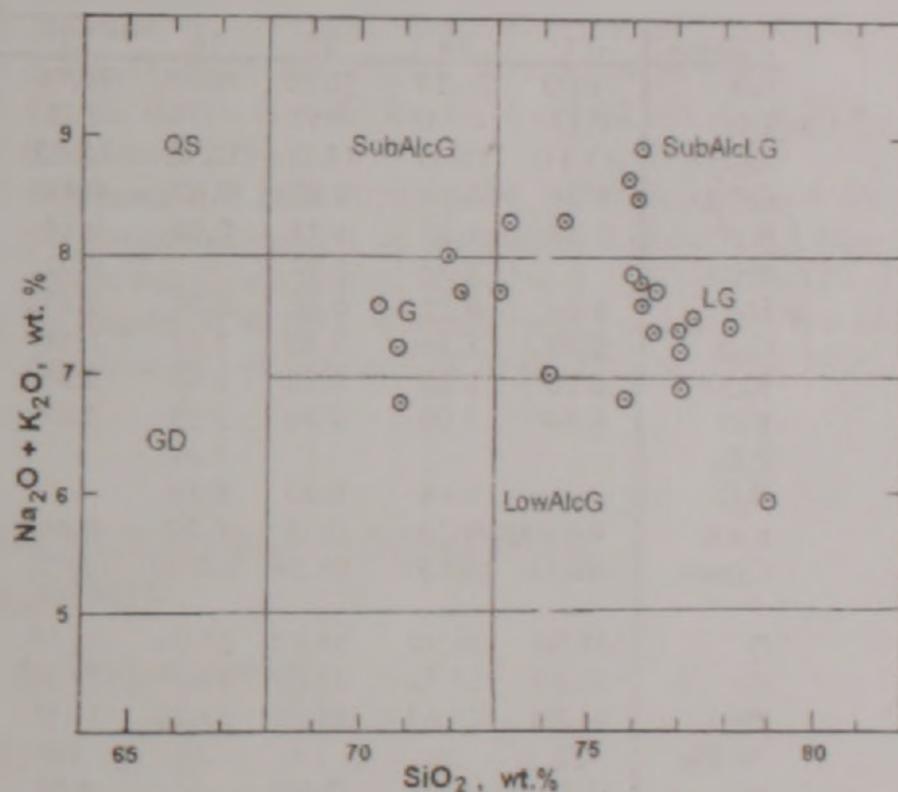


Рис 1 Классификационная диаграмма гранитов [12]. Обозначения полей составов: G — граниты; LG — лейкограниты; GD — гранодиориты; QS — кварцевого сиенита.

нижней части табл.2, показывает хорошее соответствие с модальным составом, приведенным в табл.1. На диаграмме АВ-АН-ОР (рис.2) составы занимают поле гранита. Проекция составов на известную экспериментальную гранитную систему (АВ-Q-OR-H<sub>2</sub>O) показывают на образование магмы в условиях низких давлений (М 0.5) и температур (700-750°C), что соответствует низкоплавкому гранитному дифференциату тоналитовой (андезитовой) магмы.

пунклом выделении и геолого-петрологической характеристике комплекса лейкократовых гранитов Цахкуняцкого антиклинория как второй фазы неокомского интрузивного комплекса. По мнению В.А. Агамалаяна, наблюдается пространственное тяготение золотого оруденения к полям развития лейкократовых гранитов, сопровождающееся общим покраснением вмещающих пород в результате калиевого метасоматоза.

Собственно лейкократовые граниты образуют небольшие штокообразные тела размером до 1.0 кв.км, а также более мелкие тела изометричной и жиллообразной, пластообразной формы, сущие преимущественно тоналиты и гранодиориты несома, а также развитые в породах докембрийского кристаллического комплекса и породах мезозойской Апаранской серии. Сравнительно крупный шток изометричной формы прорывает тоналиты Агверанского интрузива в ССВ части, в области перекрытия перлитами и риолитами миоцена. Второй небольшой шток 150 м в поперечнике и ряд пластообразных тел залегают в покрасневших кварцевых диоритах этого интрузива в 1,0 км к северу от с.Агверан. Довольно крупное тело округлой формы размером 0,7 км прорывает тоналиты и амфиболиты на южном контакте Анкаванского интрузива в 2,0 км к ЮВ от Дамрикского мраморного карьера. Ряд параллельных мощных жиллообразных тел меридионального простирания пересекает контакт Анкаванского интрузива и амфиболитов докембрия в 1,5 км к северу от вершины г. Дамрик. Ряд более мелких тел наблюдается по верхьям правого притока р.Мармарик, в 2-3 км к югу от с.Анкаван. Жилы красных гранитов, сопровождающиеся общим покраснением тоналитов, наблюдаются в проявлениях золота Эмин, Цахкуняц, Туджур к западу от с.Анкаван. На Мирак-Тухманукском проявлении небольшие штоки и жилы красных гранитов отмечаются на вершине г.Тухманук и в ущелье р.Гехуш и по водоразделу между ними. Красные жилы гранитов встречаются почти во всех горных выработках. В Миракском интрузиве лейкократовые граниты слагают сравнительно мощные жиллообразные тела СЗ простирания. О широком развитии лейкократовых гранитов в зоне Лусагюхского разлома было сказано выше. Укажем лишь, что наибольшее развитие они имеют на склоне к северу от бывш. с.Варденис, а также к востоку от с.Лусагюх, на седловине г.Дамрик и на г.Шогакат. Они выделяются своим мяскокрасным цветом от вмещающих желтовато-серых гранитогайсов. Последние, очевидно, принимались за гнейсы сланцевой толщи. В Гехаротском интрузиве лейкократовые граниты развиты как в периферии интрузива, так и в экзоконтактовых роговиках и скарнах. Видны по выемке шоссе на дороге после перевала. Дают переходы как в мелкозернистые аплитовидные жилы, так и порфириовидные биотитовые граниты и сравнительно крупнозернистые слабо пегматоидные аляскиты. Количественно-минеральный состав лейкократовых гранитов приводится в табл.1.

Таблица 2

Химические и нормативные (мезонорма) составы лейкократовых гранитов  
Цахкуняцкого антиклинория

№№/nn	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	70.39	70.84	70.86	71.87	72.17	73.03	73.25	74.18	74.49	75.80	75.94	75.98
TiO <sub>2</sub>	0.15	0.29	0.30	0.24	0.23	0.16	0.14	0.09	0.08	0.23	—	0.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.39	14.35	14.88	14.04	14.75	13.76	13.30	14.28	14.83	12.55	11.72	13.73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	1.52	0.19	0.62	1.12	1.05	1.54	0.49	1.94	0.51	0.54
FeO	3.68	3.68	1.44	2.64	1.42	1.59	1.30	0.28	0.43	1.30	0.55	0.21
MnO	0.03	0.03	0.03	0.08	0.02	0.02	0.06	0.01	0.01	0.02	—	—
MgO	0.58	1.05	0.58	0.99	0.68	0.64	0.93	0.62	0.77	0.58	0.08	0.13
CaO	2.80	2.52	3.80	2.20	1.56	1.76	1.40	1.75	1.20	0.84	1.57	0.72
Na <sub>2</sub> O	3.68	3.21	3.75	4.00	3.80	4.40	4.67	3.20	2.80	3.00	2.75	3.10
K <sub>2</sub> O	3.90	4.02	3.00	4.00	3.90	3.30	3.63	3.80	5.50	3.80	5.90	4.74
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	0.23	—	—	0.09	—	0.26	0.09	—	0.04	0.04	—
H <sub>2</sub> O	0.20	0.05	—	—	0.16	0.06	0.09	0.13	0.08	—	0.49	0.12
n.n.n.	0.32	0.58	0.98	0.48	1.21	0.14	0.70	0.74	—	0.72	0.60	0.58
Сумма	100.12	100.85	100.16	100.25	99.24	99.78	100.78	100.71	100.60	100.82	99.06	99.96
Мезонорма												
Q	26.47	32.99	26.82	26.99	32.68	30.82	29.46	37.56	34.92	42.02	31.08	40.69
Or	20.29	12.64	20.50	21.02	17.79	17.47	18.87	15.77	27.79	15.13	35.25	25.44
Plg	39.70	38.60	42.67	40.00	39.34	44.57	43.38	35.19	26.67	29.31	29.39	29.82
№ Plg	21	28	26	15	18	16	9	23	20	13	21	12
Bi	4.51	12.61	—	4.48	5.25	3.31	3.92	2.89	3.23	3.21	—	1.02
Ms	0.00	2.38	—	—	2.90	—	0.00	6.75	3.66	7.21	—	7.66
Hb	8.89	0.00	7.57	7.71	—	2.30	2.11	0.00	—	0.00	2.89	0.00
TiMt	0.14	0.28	2.48	0.51	1.12	2.12	1.65	1.63	0.79	3.03	0.74	0.64
Ap	0.00	0.51	0.00	0.21	0.00	0.00	0.61	0.21	0.00	0.09	0.09	0.00

№№/nn	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SiO <sub>2</sub>	76.09	76.13	76.20	76.20	76.46	76.50	77.00	77.01	77.05	77.32	78.13	79.00
TiO <sub>2</sub>	0.11	0.11	0.13	—	0.16	0.04	0.13	0.16	0.19	0.01	—	0.06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.11	13.61	12.20	11.72	13.63	12.86	12.80	13.55	13.34	12.74	12.49	12.20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.81	0.89	0.05	0.63	0.81	0.49	0.90	0.28	0.40	0.67	1.09	0.20
FeO	0.57	0.28	1.12	0.66	0.14	1.07	0.56	0.71	0.29	0.48	0.71	0.84
MnO	—	0.02	0.04	—	0.01	0.02	0.04	0.01	—	0.01	0.01	0.03
MgO	0.36	0.35	0.60	0.04	0.45	—	0.45	0.10	0.09	0.14	—	0.20
CaO	0.98	1.20	1.60	2.24	1.48	1.05	1.16	0.91	0.52	1.25	0.63	1.50
Na <sub>2</sub> O	2.00	2.80	2.70	2.95	3.50	2.40	2.50	4.00	3.20	2.50	3.40	3.20
K <sub>2</sub> O	6.50	5.00	4.90	5.95	3.87	5.30	4.90	3.20	3.70	5.00	4.00	2.75
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	0.01	—	0.25	—	0.11	—	—	0.18	0.02
H <sub>2</sub> O	—	0.08	0.05	0.10	—	0.02	0.05	—	0.13	—	—	0.10
n.n.n.	0.16	0.34	0.10	0.20	0.48	0.21	0.20	0.78	0.63	0.28	0.13	0.50
Сумма	100.53	100.39	99.54	100.40	100.51	100.21	100.44	100.82	100.54	100.12	100.77	100.60
Мезонорма												
Q	37.00	38.12	38.00	25.06	38.19	43.43	41.39	42.16	39.80	41.33	42.16	46.59
Or	36.00	26.53	27.69	30.30	21.32	11.01	25.01	18.08	12.50	27.84	18.08	11.57
Plg	21.80	29.67	28.32	33.20	36.99	23.90	26.93	37.67	29.68	27.30	30.75	34.41
№ Plg	22	20	19	26	20	12	21	10	09	13	06	21
Bi	1.80	1.99	2.02	—	2.01	2.09	2.10	1.86	0.70	0.94	0.54	2.58
Ms	1.77	2.47	—	—	1.71	6.54	2.22	7.35	14.42	1.65	6.47	4.45
Hb	—	—	3.99	10.24	—	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiMt	1.27	0.93	0.19	1.18	0.96	0.75	1.43	0.56	0.76	0.98	1.58	0.35
Ap	—	—	—	0.02	0.00	0.59	0.00	0.26	0.00	0.00	0.42	0.05

Опись анализов: 1-обр 3677, гранит розовый, жила в роговиках экзоконтакта Гехаротского интрузива в 1,5 км к СЗ от Спитакского перевала; 2-обр. 3664а, гранит-порфир с микрогранитной основной массой, жила в тоналитах Гехаротского интрузива; 3-гранит аглитовидный, обр 418, ЮЗ эндоконтакт Гехаротского интрузива [9]; 4-гранит порфириформный, обр 411, ЮЗ эндоконтакт Гехаротского интрузива [9]; 5-гранит жильный, N4, Миракский интрузив [10]; 6-гранит аглитовидный, обр.131, зап. эндоконтакт Агверанского интрузива [9]; 7-обр 2532, лейкогранит порфириформный, гранофировый, жила в 0,6 км к ЮЮВ от верш г.Шогакат; 8-обр.5007, лейкогранит аглитовидный, жила в тоналитах Миракского интрузива; 9- лейкогранит аглитовидный, обр 84, СВ эндоконтакт Гехаротского интрузива [9]; 10-лейкогранит, N1, Варденисский выход [10]; 11-лейкогранит аглитовидный, обр.380а, вост. эндоконтакт Гехаротского интрузива [9]; 12-лейкогранит, обр.75с, шток, секущий Агверанский интрузив у г.Шиштапа [8]; 13-лейкогранит пегматоидный, обр.87, в 2(м) км к СВ от развилки дорог [9]; 14-лейкогранит аглитовидный, пр.1, СВ эндоконтакт Гехаротского интрузива [9]; 15-аплит, N12', Такарлинский массив [10]; 16-лейкогранит аглитовидный, обр.383, вост. эндоконтакт Гехаротского интрузива [9]; 17-лейкогранит-порфир, обр.157, зап. эндок. Агверанского интрузива [9]; 18-лейкогранит, 2,5 км СВ с Лусагюх [10]; 19-лейкогранит жильный, N4', Миракский интрузив [10]; 20-лейкократовый гранит, N8, район с.Анкаван [10]; 21-обр.1331, лейкократовый гранит микроклиновый, штокообразное тело, секущее тоналиты Агверанского интрузива, 4,3 км ВСВ с Агверан; 22-лейкогранит-порфир, обр.32, ЮВ контакт Гехаротского интрузива [9]; 23-лейкократовый гранит аглитовидный, N7, 2,5 км СВ с Лусагюх [10]; 24-лейкократовый гранит, N1', Варденисский выход [10].

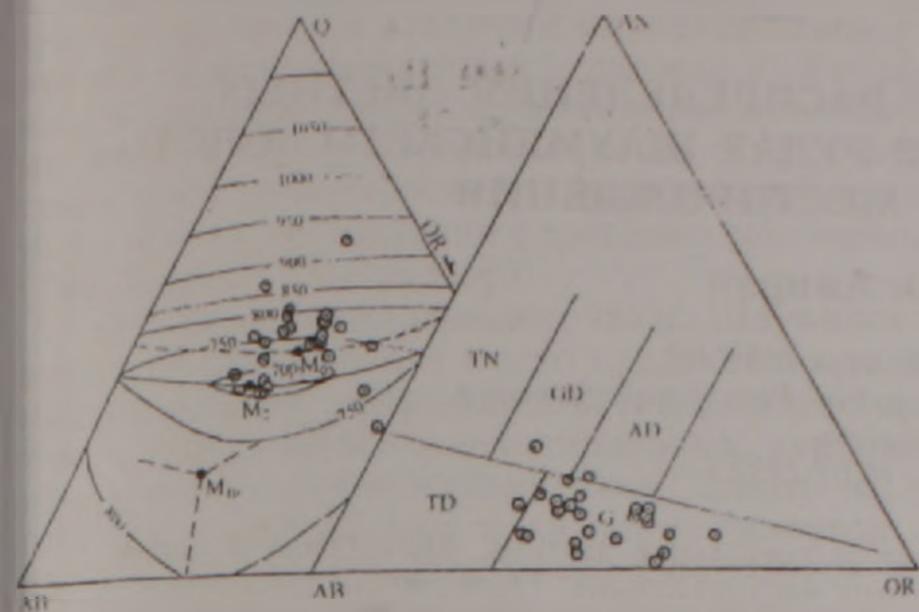


Рис 2. Составы лейкогранитов на трехкомпонентных диаграммах гранитоидов [13,16].

Работа выполнена в рамках тем 96-117 и 96-127, финансируемых из госбюджета Республики Армения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Агамалян В.А. Стратиграфия докембрия Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле. 1983. т. XXXVI, №4, с.26-39.
2. Агамалян В.А. Мезозойский аккреционный комплекс (Апаранская серия) Цахкуняцкого хребта Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле. 1987, т. XL, №2, 1987. с.13-24.
3. Агамалян В.А. Докембрийская гранитоидная формация Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2000, т. LIII, №2, с. 44-54.
4. Багдасарян Г.П., Гукасян Р.Х., Чибухчян З.О. К

вопросу возрастного расчленения древних магматических образований Апаран-Анкаванского кристаллического массива. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. XXXVII, 1984, №5, с.10-24.

5. Белов А.А., Соколов С.Д. Реликты мезозойской океанической коры среди кристаллических комплексов Мисханского массива Армении. "Советская геология", 1973. №3, с.26-42.
6. Котляр В.Н. Памбак. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1958, 228 с.
7. Джрбашян Р.Т., Меликсетян Б.М., Мелконян Р.Л. О магматических формациях альпийского тектономагматического цикла (Армянская ССР). Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1967, т. XX, №4, с.15-31.
8. Мелконян Р.Л. Хоренян Р.А. Тоналитовая формация. В кн.: Магматические и метаморфические формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР. 1981, с.97-107.
9. Паффенгольц К.Н. Геология Армении. М.-Л.: Изд. Мин. Геол., 1948, 895 с.
10. Хоренян Р.А. Мезозойский магматизм Цахкуняцкого хребта, Деп. ВИНТИ №4713-82, 1982, 142с.
11. Чибухчян З.О. Интрузивные комплексы Арзаканского кристаллического массива. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1985, 184с.
12. Магматические горные породы. Классификация, ном., петрограф., часть 2, М: Наука, 1983, 767 с.
13. Bowen N.L., Tuttle O.F. The system  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{KAlSi}_3\text{O}_8 - \text{H}_2\text{O}$ . J.Geol., 58, 1950, p.489-511.
14. Clarke Daryl, Newpet for DOS. Mem. Univ. of Newfoundland, 1994.
15. Kosinowski M.H.F. MSONRM, a Fortran program for the improved version of mesonorm calculation. Computers and Geosciences, vol.8, No.1, 1982, p.111-120.
16. Le Maitre R.W.(ed). A classification of igneous Rocks and Glossary of Terms, Blackwell, Oxford, 1989, 193p.

## ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԾԱՂԿՈՒՆՅԱՅ ԱՆՏԻԿԼԻՆՈՐԻՈՒՄԻ ԼԵՅԿՈՎՐԱՏ ՓՐԱՆԻՏՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Վ. Ա. Աղամալյան, Շ. Վ. Խաչատրյան

Ամփոփում

Հուլիվածում շարադրված են Մաղկունյաց գանգվածում տարածված լեյկոկրատ գրանիտների նյութական առանձնահատկությունները և հասակի հարցերը որպես ստորին կավճի հասակի տոնալիտային երկրորդ ֆազա, որոնց ելքերը որոշակի հակում են դրսևորում դեպի ոսկու հրեակումները:

## ABOUT LEUCOCRATIC GRANITES OF THE TSAKHKOUNIATS ANTICLINORIUM OF ARMENIA

V. A. Aghamalian and Sh. V. Khachatryan

Abstract

The article presents a summary of the material composition of the leucocratic granites in the Tsakhkouniats anticlinorium as the second stage of the Neocomian tonalitic complex in view of certain spatial relationship with gold mineralization.

## ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ И ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЦВЕТНЫХ, БЛАГОРОДНЫХ И РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В РУДАХ ШАУМЯНСКОГО ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

© 2001 г. Ш. О. Амирян

Институт геологических наук НАН РА  
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения,  
E-mail: hrshah@sci.am  
Поступила в редакцию 16 07 1999 г.

В статье рассматриваются формы нахождения, характер распределения цветных, благородных и редких элементов в рудах Шаумянского золото-полиметаллического месторождения. Определены парагенезисы минералов, их взаимоотношения и минералого-геохимические особенности. Установлен характер распределения цветных, благородных и редких элементов по рудным жилам, их горизонтам. Часть рудообразующих элементов представлена собственными минералами, другая часть – в виде изоморфной примеси.

Шаумянское золото-полиметаллическое месторождение находится в Капанском рудном поле. В геологическом строении месторождения участвуют туфоосадочные и вулканогенные породы средней-верхней юры. Наиболее широким распространением пользуются андезито-базальты, андезито-дациты, андезиты, лаво- и туфобрекчии. Золото-сульфидное оруденение приурочено, в основном, к андезито-дацитовым кварцевым порфирирам, считающимся субвулканическими образованиями. Из жильных пород развиты андезитовые порфириды, кварцевые андезито-дациты, диабазовые, кварцевые, андезито-дацитовые порфиры, которые обычно играют рудоконтролирующую роль [3].

В структурном отношении оруденение приурочено к северо-восточному пологому крылу Капанской брахиантиклинальной складки, осложненной многочисленными разрывными нарушениями. Сопряженные с этими нарушениями более мелкие трещины скола и отрыва размещают золото-сульфидное оруденение. Участок оруденения с запада ограничивается Барабатум-Халаджским сбросом, а с востока – Тежадинским разломом.

По морфологическим особенностям рудных тел и характеру оруденения месторождение относится к жильным. Однако, наряду с жилами подчиненное значение имеет также прожилково-вкрапленный тип, представленный зонами маломощных сближенных жил и прожилков с вкрапленной пирит-халькопиритовой и полиметаллической минерализацией вдоль главных рудных жил и участков штокверковой минерализации висячем боку крупных разрывных нарушений. Основная масса ценных компонентов связана с кварц-сульфидными жилами, число которых составляет несколько десятков. Они находятся в трещинах отрыва и характеризуются четкими, извилистыми контактами. Жилы, в основном, близширотного простирания с крутым падением (70-80°) на юг. Мощность жил варьирует в пределах от 0,4 до 2-3 м. По простиранию они прослеживаются на 100-150 м, нередко до 450-500 м (жилы 6,11,17). На глубину оруденение установлено ниже горизонта 700 м на 200-250 м. Размах промышленного оруденения составляет 100-150 м.

Строение жил осложняется неоднократным

раскрытием и наложением новых порций растворов (жилы 6,11,17,27 и др.). В результате наложения разновременных и различных по составу порций растворов по одним и тем же структурам, а также дифференциации растворов и последовательного отложения минералов и минеральных парагенезисов жильное выполнение приобретает неравномерный, кустовый характер. Одни участки жил сложены кварцем, другие – пиритом и халькопиритом, третьи – преимущественно сфалеритом, четвертые – сфалеритом, халькопиритом и галенитом, халькопиритом и блеклой рудой. На все отмеченные парагенезисы наложены золото и теллуриды. Наблюдаются определенные изменения в концентрации главных элементов руд (Cu, Zn, Pb, Au, Ag) по простиранию и падению жил, что обусловлено кустовым, банцовым распределением главных сульфидов. На флангах жил и на глубине резко увеличивается содержание кварца и карбоната.

Сложность структурных и физико-химических условий минералообразования обусловила многочисленность структурно-текстурных рисунков руд. Наблюдаются массивная, прожилковая, пятнистая, полосчатая, брекчиевая, друзовая, кокардовая, гребенчатая, вкрапленная и другие текстуры, зернистая, колломорфная, метаколлоидная структуры, а также структуры замещения, разъедания, взаимных границ, распада твердых растворов и другие.

Минералого-геохимические особенности двух морфологических типов оруденения (жильного и прожилково-вкрапленного) показывают на их генетическую общность. Некоторые черты их отличия обусловлены структурными условиями локализации, способом отложения рудного вещества и участием определенных стадий минерализации в их образовании.

Почти все исследователи [3,5] Капанского рудного поля в гидротермальном процессе рудообразования выделяют от трех до семи стадий минерализации и Шаумянское месторождение считают результатом полиметаллической стадии общего для рудного поля процесса гидротермального рудообразования. Однако, нам кажется [1], что Шаумянское месторождение формировалось

В результате самостоятельного этапа рудообразования со своими стадиями минерализации. На это указывают проявления отличных от Капанского месторождения минеральных парагенезисов, их минералого-геохимические и структурно-текстурные особенности и сходство формационного типа месторождения с заведомо третичными (Тей, Личквас, Меградзор).

Наблюдения показывают, что на Шаумянском месторождении имели место следующие стадии минерализации: кварц-карбонатная, кварц-пиритовая, кварц-пирит-халькопиритовая, карбонат-кварц-золото-полиметаллическая, золото-теллуридовая, карбонатная и ангидрит-гипсовая со своими парагенезисами минералов. Среди них наибольшее развитие имеет золото-полиметаллическая. Основные концентрации цветных, благородных и редких элементов связаны с пирит-халькопиритовыми, золото-полиметаллическими и золото-теллуридовыми рудами. Золото-теллуридовая минерализация по участкам микробрекчирования наложена на другие типы. Вероятнее всего она является самостоятельной стадией или подстадией, так как она во всех жилах не проявлена или проявлена не в одинаковой степени.

Некоторые исследователи Шаумянского месторождения (Е.А. Афанасьева, 1974) для руд выделяют 16 ассоциаций минералов, приуроченных к выделенным стадиям рудообразования. Наши исследования по минеральному составу и геохимии руд различных жил показывают на неодинаковое качественное и количественное проявление главных минералов и их элементов в этих жилах и их участках. Содержание сульфидов в жилах составляет от 1,5 до 42%, теллуридов – от 0,1 до 1%, а в прожилково-вкрапленных рудах – от 1 до 7% и 0,001 до 0,01% соответственно. Содержание жильных минералов составляет от 7 до 50% жильного выполнения, а минералов гидротермальных метасоматитов – от 1,0 до 16,0%.

Руды месторождения характеризуются довольно сложным минеральным составом и геохимией, что является одной из отличительных черт Шаумянского месторождения от Капанского. Кроме пирита, сфалерита, халькопирита и галенита, в различных минеральных типах руд и в различных количественных соотношениях установлены теннантит, тетраэдрит, борнит, энаргит, халькозин, ковеллин, алтаит, калаверит, кренерит, петцит, гессит, теллуrowисмутит, тетрадимит, самородное золото, серебро [1,3]. Из жильных и метасоматических минералов присутствуют кварц, кальцит, манганокальцит, гипс, ангидрит, доломит, барит, диксит, хлорит, серицит, каолинит и другие. Значительная часть минералов представлена несколькими генерациями.

Руды Шаумянского месторождения представляют комплексный интерес в связи с повышенным содержанием в них меди, свинца, цинка, висмута, сурьмы, золота, серебра, селена, теллура, кадмия, индия [1,4]. Настоящая статья представляет собой детальное и наиболее полное обобщение всех существующих данных по месторождению (как по минералам, так и минеральным парагенезисам, стадиям минерализации и отдельным жилам), что важно для подготовки его к про-

мышленному освоению. По золоту и серебру некоторые данные приводятся в отчетах Г.О. Пиджяна и В.О. Пароникяна (1963), Пиджяна Г.О. и др. (1971) и др.

*Золото и серебро* главным образом связаны с пиритовыми, пирит-халькопиритовыми, полиметаллическими и золото-теллуридовыми рудами. Золото-серебряное отношение для пиритовых руд составляет 1:28, пирит-халькопиритовых – 1:12, полиметаллических – 1:30, золото-теллуридовых – 1:5 (Амирян Ш.О., 1996). Концентрация золота и серебра в них повышается в перечисленном порядке. Золото-серебряное отношение различно также для различных жил и горизонтов. Например, для ж.6 оно равно 1:17, а ж.19 – 1:67. В среднем для 8 жил оно составляет 1:40, а по технологической пробе – 1:23. Для ж.11 на горизонте 820 и 800 м  $Au:Ag=1:30$ , на гор. 700 м – 1:23, для ж.17 на гор. 820 м  $Au:Ag=1:26$ , на гор. 700 м – 1:18. Наблюдаемые вариации обусловлены изменениями концентрации золота и серебра, что в свою очередь связано с изменением минерального состава руд как в отдельных жилах, так и в их различных горизонтах.

Среднее содержание золота по 4 горизонтам (1021 проба) составляет 4,31 г/т, а серебра – 69,2 г/т. По этим данным  $Au:Ag=1:16$ . Самые высокие содержания золота (158 проб) – 17,56 г/т установлены на гор. 860 м ж.41, а серебра – 234,01 г/т в ж.11 (гор. 700 м). Самое низкое содержание золота (0,77 г/т) установлено в ж.67а (гор. 860 м, 44 пробы), а серебра – 17,6 г/т в ж.1 юж. (гор. 700 м, 59 проб).

По К.А. Агамиряну (1976), в главных сульфидных рудах по различным жилам концентрация золота и серебра соответственно колеблется (в г/т): в пирите – 9,6-19,3 (в средн. 14,4), 264,9-1054,0 (в средн. 382,3), халькопирите – 12,1-106,3 (в ср. 28,8), 302,8-5038,4 (в ср. 956,0); сфалерите – 9,6-21,3 (в ср. 14,5), 168,8-817,0 (в ср. 307,0); галените – 4,0-219,0 (в ср. 105,8), 252,0-9043,0 (в ср. 3258,4).

По средним данным, золото и серебро больше всего связаны с галенитом и халькопиритом, а затем со сфалеритом и пиритом. В аналогичном порядке располагаются концентраты: в свинцовом концентрате содержатся:  $Au - 109,0$  г/т,  $Ag - 3270$  г/т, в медном –  $Au - 59,7$  г/т,  $Ag - 1235,0$  г/т, цинковом –  $Au - 16,0$  г/т,  $Ag - 231,0$  г/т и в пиритовом концентрате –  $Au - 5,1$  г/т,  $Ag - 74,5$  г/т.

Как видно из приведенных данных, золото и серебро имеют неравномерное распределение, что главным образом обусловлено формой их нахождения в рудах и различной золотоносностью отдельных порций растворов. Золото в основном представлено самородными частицами, а серебро, кроме того, также в виде теллуридов (петцит, гессит) и изоморфной примеси в сульфидах и сульфосолях, особенно в блеклых рудах и галените (до 9043,0 г/т) и халькопирите (до 5038,4 г/т).

*Медь* является одним из главных и ценных компонентов руд. Основная масса меди представлена собственными минералами (халькопиритом, теннантитом, тетраэдритом, борнитом, энаргитом,

халькозином, ковеллином и др.), а незначительная часть — в качестве изоморфной примеси — в сфалерите (в ср. 0,46%), пирите (0,8%), галените (0,12%) и других минералах.

В связи с приуроченностью медных минералов к определенным парагенезисам (пиритовому, пирит-халькопиритовому, сфалерит-галенит-халькопиритовому) медь так же, как и остальные главные элементы руд, имеет неравномерное распределение. Неравномерное распределение ее проявляется не только по отдельным жилам и их горизонтам, но и по простиранию и мощности жил. Так, например, по групповым пробам концентрация меди по некоторым жилам колеблется от 0,37 до 1,68% (К.А. Агамирян, 1976), а по данным А.О. Акопян (1975) — от 0,27 до 1,34%. По ж.17 на гор. 820 м содержание меди составляет от 0,1 до 1,92 (в ср. 0,57%), на гор. 700 м — от 0,05 до 2,4% (в ср. 0,82%). По групповым пробам (51 проба) из 8 жил среднее содержание меди в руде составляет 1,5%, в медном концентрате — 30,5%, свинцовом — 6,5%, цинковом — 0,6%, пиритовом — 0,27%. По отдельным жилам (ж.17) с глубиной концентрация меди повышается (на гор. 820 м — 0,57%, на гор. 700 м — 0,82%, по другим — наоборот). По 4 горизонтам (860, 820, 700, 600 м) по 2021 пробе она меняется следующим образом: на гор. 860 м — 0,41% (113 проб), гор. 820 м — 1,23% (349 проб), гор. 700 м — 0,72% (464 пробы) и на гор. 600 м — 0,5% (95 проб). Все колебания в концентрации меди и других элементов обусловлены распределением их минералов в жилах, что связано с физико-химическими условиями их образования и размещения.

Цинк является вторым ценным цветным компонентом руд. Он представлен главным образом в виде сфалерита. Второстепенное значение имеет изоморфная форма вхождения цинка в другие сульфиды (0,07-2,1%). Сфалерит является главным минералом золото-полиметаллических руд (72%). В общей жильной массе содержания сфалерита составляют 42%, халькопирита — 11%, пирита и галенита — 3-4%, теллуридов, сульфосолей золота и минералов гидротермальных метасоматитов — 9-12%, кварца — 25%, карбонатов — 8%. В прожилково-вкрапленных рудах несколько меньше сульфидов — 5% пирита, 7% сфалерита, 4% халькопирита и 1% галенита, остальную часть составляют редкие минералы, жильные и метасоматические. В зависимости от этого в жилах различны и концентрации главных компонентов руд. По групповым пробам содержание цинка в некоторых жилах (4,5с, 11,17,27,33) колеблется в пределах от 2,21 до 6,89%. Он неравномерно распределен и по отдельным жилам и их горизонтам. Например, содержание цинка в ж.17 составляет от 0,16 до 19,9%. На гор. 820 м по этой жиле концентрация цинка составляет 8,07%, на гор. 700 м — 3,92%, по ж.11 — на гор. 820 м — 8,03%, на гор. 800 м — 2,21%, на гор. 700 м — 6,99%. По 4 горизонтам (по группе жил, 1021 проба) содержание цинка меняется следующим образом: гор. 860 м — 3,4%, гор. 820 м — 5,8%, гор. 700 м — 4,4%, гор. 600 м — 2,33%. В различных концентратах

также содержание цинка подвергается значительным колебаниям, так в медном концентрате содержится 2% цинка, свинцовом — 8,3%, цинковом — 52,5%, пиритовом — 1,8%.

Свинец — характерный элемент золото-полиметаллических и золото-теллуридовых минеральных типов руд. В первом типе он представлен галенитом, а во втором — алтаитом. Некоторая его часть находится в виде изоморфной примеси в других сульфидах и сульфосолях — в сфалерите — 0,003-0,02%, халькопирите — 0,05%, пирите — 0,001-0,003%. По групповым пробам в жилах 4,5с, 11,17,27 и 33 содержание свинца колеблется в пределах от 0,09 до 1,21%. Он имеет неравномерное распределение в отдельных жилах и их горизонтах. Так, например, в ж.17 содержание свинца составляет от 0,02 до 2,5%, при этом на гор. 820 м — 0,05% (15 проб), на гор. 700 м — 0,15%. По 4 горизонтам (1021 проба) свинец распределен следующим образом: на гор. 860 м — 0,33% (113 проб), гор. 820 м — 1,1% (349 проб), гор. 700 м — 0,26% (464 пробы) и на гор. 600 м — 0,4% (95 проб). Жилы 3,36,40 отличаются большим содержанием галенита, следовательно, и свинца, а жилы 8,11,17,49,50 и др. — сфалеритом, жилы 11,20,36,49 и др. — халькопиритом, жилы 11,13,28,47 и др. — пиритом, жилы 30, 30\*, 36, 49, 50 — блеклой рудой и жилы 3,8,36,40 и др. — теллуридами; согласно с этим и в них различно содержание Pb, Cu, Zn, Fe, Sb, As, Te, Au, Ag, Cd и др. элементов.

Кроме описанных главных элементов руд, в них в небольших количествах установлены Mo, Mg, Ni, Co, (0,001-0,01%), Sn, Sb, As, Hg (0,01-0,1%, нередко до 1,0%). Mg, Mo, Sb, As представлены собственными минералами, а Sn, Ni, Co, Hg — в качестве изоморфной примеси в сфалерите, пирите, теннантите, тетраэдрите и др. минералах.

Руды Шаумянского месторождения характеризуются повышенными концентрациями селена, теллура, кадмия, индия, висмута и других редких элементов, краткое описание которых приводится ниже.

Кадмий является одним из ценных редких элементов руд. Основная масса кадмия связана со сфалеритом. Коэффициент корреляции Cd с Zn составляет 0,86. В связи с тем, что сфалерит является главным минералом золото-сульфидных жил, кадмий имеет определенное значение. По 210 групповым пробам (К.А. Агамирян, 1976), содержание кадмия составляет 335,6 г/т (от 34,0 до 800,0 г/т). По 8 жилам среднее содержание его составляет 712,1 г/т (от 120,0 до 1225,0 г/т). В сфалерите из этих жил содержится 4776,0 г/т кадмия (от 4000,0 до 5800,0 г/т, нередко до 5-7%), халькопирите — 136,1 г/т, галените — 62,2 г/т, пирите — 59,8 г/т. В связи с неравномерным распределением главного концентратора кадмия — сфалерита, концентрация его также колеблется в широких пределах. Так, на гор. 860 м содержание Cd составляет 306,0 г/т, на гор. 820 м — 323,0 г/т, гор. 780 м — 413,0 г/т, а на гор. 700 м — 207,0 г/т. В цинковом концентрате содержится 3200,0 г/т Cd, медном — 420,0 г/т, свинцовом —

110,0 г/т и пиритовом – 40,0 г/т.

**Селен.** Среднее содержание селена в рудах составляет 13,7 г/т, а по 51 групповой пробе – 11,1 г/т. В галените содержится Se – 359,7 г/т (от 75,0 до 8260,0 г/т), сфалерите – 25,2 г/т, пирите – 21,8 г/т, халькопирите – 18,4 г/т, в медном концентрате – 32,0 г/т, свинцовом – 190,0 г/т, пиритовом – 34,0 г/т и цинковом – 30,0 г/т. 42,0% селена связано с галенитом, 24% – сфалеритом, 6-7% – с пиритом и халькопиритом, 9-10% – с нерудными минералами и шламом. Селен изоморфно входит в состав сульфидов, теллуридов и сульфосолей.

**Теллур.** В рудах содержится 63,5 г/т (от 10,7 до 262,0 г/т) Te. По 51 пробе из 8 жил содержание теллура составляет 78,8 г/т (от 3,0 до 760,0 г/т). На гор. 780 м оно составляет 80,0 г/т, выше – 82,7 г/т, ниже – 59,3 г/т, в галените – 1877,7 г/т, халькопирите – 479,3 г/т, сфалерите – 211,6 г/т, пирите – 129,3 г/т, в медном концентрате – 920,0 г/т, свинцовом – 2320,0 г/т, цинковом – 280,0 г/т и пиритовом – 50,0 г/т. 28% концентрации теллура связано с галенитом, 26% – сфалеритом, 23% – халькопиритом и 5,7% – с пиритом.

Теллур в рудах представлен как собственными минералами (тетрадимит, теллуrowисмутит, алтаит, петцит, гессит и др.), так и в виде изоморфной примеси. В связи с формой нахождения теллур также характеризуется неравномерным распределением по жилам и их горизонтам. Жилы (3,8, 36,40 и др.) с наложенной золото-теллуридовой минерализацией характеризуются высокими и повышенными концентрациями золота, серебра и теллура.

**Индий** – характеризуется низкими содержаниями – 12,4 г/т (от 4,8 до 38,3 г/т). Значительная часть индия находится в халькопирите (70,0 г/т) и сфалерите (55,4 г/т), поэтому 46% индия извлекается в цинковый и 24,3% – в медный концентраты, а 4,1 и 10,9% – в пиритовый и свинцовый концентраты. Индий также по жилам и их горизонтам распределен неравномерно. На гор. 780 м содержится 14,8 г/т индия, ниже этого горизонта – 7,96 г/т, выше – 10,2 г/т. Средние горизонты являются горизонтами интенсивного оруденения, поэтому здесь высока концентрация цветных, благородных и редких элементов.

**Висмут** – характерный элемент руд месторождения. По групповым пробам содержание висмута составляет 17,7 г/т (от 3,0 до 38,1 г/т).

Он в рудах представлен как собственными минералами (тетрадимит, теллуrowисмутит), так и в виде изоморфной примеси в главных сульфидах (от 8,0 до 297,3 г/т). 46% концентрации висмута связаны с галенитом и свинцовым концентратом, 14,0% – халькопиритом и медным концентратом, 6-11% – со сфалеритом, пиритом и их концентратами.

**Галлий и германий** имеют второстепенное значение. Основная масса галлия связана с алюмосиликатами пород и гидротермальных метасоматитов, а германия – со сфалеритом, энаргитом и другими медными минералами. Содержание галлия и германия в рудах составляет 16,8 и 2,0 г/т (до 16,02 г/т) соответственно. В породах содержится 21,8 г/т галлия, в сфалерите – 139,9 г/т, пирите, халькопирите, галените – 1,2-2,8 г/т, а в их концентратах – 3-12,2 г/т. В жилах 72,67% галлия и 73,0% германия связаны со сфалеритом. В сфалерите содержится 16,0 г/т Ge, а в остальных сульфидах – 1,0-8,0 г/т.

Галлий и германий в рудах находятся главным образом в качестве изоморфной примеси в породообразующих силикатах и сульфидах.

В заключение следует отметить, что руды Шаумянского месторождения представляют комплексный интерес по извлечению из них меди, свинца, цинка, золота, серебра, селена, теллура, висмута, кадмия и индия.

Работа выполнена в рамках темы 96-108, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян Ш.О. 1984, Золоторудные формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 304 с.
2. Ачикгезян С.О. 1977, Оруденение прожилково-вкрапленного типа на Шаумянском полиметаллическом месторождении. Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, т. XXX, №1, с. 76-78.
3. Кафанский рудный район (геологическое строение и рудоносность). Под редакцией А.Е. Кочаряна. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1987, 200 с.
4. Магакьян И.Г. и др. Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1972, 392 с.
5. Хачатурян Э.А. Минералогия, геохимия и генезис руд колчеданной формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1977, 318 с.

ԳՈՒՆԱՎՈՐ, ԱԶՆԻՎ ԵՎ ՀԱԶՎԱԳՅՈՒՏ ՏԱՐՐԵՐԻ ԳՏՆԱԿԵԼՈՒ ԶԵՎԵՐԸ  
ԵՎ ԲԱՇԽՄԱՆ ԲՆՈՒՅԹԸ ՇԱՀՈՒՄՅԱՆԻ ՈՍԿԻ-ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ  
ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐՈՒՄ

Շ. Հ. Ամիրյան

Ամփոփում

Այս հոդվածի հրատարակման անհրաժեշտությունը պայմանավորված է այստեղ, որ նրանում ավելի մանրամասն ու լրիվ ամփոփված են հանքանյութերի միներալային կազմի պարագենեզիսների երկրաբանական վերաբերող ուսումնասիրությունների արդյունքները: Նրանում ներառված են նաև այդ հարցերով զբաղվող բոլոր հետազոտողների տվյալները:

Շահումյանի ոսկի-բազմամետաղային հանքավայրը բնորոշ է միներալային մի շարք պարագենեզիսներով՝ պիրիտային, պիրիտ-խալկոպիրիտային, ոսկի-բազմամետաղային, ոսկի-տիլուրիդային, որոնք հանդիսանում են հանքայնացման պրոցեսների տարբեր ստադիաների (փուլերի) արդյունք: Այդ պարագենեզիսները տարբերվում են ոչ միայն միներալային կազմով, այլ նաև երկրաբանական առանձնահատկություններով: Գունավոր, ազնիվ և հազվագյուտ տարրերը հիմնականում հաղես են գալիս պիրիտ-խալկոպիրիտային, բազմամետաղային և ոսկի-տիլուրիդային միներալային տիպերում: Ոսկու, արծաթի, սելենի, տելուրի, վիսմուտի, կադմիումի, ինդիումի, կապարի, ցինկի, պղնձի, ծարիրի, մկնդեղի համեմատաբար բարձր կուտակումները կապված են սուլֆիդային և տելուրիդային հանքանյութերի հետ: Նրանց մեծ մասը ներկայացված է սեփական միներալներով, իսկ մնացած մասը՝ իզոմորֆ խառնուրդի ձևով: Գունավոր, ազնիվ և հազվագյուտ մետաղներն ունեն անհավասարաչափ բաշխում ինչպես սուլֆիդային երկաներում, այնպես էլ նրանց տարբեր հորիզոններում: Հանքանյութերի համալիր մշակման դեպքում գործնական նշանակություն կունենան պղինձը, ոսկին, արծաթը, կապարը, ցինկը, սելենը, տելուրը, կադմիումը և ինդիումը:

OCCURRENCE FORMS AND CHARACTER OF DISTRIBUTION  
OF NONFERROUS, NOBLE AND RARE ELEMENTS IN THE ORES  
OF THE SHAHUMIAN GOLD-POLYMETALLIC DEPOSIT

Sh. H. Amiryan

Abstract

The article considers occurrence forms and distribution character of nonferrous, noble and rare elements in the ores of the Shahumian gold-polymetallic deposit. Mineral parageneses, their interrelationship, and mineralogical and geochemical features are defined. The character of distribution of nonferrous, noble and rare elements by mineralized ore veins and their horizons is established. A part of ore-forming elements is represented by their minerals, while the other part exists in the form of an isomorphic admixture.

## К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ОРУДЕНЕНИЯ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ КАПАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

© 2001 г. Г. Г. Мирзоян, С. А. Зограбян, Р. А. Саркисян

*Институт геологических наук НАН РА  
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения,  
E-mail: hrshah@sci.am*

*Поступила в редакцию 23.09.1999 г.*

Впервые на месторождении, наряду с традиционными методами исследований, применена предложенная А.С. Лопуховым [4] методика, основанная на выявлении многоярусно-ритмического распределения по вертикали зон повышенных концентраций линейных запасов.

Анализ фактического материала указывает на наличие трехъярусного (возможно и многоярусного) распределения сульфидного оруденения в Капанском рудном поле. Наиболее уверенно можно говорить о перспективности глубоких горизонтов тектонического блока, заключенного между Башкендским и Мец-Магаринским нарушениями в пределах абсолютных отметок 600-790 м с ожидаемым максимумом линейных запасов на уровне горизонта 700 м.

Даны практические рекомендации по направлению и методике геологоразведочных работ.

Ввиду недостаточной разработанности критериев поисков скрытого оруденения в Капанском рудном поле поиски новых концентраций медноколчеданных руд связаны с большими трудностями. Для оценки перспектив рудоносности различных участков рудного поля и уточнения закономерностей размещения колчеданного оруденения необходим систематический анализ геологического материала.

Исследования по выявлению и изучению вулканических построек, вмещающих в большинстве случаев промышленные рудные скопления, имеют большое значение. С этой целью нами на месторождении было проведено детальное картирование, при котором были выяснены взаимоотношения различных структур рудного поля, оцифрованы неизвестные до сих пор субвулканические и жерловые тела, изучены зоны гидротермально-измененных пород и рудных скоплений [5].

Основные геологические предпосылки обнаружения новых концентраций промышленных руд заключаются в широком развитии пород субвулканической жерловой и околожерловой фаций кислого, умеренно-кислого и среднего составов (риодациты, кварцевые дациты, андезитодациты и их туфы, а также миндалекаменные андезит-андезитобазальты и их гиалокласты) в пределах Кавартской вулканоструктуры сложного строения [4]. Следовательно, обнаружение потенциально рудоносных зон сопряжено с выявлением новых участков распространения пород этих фаций. Такими участками, как нам представляется, могут явиться глубокие горизонты тектонического блока, заключенного между Башкендским и Мец-Магаринским разломами, где на верхних горизонтах широко развиты туфы, аналогичные по составу жерловым брекчиям.

Геологическими наблюдениями установлено, что западный блок Башкендского разлома и восточный блок Мец-Магаринского нарушения приподняты по отношению к блоку, размещенному

между указанными разрывами. В пределах приподнятых блоков широко развиты породы субвулканической и жерловой фаций. Внутри и вблизи этих пород наблюдаются интенсивные гидротермальные, повсеместно минерализованные метасоматиты, принадлежащие хлорит-серицитовой и кварцево-серицитовой фациям [1,2]. Вполне вероятно, что в пределах опущенного блока, ниже широко развитых туфов, среди миндалекаменных андезит-андезитобазальтов залегают корневые части этих туфов в виде жерловин, аналогичных таковым приподнятого западного блока Башкендского нарушения.

Для выявления перспектив глубоких горизонтов особое внимание уделялось вопросам распределения промышленного оруденения по вертикали. Важнейшим результатом работ является установление закономерностей, выраженных в направленном изменении содержания меди с глубиной на разных участках месторождения, что позволило целеустремленно подойти к оценке рудоносности глубоких горизонтов его отдельных блоков.

Были проанализированы изменения линейных запасов меди с глубиной для отдельных участков месторождения. Эти данные сопоставлялись между собой, строились графики изменения интенсивности оруденения на глубину. В обобщенном виде материалы по линейным запасам меди и коэффициентам удельной продуктивности для разных участков Капанского месторождения приведены на рис. 1. Анализ графики показывает, что линейные запасы на разных гипсометрических уровнях на Капанском месторождении распределены весьма неравномерно. Установлено развитие промышленного оруденения в интервале абсолютных отметок 730-1300 м с вертикальным размахом около 600 м. В пределах этого интервала для разных блоков месторождения сверху вниз наблюдается сначала увеличение, а затем уменьшение линейных запасов меди; на некоторых участках это явление пов-

торяется. На месторождении зоны наибольшей концентрации меди наблюдаются в интервале гипсометрических отметок (1050-850 м). Максимумы линейных запасов меди образуют сближенные по вертикали области локализации, приуроченные к горизонтам 1009 и 924 м с коэффициентом удельной продуктивности 0,50-1,00 т/м<sup>2</sup>.

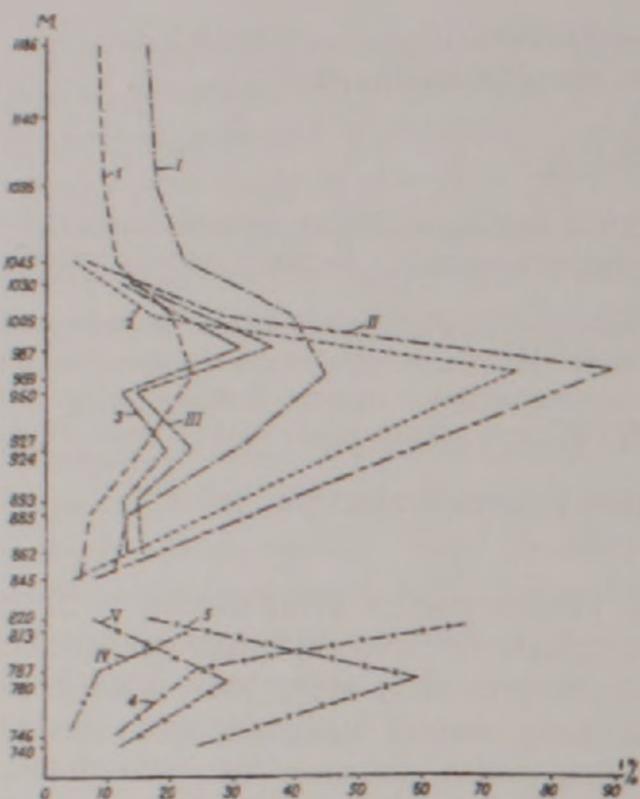


Рис. 1. Вариация погоризонтных запасов меди (1-5, в % от суммарных запасов) и коэффициентов удельной продуктивности (I-V, в % от общей продуктивности) на Капанском месторождении. 1. I — Северный штокверк; 2. II — жила 5<sup>се</sup>; 3. III — Восточный штокверк; 4. IV — Участок Комсомол; 5. V — Участок Барабатум

В пределах блока месторождения, залегающего западнее Башкендского разлома (рудник 7-10), наблюдается наличие двух наиболее продуктивных рудоносных уровней. По материалам старых выработок верхних горизонтов участка (С.С. Ванюшин, 1964), один из этих уровней намечается на горизонте 1140 м. Второй уровень вырисовывается из составленного графика (рис. 1) по Северному штокверку и жиле 5<sup>се</sup>, а также по другим жилам участка, и соответствует гипсометрической отметке 969 м. Разница в уровнях составляет 171 м (1140-969).

В результате анализа данных по блоку, заключенному между Башкендским и Мец-Магаринским нарушениями, также вырисовываются два уровня наибольшей концентрации руд: первый из них совпадает с горизонтом 1009, а второй занимает среднее положение между горизонтами 895 и 845 м, то есть около 865 м. Относительное превышение этих уровней составляет 144 м (1003-865).

На графике распределения послойных запасов меди Восточного штокверка рудника 6 (блок месторождения, залегающего восточнее Мец-Магаринского нарушения) после четкого максимума на гор. 987 м выявлено некоторое уменьшение линейных запасов меди на уровне горизонта 960 м, что может быть объяснено либо недоразведанностью горизонта, либо неблагоприятными геологическими условиями для концентрации

руд. А в целом, сверху вниз вначале происходит увеличение линейных запасов меди и коэффициента удельной продуктивности до уровней горизонтов 987 и 924 м. Глубже уровня гор. 924 м интенсивность оруденения постепенно падает и становится максимальной на горизонте 893 м. Ниже этого горизонта линейные запасы меди постепенно увеличиваются за счет наличия жильного участка под штокверком на Комсомольском руднике. Здесь отмечаются относительно крупные послойные запасы меди на горизонтах 813, 787 и 746 м. Однако наиболее продуктивным рудоносным уровнем участка рудника им. Комсомола является гор. 813 м. Следовательно, разница между двумя уровнями максимальной концентрации составляет 174 м (987-813).

Промышленные запасы меди на Барабатумском руднике распределены следующим образом. Начиная с гор. 820 м, наблюдается увеличение послойных запасов меди на глубину, достигающее максимума на уровне гор. 780 м, а затем до горизонта 740 м они убывают.

Таким образом, данные обобщенных графиков линейных запасов и анализ имеющихся сведений по распределению медного оруденения в пределах отдельных блоков месторождения по вертикали позволяют говорить о наличии определенных уровней максимальной концентрации линейных запасов.

А.С. Лопуховым [4], обобщившим богатый фактический материал Рудного Алтая и Урала, установлено многоэтажно-ритмическое распределение зон повышенных концентраций, линейных запасов и относительных концентраций рудных компонентов. Он отмечает, что, несмотря на локальную изменчивость высоты зональных ритмов, обусловленную, главным образом, структурно-металлогеническими неоднородностями вмещающих пород и индивидуальными особенностями динамических рудообразующих систем, намечаются определенные общие закономерности. Они позволяют выдвинуть некоторую идеализированную обобщенную модель зональности, представленную в виде четырехритмовой колонки с амплитудами ритмов, убывающими в вертикальном направлении. Модальные значения вертикальных амплитуд ритмов снизу вверх составляют 350, 190, 150 и 130 метров, причем для месторождений медноколчеданного типа средняя высота нижнего ритма около 550 м.

Следовательно, интервалы между средними значениями вертикальной протяженности отдельных ритмов составят соответственно (сверху вниз): 130 и 150 - 140 м, 150 и 190 - 170 м, 190 и 550 - 370 м.

А.С. Лопухов [4] отмечает преобладающую распространенность двух- и трехритмовых типов зональности оруденения на колчеданно-полиметаллических месторождениях (соответственно 40 % и 33 % от их общего числа, в то время как одноритмовые и четырехритмовые слагают соответственно — 7 % и 20 %).

Сопоставляя вышеприведенные статистические данные с имеющимися материалами по Капан-

скому месторождению и допуская возможность наличия на нашем объекте трехритмового (или трехэтажного распределения оруденения по вертикали), можно делать некоторые предположения о перспективности отдельных блоков на глубину.

В блоке, залегающем западнее Башкендского разлома, имеются два достаточно четких уровня максимальной концентрации оруденения, расстояние между которыми составляет 171 м. Значит, здесь мы имеем дело со вторым и третьим (сверху) ритмами. Центр первого ритма (самого верхнего), согласно выявленным закономерностям [4], должен по вертикали отстоять от центра второго на 140 м, то есть он должен фиксироваться на гипсометрической отметке 1280 м (1140+140), что мы частично наблюдаем на северном участке рудника 7-10, согласно данным по отработанным жилам Абдул Гасан, Хаджи и др., а большая часть оруденения, вероятно, эродирована.

Если допустить возможность наличия четвертого (самого нижнего) ритма, то его следует искать где-то на уровне абсолютной отметки 600 м (969-370). Однако результаты анализа метасоматической колонки и первичных геохимических ореолов не позволяют нам уверенно говорить о присутствии четвертого ритма [2]. Следовательно, согласно приведенным соображениям, этот блок на глубину является бесперспективным.

Блок, размещенный между Башкендским и Мец-Магаринским разломами, также характеризуется наличием двух уровней оруденения, однако здесь расстояние между ними составляет 144 м, то есть здесь проявлены самый верхний и второй сверху уровни. При допущении возможности присутствия третьего уровня (по аналогии с предыдущим блоком), то он должен находиться на 170 м ниже второго, то есть примерно на абсолютной отметке 700 м (865-170 м). Подтверждением возможного наличия этого уровня могут служить некоторые жилы, подсеченные на горизонтах 765 и 730 м выработками, заданными из слепой шахты №16 рудника 1-2.

В блоке месторождения, расположенном восточнее Мец-Магаринского нарушения, в пределах рудника 6 отмечаются два уровня максимальной концентрации оруденения, расстояние между которыми составляет 174 м. Значит здесь присутствуют второй и третий ритмы рудоносной колонки. Первый сверху ритм должен был быть размещен на гипсометрическом уровне 1127 м (987+140) и в настоящее время, вероятно, подвергнут эрозии, а наличие четвертого - самого

нижнего ритма маловероятно.

На Барабатумском руднике наблюдается лишь один максимум линейных запасов меди и в данном случае невозможно определить с каким ритмом рудной колонки имеем дело. При предположительном отнесении этого ритма к первому или второму уровням, мы вправе ожидать следующий уровень либо на гипсометрической отметке 640 м (780-140), либо - 610 м (780-170).

Резюмируя вышесказанное, можно прийти к выводу о том, что наиболее уверенно можно говорить о перспективности глубоких горизонтов блока месторождения, заключенного между Башкендским и Мец-Магаринским нарушениями в пределах абсолютных отметок 600-790 м с ожидаемым максимумом линейных запасов на уровне горизонта 700 м. Для опробования глубоких горизонтов вышеотмеченного перспективного блока нами рекомендуется заложение ряда наклонных скважин из горных выработок, расположенных на наиболее нижних горизонтах (805, 808 м) и пересекающих блок в поперечном направлении стволов штолен Южной, Транспортной, Капитальной № 1 и соединительной выработки горизонта 805 м.

Авторы с теплотой и благодарностью отмечают участие С.О. Ачикгезяна в процессе разработки данной проблемы.

Работа выполнена в рамках темы 98-169, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ачикгезян С.О., Зограбян С.А., Мирзоян Г.Г., Саркисян Р.А. Петрохимические особенности мезокайнозойских магматических комплексов Кафанского рудного района и некоторые вопросы их рудоносности. - Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1983, т. 36, № 2, с. 3-18.
2. Ачикгезян С.О., Безирганов Б.Г. Роль гидротермальных метасоматитов и геохимических ореолов в оценке перспектив глубоких горизонтов Кафанского месторождения. - Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, т. 40, № 5, с. 37-43.
3. Ачикгезян С.О., Зограбян С.А., Карапетян А.И., Мирзоян Г.Г., Зарьян Р.Н. Кафанский рудный район (геологическое строение и рудоносность). - Ереван: Изд. АН АрмССР, 1987, 200 с.
4. Лопухов А.С. Зональность колчеданно-полиметаллических месторождений. - Тр. Института геологии и геофизики, Новосибирск. 1975, выпуск 247, 264 с.
5. Саркисян Р.А., Ачикгезян 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.

\* Согласно данным С.О. Ачикгезяна и Б.Г. Безирганова [2], основанным на материалах изучения гидротермальных метасоматитов и первичных геохимических ореолов, рассматриваемый блок считается перспективным на промышленное медное оруденение до глубин с абсолютной отметкой 450-500 м.

ԿԱՊԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ԽՈՐԸ ՀՈՐԻՉՈՆՆԵՐԻ ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՄԱՆ  
ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԻ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՁԸ

Հ.Գ.Միրզոյան, Ս.Ա.Զոգրաբյան, Ռ.Հ.Սարգսյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Կապանի Հանքավայրի կենտրոնական մասի տարածքում հեղինակների կողմից կատարվել են մանրակրկիտ ուսումնասիրություններ նրա խորը հորիզոններում հանքայնացման կանխատեսումների նպատակով:

Առաջին անգամ հանքավայրում ուսումնասիրությունների ավանդական երկրաբանական մեթոդներին զուգընթաց կիրառվել է Ա.Ս.Լոպուխովի [4] կողմից առաջարկված մեթոդիկան, որը հիմնված է գծային պաշարների բարձրագույն պարունակությունների բազմահարկ-ոխիթմիկ ուղղաձիգ ուղղությամբ տեղաբաշխման վրա: Փաստացի նյութի վերլուծությունը վկայում է Կապանի Հանքավայրում սուլֆիդային հանքայնացման եռահարկ (հնարավոր է բազմահարկ) տեղաբաշխման մասին: Առավել վստահորեն կարելի է խոսել Բաշքենդի և Մեծ-Մաղարայի խախտումների միջև պարփակված տեկտոնական բեկորի խորը հորիզոնների հեռանկարների մասին 600-790 մ բարձրությունների սահմաններում, գծային պաշարների սպասվելիք մաքսիմումով 700 մ բացարձակ բարձրություն ունեցող հորիզոններում:

Տրվել են գործնական երաշխավորագրեր երկրաբանա-հետախուզական աշխատանքների ուղղությունների և մեթոդիկայի վերաբերյալ:

ON THE PROSPECTS OF MINERALIZATION IN DEEP LEVELS  
OF THE KAPAN DEPOSIT

G. G. Mirzoyan, S. A. Zograbyan, and R. A. Sargsyan

Abstract

Along with the conventional techniques, the one developed by A.S. Lopoukhov and based on the identification of multi-tiered and rhythmic vertical distribution of increased linear stock concentrations has been applied for the first time.

The analysis of facts indicates presence of three (and possibly more) tiers in the distribution of sulfide mineralization in the Kapan ore field. The most promising may be deep levels of the tectonic block confined between the Bashkend and Mets-Magarin discontinuities, within the absolute elevation marks from 600 to 790 m, and the greatest linear stock can be expected at the level of 700 m.

Practical recommendations are provided on the direction and technique of geological exploration works.

## ОБНАРУЖЕНИЕ ФАРФОРОВЫХ КАМНЕЙ У СЕЛА БНУНИС (СЮНИКСКИЙ МАРЗ, РЕСПУБЛИКА АРМЕНИЯ)

© 2001 г. Т. А. Авакян\*, О. П. Гуюмджян\*\*

*Институт геологических наук НАН РА  
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения  
Ереванский государственный университет  
375025 Ереван, ул. Алека Манукяна, 1, Геологический ф-т, Республика Армения  
Поступила в редакцию 18.05.2000 г.*

Рассмотрены геология, вещественный состав, условия образования и качественная характеристика литокристаллов, витрокристаллических туфов андезито-дацитового состава, преобразованных в кварц-серицитовые фации вторичных кварцитов фарфоровых камней Бнунисского проявления. В статье также дается сравнение этих образований с известными месторождениями фарфоровых камней мира.

Фарфоровые камни обнаружены на северном склоне Баргушатского хребта, у истоков правого притока р. Сисиан (Егакардзор), между вершинами гг. Алсар (Алюрт), Ляст и Гайлут (Куртлугюней), в 5 км к юго-западу от с. Бнунис. Вторичные кварциты приурочены к экструзивным телам, лавовым потокам и пирокластолитам среднего-верхнего миоцена и вулканогенным образованиям среднего-верхнего эоцена. Породами вторичнокварцитовой и аргиллизитовой формаций сложены борта и русла рр. Егакардзор и Шордзор, а также водораздельная часть рр. Сисиан и Айри. В статье использованы материалы С. Ачикгезяна.

В геологическом строении основную роль играют вулканические породы андезитовой формации палеогена и андезито-дацитовой-неогена, а также гранитоиды олигоцен-нижнемиоценового возраста. Наиболее древней в бассейне р. Сисиан является вулканогенная осадочная толща среднего эоцена, представленная лавовыми потоками и туфами базальтов, андезито-базальтов и андезитов. Эта толща прорвана интрузивами кварцевых диоритов (Дастакертский массив), гранодиоритов и кварцевых диоритов (Аревисский массив), граносиенитов (Ахлатянский массив), порфиридных гранодиоритов (мелкие потоки в ущелье р. Дастакерт), а также экструзивными телами кайнотипных андезитов, дацитов и риодацитов позднего миоцена – Бердакарский (Дашкала), Гай-Яутский (Куртлугюней) [2].

На вулканитах палеогена и неогена, а также на эродированной поверхности интрузивов горизонтально залегает сисианская свита (верхний плиоцен-нижнечетвертичного возраста), которая сложена озерными и глинисто-диатомитовыми отложениями (диатомовые глины, диатомиты, вулканические пески, прибрежные и речные отложения).

Гидротермальные метасоматиты вторичнокварцитовой и аргиллизитовой формаций встречаются в вулканогенно-осадочных образованиях неогена и палеогена. Вторичные кварциты Бнунисского проявления формировались в результате гидротермальной фумарольно-сульфатарной деятельности, связанной с кислым миоценовым вулканизмом. Такие массивы серицитовых кварцитов формировались в приповерхностных фа-

циях глубинности [3]. Сходные процессы приводят и к формированию метасоматитов аргиллизитовой формации, к которой обычно относятся и серицитовые кварциты

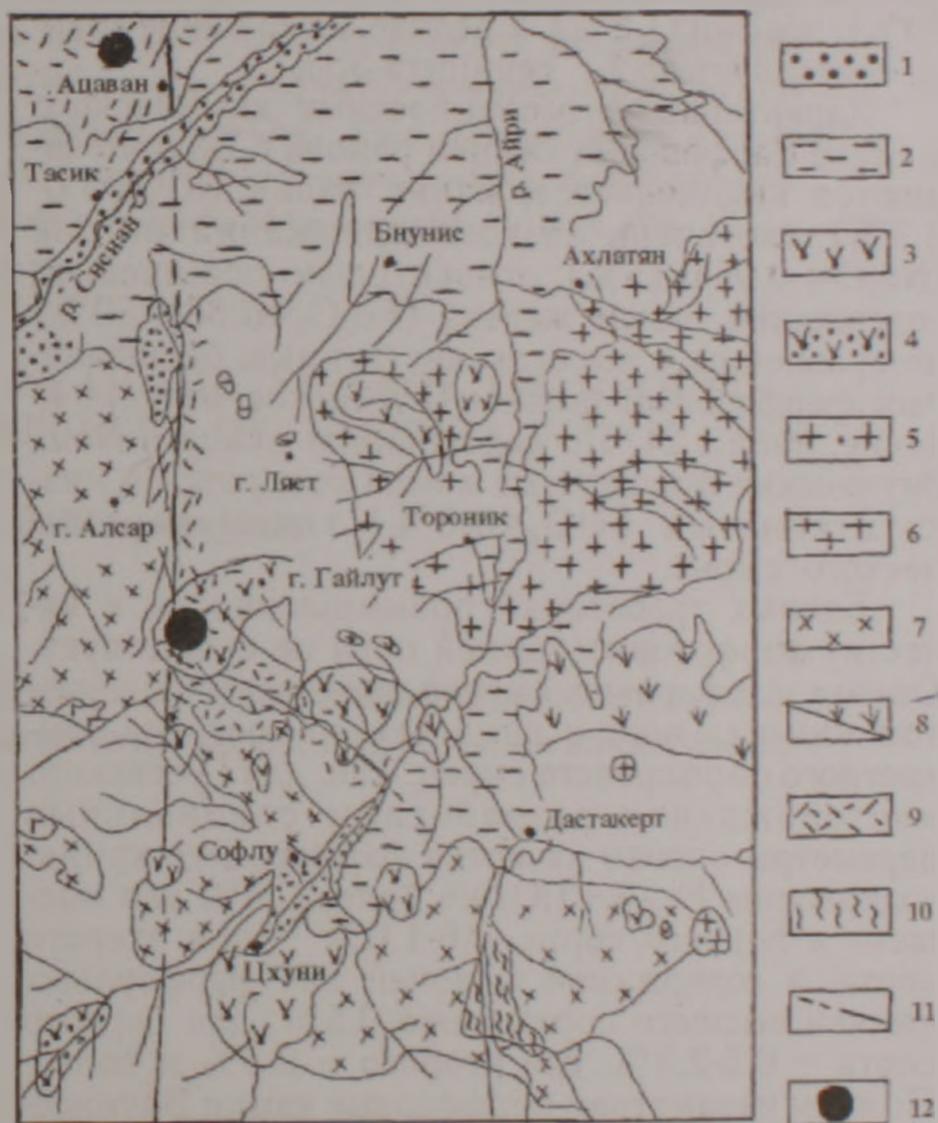


Рис. 1. Геологическая карта междуречья рр. Сисиан и Айри М 1:50 000. Составил О. П. Гуюмджян.

Условные обозначения: 1. Аллювиальные отложения; 2. Верхний плиоцен-нижнечетвертичные. Диатомитовые глины, диатомиты, вулканические пески, прибрежные и речные отложения (сисианская свита); 3. Средний-верхний миоцен. Андезиты, андезито-дациты, дациты, риодациты (купола, некки, лавовые потоки); 4. Средний-верхний миоцен. Андезито-дациты, дациты, риодациты, риолиты (вулканические туфы и пеплы); 5. Нижний миоцен. Порфиридные гранодиориты; 6. Средний олигоцен. Граносиениты пироксеновые, гранофиновые, крупнозернистые, порфиридные; 7. Нижний олигоцен. Кварцевые диориты, гранодиориты, адамеллиты; 8. Средний-верхний эоцен: а) Базальты, андезито-базальты, андезиты, полифиновые, крупнопорфиновые; б) Базальты, андезито-базальты, андезиты, (лавы, аггломератовые лавы, туфы, гехакарская свита); 9. Зона гидротермально измененных пород. Вторичные кварциты и аргиллизиты; 10. Роговики кровли Дастакертского интрузивного массива; 11. Тектонические нарушения; 12. Проявления фарфоровых камней.

Вторичные кварциты района сс.Бнунис и Ацаван пространственно связаны с вулканитами миоцена и позднего эоцена. Для пород данной метасоматической формации не обнаруживается зависимость от выходов интрузивов олигоцена и субвулканических тел неогена (районы ущелий рр.Мазмазак, Шахапонк к северо-западу от с.Аревис, у сс.Бнунис и Ацаван). На восточных склонах Зангезурского хребта они занимают значительные площади – от 0.25-1.0 до 4-5 кв.км среди вулканогенных толщ неогена и палеогена.

Макроскопически фарфоровые камни серо-белого цвета характеризуются массивной текстурой, средней плотностью. Видимая мощность кварцитов 10-15 м, прослеживаются кварциты до 200-250 м. Исходным материалом фарфоровых камней являются литокристалло-витрокластические туфы андезито-дацитового состава алевропсаммитовой размерности, преобразованные во вторичные кварциты кварц-серицитовой фации. Минеральный состав серицитовых кварцитов района с Бнунис: кварц (50-80%), серицит (20-50%), каолин (1-2%). Среднее содержание кварца составляет 45%, серицита-35%.

Характерными особенностями химического состава фарфоровых камней района с.Бнунис являются высокое содержание калия ( $K_2O=3.0-3.3\%$ ) при очень низком содержании натрия ( $Na_2O=0.05-0.15\%$ ), относительно повышенное содержание окиси железа ( $Fe_2O_3=0.88-1.30\%$ ) по сравнению с высококачественным бесщелочным фарфоровым сырьем (Гусевское месторождение, табл.1,2). По содержанию окиси титана бнунисские фарфоровые камни относятся к низкотитанистым ( $TiO_2<0.3\%$ ) типам керамического сырья.

Единых требований промышленности к качеству фарфоровых камней пока не существует. Оценка фарфоровых камней производится с учетом минерального и химического составов конкретного фарфорового сырья. Так, для Гусевского месторождения разработаны специальные параметры оценки качества фарфорового камня: содержание  $Fe_2O_3+TiO_2$  не более 0.6% для высшего и первого сорта, 0.6-1.0% – для второго сорта, а содержание щелочей для фарфоровых камней высшего сорта ниже 0.5%, для первого сорта – 0.5-2.5%, для второго – 2.5% и более. По этим параметрам фарфоровые камни Бнунисского проявления относятся ко второму сорту.

Таблица 1  
Химический состав фарфоровых камней района с.Бнунис

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O	ппп	Σ
1	80.00	но	10,72	0,28	0,88	но	1,05	1,20	0,05	3,30	0,04	0,51	2,30	100,33
2	77,29	но	12,68	-	0,95	но	1,03	0,49	0,18	3,00	-	0,84	3,18	99,64
3	77,00	но	12,50	-	1,30	но	1,10	0,70	0,15	3,00	-	0,90	3,20	99,85

По содержанию щелочных металлов выделяются (1) фарфоровые камни трех типов: щелочные ( $K_2O>3\%$ ), умереннощелочные ( $K_2O=0.6-3.0\%$ ) и бесщелочные ( $K_2O<0.6\%$ ). Бнунисские фарфоровые камни относятся к щелочным, калиевым типам ( $K_2O=3.15-3.35\%$ ). В зави-

симости от минерального состава выделяются каолинитовый, пирофиллитовый, полевошпатовый и серицитовый типы фарфоровых камней [1].

По величине калиевого модуля ( $M=K_2O:Na_2O$ ) различаются высококалиевые ( $M>3$ ), калий-натриевые ( $M=1-3$ ) и натриевые ( $M<1$ ). Бнунисские высококалиевые фарфоровые камни (серицитовые кварциты) можно отнести к высококачественным, наиболее дефицитным разновидностям фарфорового камня.

Бнунисские фарфоровые камни сходны с щелочными, калиевыми фарфоровыми камнями Алексеевского (Приморье), Безенги и Кишкитского (Кавказ) месторождений (табл.2). По некоторым характеристикам ( $SiO_2, Fe_2O_3, TiO_2$ ) они сходны с бесщелочными фарфоровыми камнями Шлоркутского месторождения, а по содержаниям глинозема, кремнезема и окиси титана сходны с многими типами фарфоровых камней известных месторождений. По низкому содержанию окиси титана, высокому значению калиевого модуля, высокому содержанию кремнезема, глинозема, а также окиси железа серицитовые кварциты Бнунисского проявления сходны с высококачественными фарфоровыми камнями умереннощелочной разности Гусевского месторождения (табл.2).

В зарубежных странах и в СНГ известен ряд месторождений серицит-кварцевых фарфоровых камней – Чи-Минь (Китай), Тайсю, Амакуса (Япония), Кишкитское (Кавказ), Бектакарское (Закавказье, участок Центральный), Алексеевское и Покровское (Приморье). Серицитовые кварциты Бнунисского проявления сходны прежде всего с щелочными калиевыми типами фарфоровых камней этих месторождений.

Таблица 2  
Содержание главных окислов (в %) в составе фарфоровых камней некоторых месторождений СНГ и зарубежных стран по [1]

Разновидности фарфорового камня	Месторождения	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	
Бесщелочные	Гусевское	70-79,2	14,33-17,41	0,14-0,2	0,11-0,2	0,09-0,4	0,05-0,1	
	Кулан-Тобе	74,47-79,2	9,79-16,53	0,09-0,29	0,10-0,56	0,08-0,6	0,04-0,6	
	Шлоркут	74,9	16,6	-	0,89	0,2	0,2	
Умереннощелочные	Гусевское	71,68-80,2	12,14-18,7	0,1-0,28	0,16-1,0	0,6-3,24	0,07-0,3	
	Идзуси (Япония)	80,6	12,54	Нет	0,29	1,22	0,79	
Щелочные	К	Кишкитское	75,9-80,2	12,2-15,0	0,02	0,5-0,09	2,9-3,8	0,07-0,09
		Алексеевское	73,9-76,9	13,6-15,7	0,04-0,14	0,5-0,8	5,5-8,63	0,09-0,51
		Безенги	78,8-80,17	9,99-11,3	0,06-0,13	0,36-0,65	6,6-7,85	Сл.-0,2
	К-Na	Сергеевское	75,2-79,3	11,67-14,35	0,31	0,37	7,09	8,69
		Сан-бао-Пэнь (КНР)	75,08	15,79	0,14	0,57	4,08	2,52
	Na	Сан-Бернардино (США)	-	11,3	0,1	0,26	0,18	6,46
		Тайсю (Япония)	76,63-77,8	13,52-14,35	-	0,15-0,31	0,07-0,18	6,74-7,56

Предлагаемое сырье может быть заменителем дефицитного высококалийного полевого шпата. Рекомендуется его использование как основного сырья в массах для высоковольтного фарфора, а также для использования в фаянсовых массах. Кроме Бнуниского проявления, серицитовые, а также каолиновые фарфоровые камни имеют значительное развитие в пределах бассейна р. Сисиан (Ацаван и т.д.). Целесообразно проведение поисково-разведочных работ в районе с Бнунис и прилегающих участках (Ацаван и т.д.).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васянов Г.И., Горбачев Б.Ф. Фарфоровые камни. В кн.: Неметаллические полезные ископаемые СССР. М.: Недра, 1984, с.125-134.
2. Гуюмджян О.П. Магматические плутонические формации Западного Баргушата. Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1973, т.26, N 1, с.52-65.
3. Наковник Н.И. Вторичные кварциты СССР и связанные с ними месторождения полезных ископаемых. М.: Недра, 1964, 337 с.

## ՃԵՆԱՊԱԿՈՒՒ ՔԱՐԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱՔԵՐՈՒՄԸ ԲՆՈՒՆԻՍ ԳՅՈՒՂԻ ՄՈՏ (ՀՀ ՍՅՈՒՆԻՔԻ ՄԱՐԶ)

Թ. Ա. Ավագյան, Հ. Պ. Գույումջյան

### Ա ս փ ո փ ու մ

Հոդվածը վերաբերում է Բնունիս գյուղի մոտ Հայտնաբերված ճենապակու քարերին: Ցույց է տրվում, որ այս ապարները առաջացել են միոցենյան Հասակի Հրաբխականության ֆուամարոլային-սուլֆատարային գործունեության ազդեցության տակ անդեզիտ-դացիտային կազմի լիտոկրիստալոփտրոկլաստիկ տուֆերի մետամորֆիզմի շնորհիվ: Ըստ միներալային կազմի ճենապակու քարերը պատկանում են սերիցիտային կվարցիտների ալկալիական, կալիումական տիպին ( $K_2O/Na_2O > 3$ ): Երկրորդային կվարցիտների մեծ զանգվածներ Հայտնի են նաև Բնունիսից ոչ մեծ հեռավորության վրա՝ Հացավան գյուղի մոտ:

## DISCOVERY OF PORCELAIN STONES NEAR THE VILLAGE OF BNOUNIS (SUNIK MARZ OF THE REPUBLIC OF ARMENIA)

T. A. Avakyan, H. P. Gouyumjyan

### Abstract

Geology, composition, formation conditions and qualitative characteristics of porcelain stones of the Bnounis manifestation are discussed and compared to the deposits of porcelain stones known worldwide.

## ОСАДОЧНЫЕ И ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫЕ ОЛИГОЦЕНОВЫЕ ГЛИНЫ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ КАК ИСТОЧНИК ГРУБОКЕРАМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

© 2001 г. И. Х. Петросов<sup>\*)</sup>, А. А. Садоян<sup>\*\*)</sup>

<sup>\*)</sup>Институт геологических наук НАН РА

375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения, E-mail: hrshah@sci.am

<sup>\*\*)</sup> Ереванский Государственный университет, геологический факультет

375025 Ереван, ул. Алека Манукяна, 1, Республика Армения

Поступила в редакцию 05.03.1999 г.

Изучены технологические свойства (пластичность, водопоглощение и другие), вещественный состав и структуры олигоценовых глин северной и центральной частей РА с целью их оценки как грубокерамического сырья. Установлено, что все они соответствуют регламентациям ГОСТ-ов, наиболее же перспективными являются глины Приереванского прогиба, которые и рекомендуются в качестве объекта детальной разведки.

В последнее время отмечается повышенный интерес к грубокерамическому глинистому сырью в связи с производством бытовой керамики и черепицы. Разрабатываемые в республике месторождения не покрывают возросшую потребность в этом виде сырья. Отсюда необходимость освоения новых источников грубокерамических глин промышленного значения. Данные авторов и других исследователей, изучавших с различных точек зрения олигоценовые отложения РА [1,2,3,4], позволяют считать, что глинистые породы в составе осадочных и вулканогенно-осадочных формаций этого возраста могут стать серьезным источником грубокерамического сырья. В соответствии с требованиями ГОСТ-ов [5,6], ниже приводятся краткие сведения о геологии и генетическом типе этих глин, вещественном составе, структурно-текстурных особенностях и главных технологических их характеристиках.

Осадочные и вулканогенно-осадочные отложения олигоценового возраста распространены в Севано-Ширакской зоне, в Приереванском, Шагапском и Вайкском прогибах. Повсеместно они образуют шлировые формации, которые в названных структурно-формационных зонах заметно различаются между собой по составу, строению, распространенности, отчасти и по возрасту. Однако во всех зонах глины в этих формациях являются одним из основных типов пород.

**Севано-Ширакская зона.** Олигоценовые отложения образуют здесь две самостоятельные формации: шлировую (морскую) и молассовую (озерно-континентальную) угленосную. Возраст первой датируется как нижний, второй – как средний-верхний олигоцен [1].

Отложения шлировой формации распространены на северном склоне Базумского хребта, в районе г. Медвежья, к югу от сел. Гергер и к западу от гор. Степанавана. Они представлены конгломератами, граувакками, глинами, туфоалевролитами, известняками, суммарная мощность которых составляет около 250 м (рис.16). Глины локализованы преимущественно в нижней части разреза и составляют около 40% объема формации. Местами они переходят в песчаные раз-

ности и затем в песчаники. Встречаются глины массивные и рассланцованные. Отмечается ритмичное чередование мелкозернистых песчаников, алевролитов, желтовато-серых и зеленовато-серых глин. Мощность глинистых слоев – 0,5-8 м, иногда достигает 12-15 м, простираение до 1 км. В нижней части разреза глины нередко переслаиваются с битуминозными сланцами. Они плотные, иногда комковатые, на ощупь жирные. Гранулометрический состав глин: фракция < 0,001 мм – 48%, 0,001-0,01 мм – 20%, 0,01-0,1 мм – 15%, > 0,1 мм – 17%; карбонатность низкая – 0-3%. Структура глин псаммоалевропелитовая, реликтовая туфовая, текстура беспорядочная, иногда пятнистая, вызванная неравномерным распределением в основной массе гидроокислов железа и пирокластического материала. Последний представлен обломками порфиринов, полевыми шпатами, вулканическим стеклом. По тонкой пирокластике развиваются монтмориллонит и кремнистый минерал, обломки пород замещены хлоритовым веществом. Глинистая основа интенсивно лимонитизирована и слабо карбонатизирована. В глинах установлены: интенсивно измененные полевые шпаты, обломки пород и вулканическое стекло (95-100% легкой фракции), плагиоклазы (1-5%), кварц (до 5%), гидроокислы железа (95-100% тяжелой фракции), гематит (1-5%), авгит, гиперстен, биотит, циркон (до 5%). Основными глинистыми минералами являются монтмориллонит (50-70%) и железистый хлорит (30-50%); постоянно встречается диоктаэдрическая гидрослюда (табл.1, обр. 2016, 2012). Глины характеризуются повышенным содержанием воды, железа, серы и титана (табл.2). В целом глины шлировой формации Севано-Ширакской зоны можно охарактеризовать как морские вулканогенно-осадочные, хлорит-монтмориллонитовые, среднедисперсные, с низким содержанием крупнозернистых включений, в том числе карбонатных, с оптимальным содержанием связанного и низким содержанием свободного кремнезема, полукислые руды с высоким содержанием окисляющих окислов (табл.3). Перечисленные характеристики соответствуют нормативам ГОСТ-ов по грубокерамическому сырью [5,6].

Отложения молассовой угленосной формации распространены в окрестностях гор. Диджана и Амасии. В ее разрезе выделяются ритмопачки, отражающие смену условий седиментации – от озерных и аллювиально-пролювиальных до болотных. Ритмопачки в основании сложены гравелитами и граувакками и завершаются глинами, глинистыми или горючими сланцами (рис. 1а). Мощность формации достигает более 600 м, мощность ритмопачек колеблется от нескольких до 60 м, а глинистых слоев – в пределах от 5 см до 40 м. Глины серые, бурые, коричнево-массивные и рассланцованные. Они включают растительный детрит, остатки гастропод и рыб, известковые конкреции диаметром до 10-15 см. В трещинах и на плоскостях на

Таблица 1

Данные рентгеновского анализа глин РА

Приереванский прогиб		Севано-Ширакская зона				Вайкский прогиб					
2079		2076		2016		132		347		29	
1	d/n	1	d/n	1	d/n	1	d/n	1	d/n	1	d/n
8	15,1	10	15,5	8	15,0	9	15,1	5	15,1	8	15,1
4	12,0	3	12,0	3	14,1	3	14,0	3	14,1	2	14,1
3	7,1	4	7,1	5	12,0	4	7,0	8	10,1	3	10,0
4	5,0	3	5,0	5	7,0	3	5,0	4	7,2	4	7,1
2	4,7	1	4,7	1	4,7	4	4,12	4	5,0	2	5,0
2	3,80	2	3,6	2	5,0	2	3,48	2	4,8	2	4,48
7	3,5	5	3,5	1	4,7	6	3,28	5	4,48	3	3,57
2	3,33	4	3,33	1	3,70	1	2,97	4	3,57	5	3,34
2	3,30	1	3,30	6	3,50	1	2,65	5	3,34	1	3,00
2	2,50	2	2,50	1	3,30	1	2,53	3	3,22	1	2,85
2	2,39	1	2,39	2	3,14	2	2,39	1	3,00	5	2,58
2	2,16	1	2,16	2	2,53	1	2,16	1	2,85	2	2,452
1	1,947	1	1,947	1	2,41	1	1,947	4	2,58	2	2,383
1	1,786	2	1,782	1	2,25	2	1,786	2	2,452	2	2,000
2	1,561	1	1,560	1	1,980	2	1,691	2	2,383	2	1,818
3	1,501	3	1,501	1	1,807	1	1,634	1	2,279	2	1,659
4	1,378	4	1,378	1	1,492	2	1,560	2	2,147	4	1,537
				2	1,373	4	1,538	2	2,000	6	1,501

пластования глин отмечаются скопления вторичного гипса. Гранулометрический состав глин: фракция < 0,001 мм – 49%, 0,001-0,01 мм – 18,5%, 0,01-0,1 мм – 20%, > 0,1 мм – 12,5%; карбонатность низкая – 0-8%. Структура лептопелитовая, алевропелитовая, реликтовая пелловая, текстура беспорядочная, реже пятнистая и слабо ориентированная. Пирокласты представлены обломками пород, плагиоклазом, вулканическим стеклом, пироксеном. Частицы алеврито-песчаной размерности представлены интенсивно измененными обломками пород, вулканическим стеклом и полевыми шпатами (95-100% легкой фракции), плагиоклазами (1-5%), гидроокислами железа (80-95% тяжелой фракции), магнетитом (5-10%), гематитом (1-2%), авгитом, гиперстеном, диопсидом (1%), мусковитом, биотитом (1%), эпидотом, цирконом, сфеном (1%). Породообразующим глинистым минералом является монтмориллонит (70-90%), в качестве примесей встречаются хлорит, иллит и каолинит (табл. 1,

обр. 132). Глины характеризуются повышенным содержанием суммы низко- и высокотемпературной воды, титана, преобладанием магния над кальцием и щелочами. Содержание кремнезема (в том числе свободного), алюминия+титана, двух- и трехвалентного железа, натрия+калия, кальция+магния, а также номенклатурных гранулярных фракций и карбонатных включений размером 0,1-1 мм соответствуют регламентациям ГОСТ-ов. Таким образом, глины молассовой

Таблица 2

Химический состав олигоценых глин РА

Окислы	Севано-Ширакская зона, шлировая формация	Севано-Ширакская зона, молассовая формация	Приереванский прогиб, шлировая формация	Вайкский прогиб, шлировая формация
	2016	130	2	113
Si <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	57,88	58,75	47,06	61,12
TiO <sub>2</sub>	0,77	0,70	0,67	1,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,27	15,29	19,90	17,06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,15	3,42	2,47	1,36
FeO	1,08	1,28	2,36	1,54
MnO	0,07	0,08	0,07	-
CaO	2,15	1,05	4,06	2,94
MgO	1,14	2,83	3,74	1,39
H <sub>2</sub> O	5,13	5,35	10,00	4,68
п.п.п.	8,27	8,75	7,31	4,60
Na <sub>2</sub> O	1,41	0,62	1,83	2,00
K <sub>2</sub> O	0,88	1,35	0,95	2,50
S <sub>2</sub>	0,28	0,25	0,25	0,25

формации Севано-Ширакской зоны можно охарактеризовать как озерные вулканогенно-осадочные, полиминеральные (с монтмориллонитом в качестве преобладающего глинистого минерала), среднедисперсные, с низким содержанием крупнозернистых включений (в том числе карбонатных), с высоким содержанием силикатного и низким – свободного кремнезема, полукислые руды со средним содержанием красящих окислов (табл. 3). Перечисленные характеристики соответствуют нормативам ГОСТ-ов для грубокерамического сырья [5,6].

**Приереванский прогиб.** Наиболее полные разрезы шлировой формации наблюдаются на южном крыле Ацаванской синклинали и на северо-западном крыле Шорахбюрской антиклинали; мощность отложений достигает здесь более 800 м (рис. 1в). Основными типами пород являются глины, алевролиты и песчаники, меньше распространены рифовые известняки, характерным является наличие песчано-глинистых конкреций размером до 110 см. Мощность глинистых пластов обычно составляет 5-15 м, иногда (в кровле формации) достигает более 100 м, простирается до 2 км. Глины составляют около 60% объема формации. Они плотные, но хорошо размокают в воде, цвет светло- и темно-серый. В глинах отмечены обуглившиеся растительные остатки,

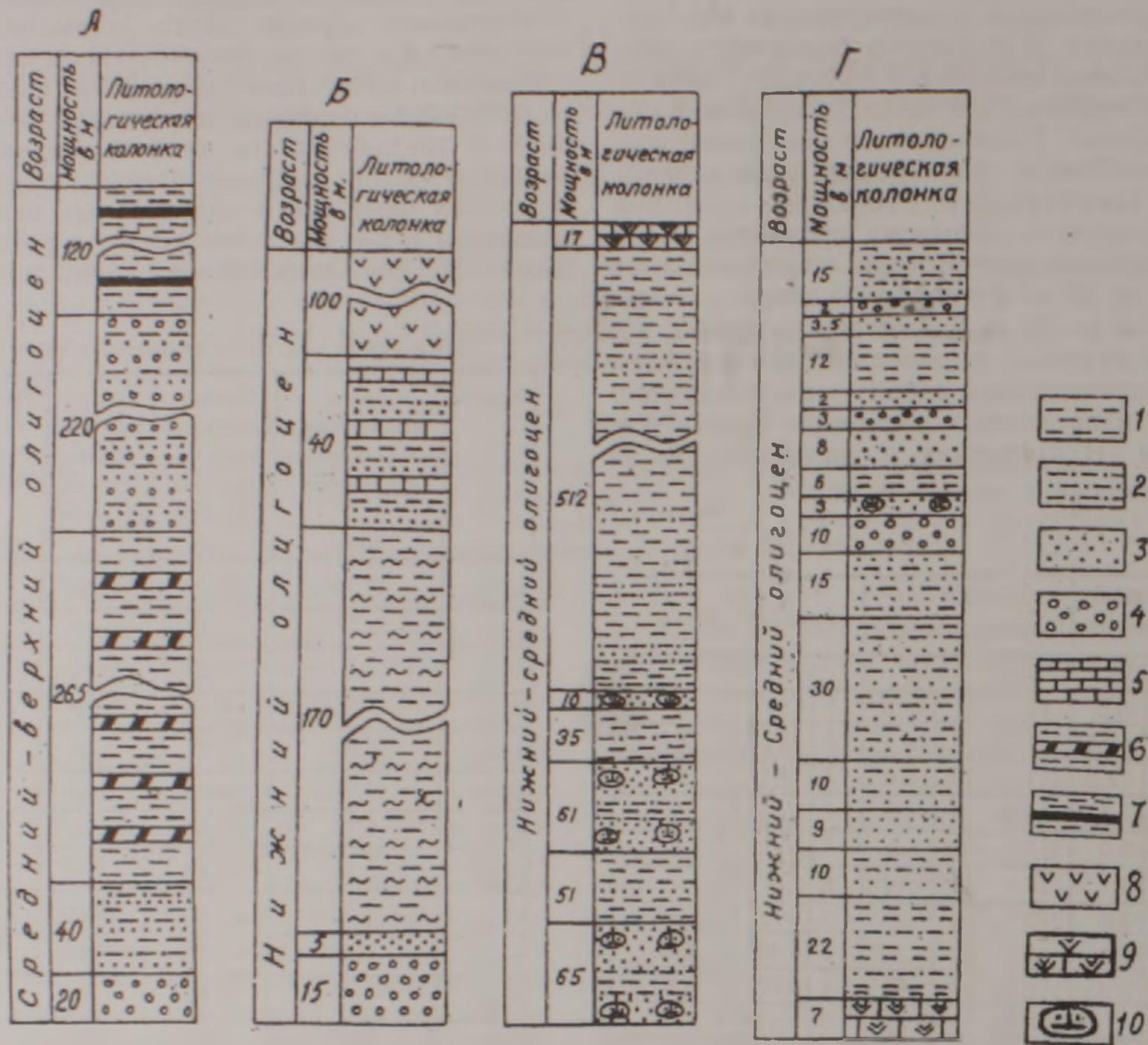


Рис 1 Разрезы олигоценых отложений Севано-Ширакской зоны (А, Б), Приереванского (В) и Вайкского (Г) прогибов. Составили И.Х.Петросов и А.А.Садоян, О.А.Саркисян. Условные обозначения: 1. Глина 2. Алевролит 3. Песчаник 4. Гривелит конгломерат 5. Известняк 6. Глина с прослоями алевролитов и горючих сланцев 7. Глина с прослоями конгломератов, песчаников, алевролитов, углей и углистых сланцев 8. Андезит 9. Известняк рифовый 10. Конкреции.

шарообразные стяжения пирита, прожилки гипергенного гипса. Средний гранулометрический состав глин: фракция  $< 0,001$  мм – 50%,  $0,001-0,01$  мм – 30%,  $0,01-0,1$  мм – 20%,  $> 0,1$  мм – 10%; карбонатность колеблется в пределах 10-20%. Структура глин мегапелитовая, алевропелитовая, текстура слабо ориентированная, реликтовая пепловая. В песчано-алевролитовой фракции установлены: авгит (1-10% тяжелой фракции), обыкновенная роговая обманка (1-10%), биотит (до 2%), апатит (до 1%), циркон (до 1%), глаукофан (до 1%), магнетит (5-15%), ильменит+хромит (5-15%), лимонит (30-40%), измененные полевые шпаты и обломки пород (70-100% легкой фракции), обломки изверженных и осадочных пород (5-50%), вулканическое стекло (1-10%). Породообразующим глинистым минералом является монтмориллонит (70-80% глинистой основы), постоянно встречаются железистый хлорит и диоктаэдрическая гидрослюда, вместе составляющие около 30% (табл.1). Глины характеризуются повышенным содержанием кальция и магния, воды (адсорбционной+кристаллизационной) и незначительным содержанием суммы щелочей (табл.2).

Таким образом, рассматриваемые глины

можно охарактеризовать как морские вулканогенно-осадочные, монтмориллонитовые (с примесью хлорита и гидрослюда), высоко- и среднедисперсные, с низким или средним содержанием крупнозернистых (в том числе карбонатных) включений, высокопластичные, полукислые руды с высоким содержанием красящих окислов, с оптимальными технологическими свойствами и химическим составом (табл.3). Эти характеристики соответствуют требованиям ГОСТ-ов к грубокерамическому сырью [5,6].

**Вайкский прогиб.** В этой зоне шлировая формация включает часть отложений верхнего эоцена. Они известны в районе сел Элпин, Ринд, Малишка, Зовашен, Агавнадзор, Гетап, где представлены песчаниками и глинами с прослоями известняков, алевролитов, туфопесчаников и конгломератов (рис.1г). Мощность формации составляет 200-300 м. Мощность глинистых пластов колеблется в пределах от нескольких до 20 и более метров. Глины составляют около 30% объема формации. В них отмечаются угловатые и сферические отдельности, образующиеся, очевидно, в результате гипергенных процессов. Гранулометрический состав глин: фракция  $< 0,001$  мм – 31%,  $0,001-0,01$  мм – 45%,  $0,01-$

0,1 мм – 20%, >0,1 мм – 4%; карбонатность высокая – обычно колеблется в пределах 15-20%, иногда достигает 30-40%. Цвет глин серый, темно-серый, желтовато-серый, они плотные и массивные. Структура глин алевропелитовая и псаммопелитовая, реликтовая пелловая; текстура беспорядочная и слабо ориентированная. В глинистой основе отмечаются скопления и примазки гидроокислов железа, мелкие стяжения пирита, растительный детрит, кремнистые и известковые раковины микрофауны; ядра последних нередко заполнены окисленным пиритом, хлоритом, зеленой слюдой. В глинах с высокой карбонатностью, по составу приближающихся к мергелям, карбонатное вещество представлено перекристаллизованным кальцитом. Для этой разновидности характерны пятнистые текстуры и мегапелитовые структуры. Иммерсионным методом в песчано-алевритовой фракции установлены: измененные обломки пород и полевые шпаты (до 90% легкой фракции), плагиоклазы (до 20%), вулканическое стекло (до 10%), кварц (до 5%), биотит, мусковит (0-2%), гидроокислы железа (80-90% тяжелой фракции), магнетит (до 30%), гематит (до 20%), пирит (до 20%), биотит (до 10%), авгит, гиперстен, барит, целестин (до 20%) и другие, менее распространенные минералы. Основными глинистыми минералами являются монтмориллонит (30-40% глинистой основы), гид-

ролюда (около 30%), хлорит (до 30%) (табл.1). Отмечаются различия в содержании ряда элементов в глинах отдельных разрезов. В целом они характеризуются повышенным содержанием кремнезема, суммы щелочей и низким содержанием адсорбционной и высокотемпературной воды (табл.2).

Таким образом, глины шлировой формации Вайкского прогиба относятся к морским вулканогенно-осадочным полиминеральным (с незначительным преобладанием монтмориллонитового компонента), среднедисперсным, полукислым рудам с оптимальными технологическими свойствами, минеральным и химическим составом, отвечающими требованиям ГОСТ-ов к грубокерамическому сырью [5,6] (табл.3).

### Заключение

Изученные глины относятся к морскому или озерному (молассовая формация) вулканогенно-осадочному генетическому типу; в формировании вещественного состава глин важное значение имели и осадочные, и вулканические процессы, равно как и вещество обоого происхождения. В соответствии с ГОСТ-ами глины этих генетических типов могут быть источником грубокерамического сырья.

Глины относятся к полиминеральным, гидро-

Таблица 3

Регламентации ГОСТ-ов важнейших технологических параметров, вещественного состава и гранулометрии грубокерамического сырья и соответствующие характеристики олигоценых глин РА

Параметры	Регламентации ГОСТ-ов	Глины шлировой формации Севано-Ширакской зоны	Глины молассовой формации Севано-Ширакской зоны	Глины шлировой формации Приереванского прогиба	Глины шлировой формации Вайкского прогиба
Число пластичности	Не менее 7	15	17	25	12
Водопоглощение обожженного черепка	Не менее 6%	10%	12%	13,5%	11,2%
Карбонатные включения размером 0,1-1 мм	Не более 70%	0,0-2,0%	0-8%	5-20%	15,0-40,0%
Содержание фракций:					
< 0,001 мм	Более 15%	48%	40-49%	40-55%	31%
0,001-0,01 мм	Более 30%	35%	40%	30-60%	45%
0,01-0,1 мм	Не более 5%	0-3%	0-3%	0-2%	0-1%
0,1-0,25 мм	Не более 85%	54,0-57,9%	56,8-60,0%	45-51%	52,3-62,4%
0,25-0,5 мм	Не более 7%	16-18,8%	15,7-18,7%	17-22%	16,5-20,2%
0,5-1 мм	Не более 14%	4,09-7,8%	3,01-4,8%	4,4-7,5%	1,77-11,0%
1-5 мм	Не более 20%	3,11-6,87%	1,6-4,9%	4-8%	2,23-5,44%
> 5 мм	Не более 7%	1,51-3,23%	1,1-2,98%	2,6-5,8%	3,1-6,1%
Суммарная S (в пересчете на SO <sub>2</sub> )	Не более 2%	0,1-1,0%	0,2-1,5%	0,5-1,45%	0,1-0,2%
Основные глинистые минералы	Каолинит Иллит Монтмориллонит Хлорит	— 0-10% 50-70% 30-50%	0-10% 0-10% 70-90% 0-20%	— 0-20% 70-80% 0-20%	— 20-30% 30-40% 20-30%

слюда-хлорит-монтмориллонитовым (с существенным или незначительным преобладанием монтмориллонитового компонента), средне- и высокодисперсным, с низким, реже средним содержанием крупнозернистых (в том числе карбонатных) включений, с высоким содержанием силикатного (в том числе свободного) кремнезема, с оптимальным содержанием других химических компонентов и водорастворимых солей, высоко- и среднепластичным, с оптимальным или высоким содержанием красящих окислов, с низким содержанием суммарной серы, полуокислым рудам. Перечисленные характеристики соответствуют регламентации ГОСТ-ов для грубокерамического сырья.

Учитывая геологические условия залегания, вещественный состав и технологические свойства, а также близость к Еревану и коммуникациям, глины шлировой формации Приереванского прогиба рассматриваются среди прочих как наиболее перспективный источник грубокерами-

ческого сырья. С целью промышленного освоения этого объекта рекомендуется проведение детальных поисково-разведочных работ на площади между селами Шорахбюр, Вохчаберд, Ацаван, Джрашен с обязательным полузаводским испытанием глины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Габриелян А.А. 1964, Палеоген и неоген Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Армянской ССР, 299 с.
2. Петросов И.Х. 1983, Глинистые породы Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Армянской ССР, 322 с.
3. Садоян А.А. 1989, Литология палеогена Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 288 с.
4. Саркисян О.А. 1965, Палеоген Севано-Ширакского синклинория. Ереван: Изд. "Митк", 178 с.
5. Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация. ГОСТ 9169-75, М.: с.3-13, 1975.

## ՀՀ օլիգոցենի ՆՍՏՎԱԾՔԱՅԻՆ ՈՒ ՀՐԱՔԽԱՆՍՏՎԱԾՔԱՅԻՆ ԿԱՎԵՐՐԸ ՈՐՊԵՍ ԿՈՊԻՏ ԽԵՑԵՓՈՐԾՈՒԹՅԱՆ ՀՈՒՄՔ

Ի. Խ. Պետրոսով, Ա. Ա. Սադոյան

### Ամփոփում

Հետազոտված կավերը վերաբերվում են հրաբխանստվածքային (գերազանցապես հրաբխատերիզեն) տիպի ծովային մոլասային համախմբությանը: Այս կավերի նյութական կազմի ձևավորման մեջ մեծ դեր են խաղում ինչպես հրաբխային, այնպես էլ նստվածքային ծագման մթերքները: Ուսումնասիրված կավերը համապատասխան ԳՈՍՏ-ի կարող են հանդիսանալ կոպիտ խեցեգործության հումքի աղբյուր:

Ուսումնասիրված կավերը վերաբերում են հիդրոփայլար-քլորիտ-մոնոմորֆիլոնիտային (մոնոմորֆիլոնիտային բաղադրամասի էական կամ աննշան տիրապետություն), միջին կամ բարձր դիսպերսային, խոշորահատիկ (այդ թվում և կարբոնատային) ներփակումների ցածր, հազվադեպ միջին պարունակությամբ, սիլիկատային կայծքարի (այդ թվում և ազատ) բարձր պարունակությամբ, այլ քիմիական բաղադրամասերի և ջրում լուծվող աղերի բավարար պարունակությամբ, բավարար և բարձր պարունակությամբ գունավորող օքսիդներով, ընդհանուր ծծումբի ցածր պարունակությամբ, բարձր և միջին պարունակության կիսաթթու հանքերին: Թվարկված բնութագրերը համապատասխանում են կոպիտ խեցեգործության հումքի ԳՈՍՏ-ին:

Հաշվի առնելով տեղադրման երկրաբանական պայմանները, նյութական կազմը և տեխնոլոգիական հատկանիշները, ինչպես նաև մոտիկությունը Երևան քաղաքին և հաղորդակցության ճանապարհներին, Մերձերևանյան ճկվածքի շիրային համախմբության կավերը դիտարկվում են որպես կոպիտ խեցեգործական հումքի ամենահեռանկարային աղբյուր:

Այս օբյեկտի արդյունաբերական յուրացման նպատակով առաջարկվում է կատարել մանրամասն որոնողահետախուզական աշխատանքներ Շորաղբյուր, Ողջաբերդ, Հացավան, Զրաչեն գյուղերի միջև ընկած տարածքում, կավերի կիսագործարանային պարտադիր փորձարկմամբ:

## SEDIMENTARY AND VOLCANOGENIC-SEDIMENTARY OLIGOCENE CLAYS IN THE REPUBLIC OF ARMENIA AS A SOURCE OF ROUGH RAW CERAMICS MATERIAL

I. Kh. Petrosov, and A. A. Sadoyan

### Abstract

The technological properties (plasticity, water absorption, etc.), material composition and structure of the Oligocene clays in the northern and central parts of the RA are studied for the purpose of their assessment as rough raw ceramics material. It is established that all the clays comply with the GOST standards. The most promising are the clays of the Near-Yerevan sagging, which are recommended for further detailed survey.

## О ВЕРХНЕЮРСКИХ МОНТМОРИЛЛОНИТОВЫХ ГЛИНАХ ШАМШАДИНСКОГО АНТИКЛИНОРИЯ (СОМХЕТО-КАРАБАХСКАЯ ЗОНА)

© 2001 г. Р. А. Мандалян, Р. Г. Мхитарян

Институт геологических наук ИАН РА  
375019 Ереван, пр Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения,  
E-mail: hrshah@sci.am  
Поступила в редакцию 14.05.2000 г.

Верхнеюрские монтмориллонитовые глины Шамшадинского антиклинория, развитые в составе вулканогенно-карбонатной формации, сформировались путем стадийного преобразования тонкозернистых гялокластитов базальтового и андезито-базальтового состава и характеризуются высокими обменными способностями. В условиях влажного климата Тавушской области они приобретают текучесть, приводящую к развитию оползней и оползней-обвалов.

*Геологическое положение, парагенезис.* Вулканогенно-карбонатная формация верхней юры-нижнего мела северо-восточной части Армении (Сомхето-Карабахская зона) характеризуется сочетанием морского мелководного карбонатонакопления и преимущественно трещинных излияний базальтового и андезитового состава [3,6]. По северному крылу Шамшадинского антиклинория, в бассейнах среднего течения рек Ахум и Тавуш в разрезе формации обособляется эффузивно-гялокластитовая ассоциация известково-щелочной петрохимической серии, развитая на стратиграфическом уровне оксфорда-кимериджа, вероятно, и титона [2,6]. При мощности 500-900 м она слагается подушечными лавами, подушечными брекчиями, гялокластитами и монтмориллонитовыми глинами. В подчиненном количестве присутствуют потоки миндалекаменных лав компактного строения, а также линзы карбонатных пород – известняков и доломитов. Последние участками заметно обогащены вулканокластическим материалом, вплоть до перехода в смешанные образования [5]. Эта субаквальная ассоциация перекрывается толщей наземных вулканитов (базальты, андезиты, туфы) титона-валанжина мощностью 250-550 м, известной под названием артаминской свиты [Ренгартен, 1959]. Подушечные лавы эффузивно-гялокластитовой ассоциации образованы миндалекаменными сфероидами с преобладающей величиной 50-65 см в поперечнике и отчетливо проявленной коркой закала. Среди них имеются разновидности как с плотной, так и рассредоточенной упаковкой, содержащие обильный гялокластитовый наполнитель. Подушечные брекчии состоят из обломков "пиллоу", погруженных в гялокластитовый цемент. Форма их разнообразна: от полусфер и сегментов до мелких угловатых и трапециевидных фрагментов. Подушечные брекчии либо являются непосредственным продолжением потоков, либо слагают самостоятельные тела протяженностью до 350-400 м. Их формирование отражает момент максимальной дезинтеграции лавовых сфероидов при быстром их остывании в морской воде. Конечным результатом термического шока явилось раскалывание и интенсивное шелушение (десквамация) "пиллоу" с формированием гя-

локластитов. Часть их осаждается вблизи мест образования, другая же разносится течениями и сортируется. Это преимущественно слоистые и реже массивные оглиненные породы – зелено-вато-бурые (пятнистые), оливково-зеленые и светло-коричневые. По гранулометрии они разнообразны: от крупнообломочных (0,8-2,5 см), содержащих щебень и глыбы, до тонкораздробленных – песчано-алевритистой и пелитовой размерности. В них часто наблюдается градиционная слоистость. Изучение в шлифах показывает, что гялокластиты слагаются полуугловатыми и слегка округлыми витрическими фрагментами, испытывшими палагонитизацию, хлоритизацию и монтмориллонитизацию. В подчиненном количестве присутствуют полусферы или цельные глобулы гидратированного стекла с относительно светлой окраской и реликтами концентрического строения. Максимальное "затемнение" палагонитизированного стекла связано с обильными выделениями железистых и титанистых минералов. В крупных фрагментах (15-25 мм) заметны микролейсты измененного плагиоклаза и включения пироксена, а в тонкозернистых разностях обычно замещение стекла смешаннослойным хлорит-сметитовым веществом. В этой преобразованной массе присутствуют халцедон, цеолиты, хлориты, лейкоксен, магнетит, гематит, лимонит, гидрогетит, кальцит, доломит. Для химического состава (табл.1) показатель пониженное содержание кремнезема, что прежде всего обусловлено его выносом, а также присутствием связанной и гигроскопической воды в количестве 6,29-11,43%. По сравнению с потоками "пиллоу"-лав заметно повышенное содержание титана и соизмеримое соотношение Na/K при постоянном превышении натрия.

*Основные черты вещественного состава.* Монтмориллонитовые глины представлены выдержанными слоистыми накоплениями и реже комковатыми агрегатами в связующей массе подушечных брекчий. В обнажении это светло-коричневые породы, жирные на ощупь. Участками они включают прослой и линзы карбонатных пород: известняков и доломитов (рис.1.). Максимальные их скопления мощностью от нескольких до 8,5 м развиты по левобережью р Ахум, в

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГИАЛОКЛАСТИТОВ И ГЛИН

NN	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	n.n.n.	CO <sub>2</sub>
1	42.05	0.98	15.38	8.42	0.66	7.82	6.47	0.22	1.52	0.77	0.28	0.10	5.33	6.10	4.90
2	43.39	1.08	15.65	8.90	0.67	7.17	6.77	0.18	0.72	0.58	0.17	не обн.	6.42	5.50	3.70
3	41.25	1.13	15.42	8.85	0.66	10.05	6.82	0.09	1.40	0.60	0.25	0.08	4.29	2.00	7.11
4	42.29	0.97	15.85	7.83	0.88	9.12	5.84	0.11	1.18	0.97	0.29	0.08	5.12	3.15	6.33
5	43.05	0.95	14.14	9.40	0.44	5.13	8.07	0.07	0.06	0.62	0.08	не обн.	7.88	5.36	4.75
6	42.30	0.99	14.28	8.29	0.24	3.90	5.92	0.02	0.18	0.72	0.06	0.04	12.36	8.32	0.38
7	44.69	0.85	14.75	8.65	0.35	1.40	9.38	0.04	0.10	0.22	0.19	не обн.	10.00	6.08	—
8	43.25	0.46	17.09	12.45	1.00	1.16	7.67	0.07	0.48	0.49	0.30	не обн.	7.23	12.20	—
9	51.11	1.22	14.12	6.40	0.28	1.02	4.94	0.01	0.06	1.00	не обн.	0.08	10.52	10.24	—
10	49.40	1.14	14.49	6.72	0.14	2.28	3.77	0.01	0.10	1.12	не обн.	не обн.	8.45	13.36	—

Образцы 1-4 представляют гиалокластиты, 5-6 – природные образцы монтмориллонитовых глин; 7-10 – их отмученную глинистую фракцию. Анализы приведены к 100%.

центре села Навур и на юго-восточной окраине г. Берд. Что касается частично оглиненных гиалокластитов, то суммарная их мощность по разрезу достигает 320-350 м.



Рис.1. Пачка монтмориллонитовых глин с прослоями доломитов.

Чистые разновидности глин пространственно связаны с зонами развития хорошо отсортированных тонкослоистых гиалокластитов. В шлифах они выглядят тонковолокнистой, хлопьевидной массой с редкими фрагментами частично хлоритизированного и монтмориллонитизированного вулканического стекла. Контуры последнего нечеткие и устанавливаются в скрещенных николях по внутренней структуре.

Обломочная примесь представлена зернами хлоритизированного и карбонатизированного плагиоклаза, пироксенов (гиперстен, диопсид, авгит), изредка базальтической роговой обманки. Кроме того, в глинистом материале присутствуют цеолиты, хлориты, лейкоксен, магнетит, гематит, лимонит, кальцит, доломит.

Основная часть глинистой фракции представлена монтмориллонитом, о чем свидетельствуют рентгеновский, электронно-микроскопический, термический и другие виды анализов (рис.2).



Рис.2. Электронно-микроскопический снимок суспензии монтмориллонитовой глины. Ув. 30000 (ЭВМ-100Л).

На рентгенограммах природных образцов фиксируется серия базальных рефлексов с  $d(001)$  от 13,8 до 15,0 Å. После насыщения глицерином последние возрастают до 17-18 Å, а в результате прокаливания межплоскостные расстояния сокращаются до ~ 10 Å. В нескольких образцах базальный рефлекс с  $d(001) \approx 14$  Å не изменяется после насыщения глицерином, что связано с примесью хлорита.

Термограммы фиксируют три эндоэффекта с максимумами соответственно при 150°, 560°, 860° и 930° и один экзотермический пик (образование высокотемпературных фаз). При этом первый эндоэффект выражен интенсивнее второго и третьего. По данным электронографического анализа, параметры элементарной ячейки монтмориллонитов находятся в пределах:  $a = 5,18 \text{ Å} - 5,20 \text{ Å}$ ;  $b = 8,96 \text{ Å} - 9,00 \text{ Å}$ . Повышение значения параметра  $b$  (9,00 Å) указывает на высокое содержание железа.

Почти постоянно в глинах присутствует хлорит в количестве от следов до 20%. На рентгенограммах природных образцов фиксируется рефлекс с  $d(001) \sim 14 \text{ Å}$ , который не изменяется после их обработки. По данным электронографии, параметры хлорита:  $a = 5,3 \text{ Å}$ ;  $b = 9,22 \text{ Å}$  [8]. Диагностируется также присутствие гидрослюды.

Глины характеризуются высокими содержаниями железа и магния, заметны отчетливое превышение ванадия (в пределах 0,024-0,032; среднее 0,028%) и слегка завышенный фон лития. Примечательны близкларковые содержания Ba, Sr, Ni, Co, Cr, Cu, Pb, Zn [3]. Карбонатность природных образцов колеблется в пределах 1,8-20% и находится в зависимости от примеси раковинного детрита, оолитов, доломита и развития карбонатных прожилков. Обменная емкость — 98,50 мг-экв/100 г характерна для монтмориллонитовых глин [1] и представлена следующим комплексом:  $K^+ - 0,57 \text{ мг-экв/100 г}$ ;  $Na^+$  — следы;  $Ca^{2+} - 87,08$ ;  $Mg^{2+} - 10,85$ .

В дождливые периоды эти породы и частично оглиненные гиалокластиты приобретают ползучесть и испытывают смещения в форме оползней и оползней-обвалов. В первом случае происходит медленное скольжение глинистых слоев под действием силы тяжести, во-втором — переувлажненные блоки при движении распадаются с формированием комковатой массы, накапливающейся не только в понижениях рельефа, но и на ровных площадках. Это имеет место и вдоль стратегически важной горной дороги Иджеван-Берд — чаще на отрезке по левобережью р. Ахум, где липкая глинистая масса перегородивает трассу, делая ее непроезжей.

*Условия формирования и геологическое значение* Как следует из геологического описания, монтмориллонитовые глины являются продуктом преобразования гиалокластитов базальтового и андезито-базальтового состава. Многостадийный процесс охватывал значительный промежуток времени, начиная от трещинных излияний в условиях морского мелководья до полной литификации осадка. Особенности минерально-химического состава и парагенезиса позволяют на-

метить следующую последовательность преобразований сидеромеланового стекла.

— Сингенетическая и диагенетическая гидратация (палагонитизация), связанная с взаимодействием гиалокластитов с наддонной водой и иловыми растворами.

— Продолжение палагонитизации по мере перекрытия преобразующихся гиалокластитов новыми потоками "пиллоу"-лав, испытывающими десквамацию.

— Автометаморфизм, гидротермальное выщелачивание и гальмиролиз в условиях подтока вулканического тепла и активизации поровых и реликтовых морских вод.

— Раскристаллизация образовавшегося из гиалокластитов геля в монтмориллонит.

— Постепенное обезвоживание тонкодисперсных илов и уменьшение их объема в связи с усадкой.

Преобразования приводили к выносу из вулканитов кремнезема и в этой связи примечательно развитие в известняках того же стратиграфического уровня линз и желваков светло-серых силицитов, что отчетливо проявлено по юго-восточной части водораздела Агстев-Ахум [3,6]. Судя по ограниченному развитию железомарганцовых корок и конкреций, а также близкларковому содержанию в глинах Cu, Ni, Co, заметного выноса этих металлов не происходило. Интересным представляется и обратное (по сравнению с гиалокластитами) соотношение калия и натрия. Очевидно, с оглинением тонкораздробленной гиалокластики происходил привнос калия морского источника. Возможность этого процесса доказана практикой морского бурения [DSDP] и экспериментальными работами [9,12]. Согласно этим данным, возрастание содержания  $K_2O$  является результатом низкотемпературного (ниже 150°C) взаимодействия базальтов с морской водой.

Безусловно, на ход преобразований оказывали влияние обстановка седиментации и состав иловых растворов, которые в условиях аридного климата приобретали повышенную минерализацию и склонность к диагенетической доломитизации. В этом смысле показательно частое сонахождение пятнистых доломитизированных известняков и доломитов с оглиненными хлоритизированными гиалокластитами. Очевидно, участки мелководного бассейна с интенсивным прогревом вод, устойчивыми умеренно-щелочными условиями и повышенным магниальным фоном являлись благоприятной средой для монтмориллонитизации и хлоритизации гиалокластитов. В этих же условиях имеет место быстрая нейтрализация кислых вулканических растворов седиментационным карбонатным компонентом [6,7]. И в заключение отметим, что монтмориллонит не образует заметных скоплений среди гиалокластитов андезитового состава, развитых в той же ассоциации. В большей мере они подвержены хлоритизации, цеолитизации, кальцитизации и реже гематитизации.

Близкий к изложенному механизм оглинения гиалокластитов был выявлен в верхнеюрской толще Капанского антиклинория [4,6].

Судя по приведенным данным, изученные глины имеют практическую ценность. Нами предварительно намечены следующие сферы возможного их использования с учетом последующих технологических испытаний: очистка, осветление масел, фильтрация вин, очистка шерсти и промышленных вод, добавки к кормам, изготовление водоупорных прокладок в гидротехнических объектах. Адсорбирующие свойства природно — активных глин монтмориллонитового ряда могут быть использованы в целях извлечения и удаления радиоактивных элементов из отходов, за исключением Rn и других нуклидов, присутствующих в виде анионов.

При нагревании до 900-1000°C монтмориллонит спекается и теряет способность к анионному обмену, поэтому радиоактивные катионы, адсорбированные ранее, оказываются прочно связанными [10,11].

**Заключение** Результаты проведенных исследований позволяют обсудить ряд насущных вопросов геологического развития Шамшадинского антиклинория

— В качестве продукта превращений расстеклованного гиадокластитового компонента верхнеюрские монтмориллонитовые глины являются закономерным членом вулканогенно-осадочного парагенезиса. В этой связи отчетлива их зависимость не только от типа субаквальных вулканических проявлений и состава продуктов, но и обстановки седиментации, контролирующей такие особенности исходного вещества как сортировка, гранулометрический состав, а также характер некоторых преобразований.

— Весьма показательно отсутствие существенных переходов в другие разновидности глин и сохранность высоких обменных способностей, что в первую очередь обусловлено характером последующего развития региона: это вывод к поверхности верхнеюрских пород в связи с ростом новообразованных поднятий малокавказской островодужной зоны, небольшая мощность выше лежащих образований, относительно слабое проявление третичного орогенеза и отсутствие новейшего вулканизма.

— В условиях влажного современного климата, характерного для Тавушской области Армении, монтмориллонитовые глины приобретают текучесть, приводящую к развитию оползней и оползней-обвалов. В этой связи выявленные закономерности формирования глин могут существ-

венно помочь при прогнозе оползневых явлений и разработке защитных мероприятий.

Работа выполнена в рамках темы 02-1325, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дегенс Э.Т. Геохимия осадочных образований. М.: Мир, 1967, 298 с.
2. Мандалян Р.А. Эффузивно-гиадокластитовая ассоциация в верхнеюрском-нижнемеловом вулканогенно-осадочном комплексе Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1978, №6, с.22-34.
3. Мандалян Р.А. Вулканогенно-карбонатная формация верхней юры-нижнего мела северной части Армянской ССР (литология, основные черты палеовулканизма, полезные ископаемые). — В кн.: Стратиграфия и литология Армянской ССР. — Ереван: Изд. АН АрмССР, 1979, с.101-193.
4. Мандалян Р.А., Мовсесян М.А. О верхнеюрских монтмориллонитовых глинах Кафанского антиклинория. Уч. зап. ЕГУ, естеств. науки, №3(163), 1986, с.121-124.
5. Мандалян Р.А. Карбонатонакопление и вулканизм в эвгеосинклинальных прогибах верхней юры-неокома Малого Кавказа. В кн.: Осадочная оболочка Земли в пространстве и времени. Седименто- и литогенез. Доклады советских геологов. Межд. геол. конгресс, XXVIII сессия. Вашингтон, М.: Наука, 1989, с.209-214.
6. Мандалян Р.А. Верхнеюрский-неокомский седименто- и литогенез Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1990, 172 с.
7. Мандалян Р.А. О вулканогенно-карбонатном парагенезисе (аналитический обзор и генетическая интерпретация). Изв. АН Армении, Науки о Земле, т.47, №1-2, 1994, с.24-34.
8. Петросов И.Х. Глинистые породы Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Армянской ССР, 1983, 322 с.
9. Hart S.R., K, Rb, Cs contents and K/Rb, K/Cs ratios of fresh and altered submarine basalts, Earth Planet. Sci. Lett. 6(1969), 295-303.
10. Kuzvart M., Industrial minerals and rocks, Academia, Praha 1984, pp. 1-470.
11. Rankama K., Progress in isotope geology, John Willey and Sons, New York — London, 1963, pp. 1-705.
12. Seyfried W.E., Jr. and Bischoff J.L. Low temperature basalt alteration by seawater: an experimental study at 70°C and 150°C, Geochim. Cosmochim. Acta 43(1979) 1937-1947.

**ՇԱՄՇԱԴԻՆԻ ԱՆՏԻԿԼԻՆՈՐԻՈՒՄԻ ՎԵՐԻՆ ՅՈՒՐԱՅԻ  
ՄՈՆՏՄՈՐԻԼՈՆԻՏԱՅԻՆ ԿԱՎԵՐԻ ՄԱՍԻՆ,  
(ՍՈՄԽԵԹ-ՂԱՐԱԲԱՂՅԱՆ ԳՈՏԻ)**

**Ռ. Ա. Մանդալյան, Ռ. Գ. Մխիթարյան**

**Ա մ փ ո փ ու մ**

Շամշադինի անտիկլինորիումի վերին յուրայի մոնտմորիլոնիտային կավերը էֆուզիվ-հիալոկլաստիտային ասոցիացիայի մշտական բաղադրիչներն են: Սրանք առաջացել են բազալտային և անդեզիտ-բազալտային ապակե փուլի ստադիական վերափոխումների հետևանքով՝ պալագոնիտացման, գալմիրոլիզի և սրանսվապորիզացման մասնակցությամբ: Նյութական և կավային բաղադրիչի լավ պահպանվածությունը վկայում է էպիգենեզի բարեխառն բնույթի և հետագա թույլ դիսլոկացիոն վերափոխումների մասին: Զրակալության պայմաններում կավերը ստանում են հոսունություն, որոնք հանգում են այժմ սողանքների զարգացմանը և սողանք-փլվածքների առաջացմանը:

**ABOUT THE UPPER JURASSIC MONTMORILLONITE CLAYS  
OF THE SHAMSHADIN ANTICLINORIUM  
(SOMKHET-KARABAKH ZONE)**

**R. A. Mandalyan, R. G. Mkhitaryan**

**Abstract**

The Upper Jurassic montmorillonite clays of the Shamshadin anticlinorium developed within the volcanogenic-carbonate formations have formed through stage-by-stage transformation of finely grained hyaloclastites of basaltic and basaltic andesite compositions, and are characterized by high exchange properties. In the conditions of damp climate in the Tavoush region, they become viscous, which leads to the development of landslides and rock-fall landslides.

## РЕЗУЛЬТАТЫ НЕФТЕПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ГАРНИЙСКОЙ ПЛОЩАДИ

© 2001 г. Ю. Р. Каграманов

Институт геологических наук НАН РА  
375019 Ереван, пр Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения  
Поступила в редакцию 12.03.1999 г

На основании анализа выполненных сейсморазведочных работ методом ОГТ, бурения скважин, лабораторных исследований керна и шлама по Гарнийской площади были оценены палеогеновые отложения и выделены перспективные структуры с предложением по дальнейшему развитию нефтепоисковых работ.

На Гарнийской площади, расположенной в 20 км юго-восточнее г. Еревана, выполнен большой объем сейсмических работ методом ОГТ Аштаракской комплексной геофизической компанией треста "Западнефтегеофизика" (Белоруссия) и Армяно-Американской геологоразведочной компанией (ААГК), пробурены две скважины Гарни-1 (Управление геологии Армении) и Азат-1 (ААГК).

Скважина Гарни-1 была остановлена на глубине 1415 м и в верхних слоях среднего эоцена. Скважина Азат-1 была пробурена до глубины 3524 м и вскрыла верхнемеловые отложения. Опробовательские работы в скважинах не проводились.

Информация о структурном строении Гарнийской площади была получена в определенной степени лишь по верхне-среднеэоценовым отложениям. Это сложнопостроенная, нарушенная разломами площадь и осложненная отдельными локальными структурами. Ее южная часть, покрытая лавовым потоком, практически лишена сейсмической информации. В северо-западной части площади выделяется осложненная тектоническими разрывами антиклиналь, на южном крыле которой была пробурена скважина Гарни-1. Структура достаточно четко выражена на сейсмических профилях NRY-97-A12 и NRY-97-A3 (рис. 1, 2)

В юго-западной части Гарнийской площади, в разрезе профиля NRY-97-A11 выделяется небольшая антиклиналь по отложениям среднего эоцена (рис. 3).

Интенсивные нефтепроявления, отмеченные в отложениях верхнего эоцена (40-1000 м) и среднего эоцена (1015-1100, 1283-1300 и 1308-1310 м) в процессе бурения скважины Гарни-1 [2], а также результаты битуминологических исследований образцов керна из скв. Гарни-1 и образцов шлама из скв. Азат-1, позволяют рассматривать выделенные структуры как потенциально перспективные.

На северо-западной структуре можно выделить три тектонически экранированные ловушки, две из которых приурочены к верхнеэоценовым и одна — к среднеэоценовым отложениям (рис. 1,2). Залежи, видимо, сохранились в северной части структуры. В южной ее части вследствие тектонических подвижек залежи нефти были разрушены. Хроматографические исследования образцов битумоидов, извлеченных из керна (705-775 м) и из бурового раствора на глубинах

960-1000, 1015-1100, 1308-1310 м из скв. Гарни-1, свидетельствуют о содержании в них нефти (лаборатория нефти проф. Петрова А.А., ИГиРГИ).

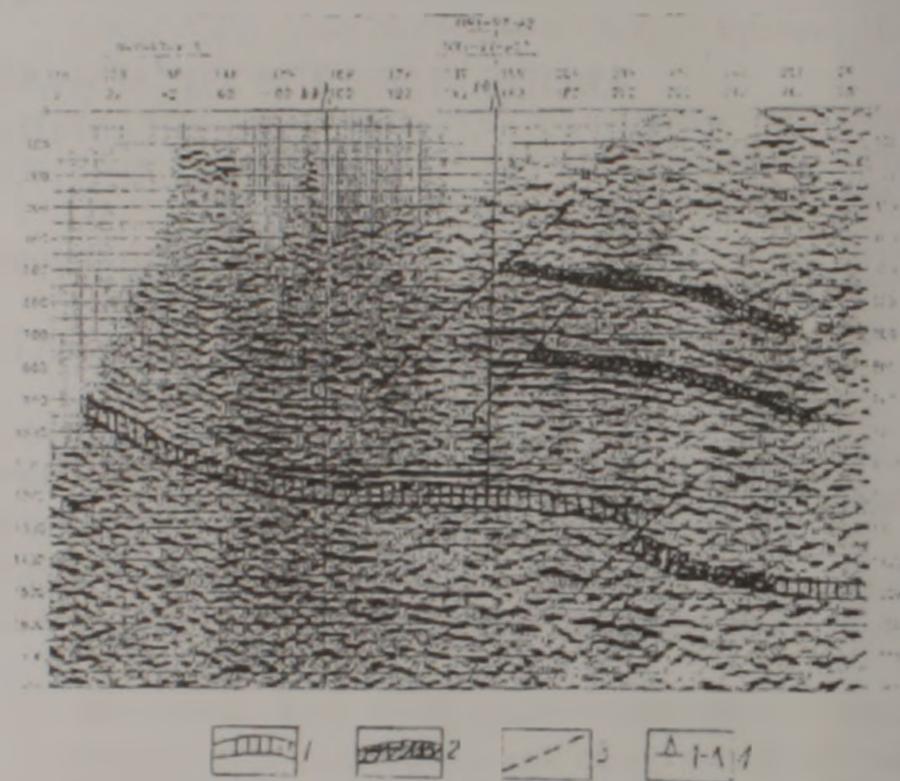


Рис 1 Сейсмический профиль NRY-97-A12 1 - перспективный горизонт в эоценовых отложениях, 2 - возможная нефтяная залежь; 3- тектоническое нарушение; 4 - местоположение пробуренных скважин

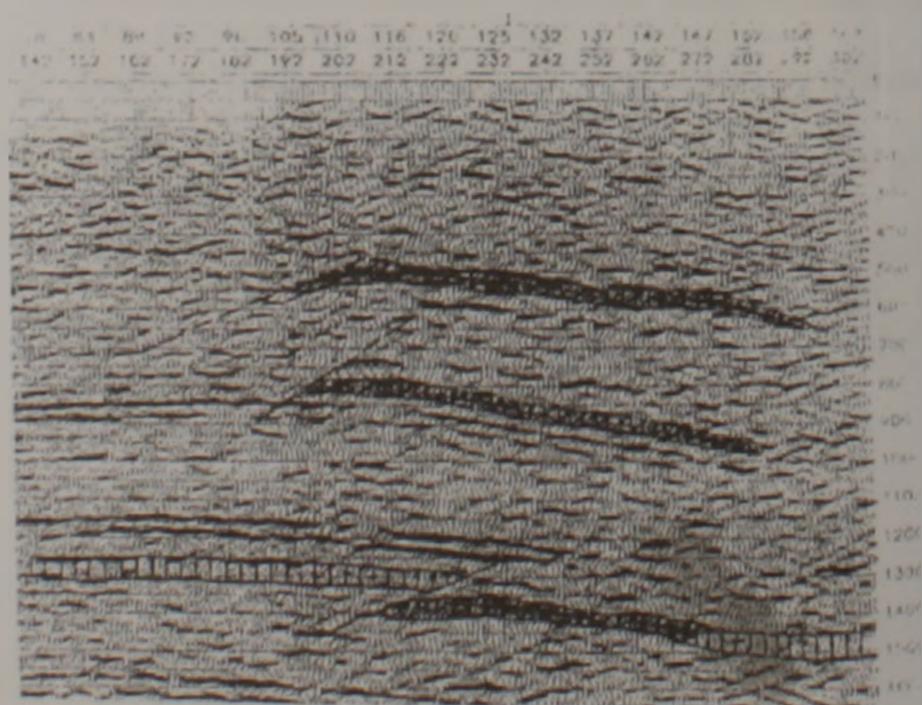


Рис 2 Фрагмент сейсмического профиля NRY-97-A3 Условные обозначения см рис.1

Об этом же говорят результаты анализа 54-х образцов керна, в которых содержания  $C_{org}$  в большей части верхнего эоцена превышают 1%

с тенденцией увеличения вниз по разрезу до 1,8%, а отношение хлороформенного экстракта к спиртобензольному, в основном, варьируется от 0,2 до 1,0, иногда достигая 4,0.

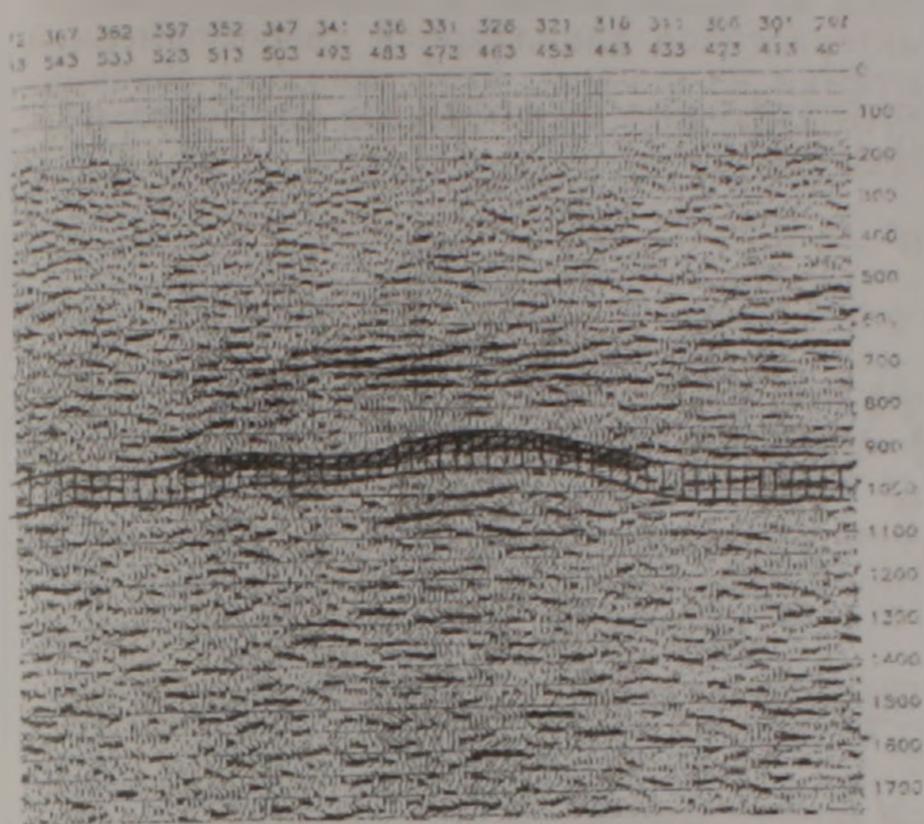


Рис. 3 Фрагмент сейсмического профиля NRY-97-A11. Условные обозначения см. рис.1.

На возможность существования залежей нефти в отложениях верхнего и среднего эоцена показывают и данные лабораторных исследований образцов шлама из скв. Азат-1, расположенной в 1 км южнее скважины Гарни-1. Отложения верхнего эоцена (111-875 м) характеризуются содержанием Сорг в породе от 0,35 до 1% при увеличении значений вниз по разрезу. В этом же направлении увеличивается содержание хлороформенного экстракта от 0,0025 до 0,02%. Это указывает на возможную миграцию углеводородов в отложениях верхнего эоцена.

При исследовании образцов шлама из отложений среднего эоцена был выделен ряд интервалов, которые характеризуются высоким содержанием органического вещества в породах. По данным горячей экстракции битума образцов шлама из глубин 1209 и 1233 м, содержание масляной фракции превышает 40% от общего компонентного состава хлороформенного битумоида (табл.1). Высокое содержание масел свидетельствует о присутствии в органическом веществе аллохтонного битумоида, т.к. при автохтонной его природе количество масел не должно превышать 30%.

В разрезе среднего эоцена особо выделяется интервал (1539-1584 м) с содержанием Сорг в породе от 0,5 до 1% при высоком содержании хлороформенного экстракта битума (0,08%) в большей части своего разреза (1548-1575 м).

Этот интервал может рассматриваться как наиболее перспективный объект в разрезе среднего эоцена для поиска залежей нефти и, вероятнее всего, на северо-западной структуре; хотя не исключаются возможные скопления нефти в южной части Гарнийской площади, где наблюдается подъем пластов среднеэоценовых отложений. Этот интервал в районе скважины Азат-1

прослеживается на временном разрезе профиля NRY-97-A12 в пределах 1150-1225 миллисекунд (рис.1). Предполагаемая залежь этого интервала выделяется в северо-западной структуре на сейсмическом профиле NRY-97-A12 в пределах 1325-1475 миллисекунд между пикетами 220 и 247 (рис.1) и на профиле NRY-97-A3 в пределах 1350-1450 миллисекунд между пикетами 114 и 147 (рис.2).

Таблица 1

Результаты анализа битумов, извлеченных из шлама скважины Азат-1

Глубина отбора (м)	Горячая экстракция в двух растворах (%)		Компонентный состав битума					
	Хлороформ	Спирто-бензол	Хлороформенный битум			Спирто-бензольный битум		
			Асфальтены %	Масла %	Смолы %	Асфальтены %	Масла %	Смолы %
1209	0,0132	0,0289	15,67	41,25	43,08	-	-	-
1233	0,0159	0,0376	17,12	42,24	40,64	-	-	-
3212	-	7,58	-	-	-	23,84	40,84	35,32
3215	-	0,2686	-	-	-	16,90	44,43	38,67

Возможно обнаружение залежи нефти в рассматриваемом интервале среднего эоцена и юго-западной антиклинали, выраженной на временном разрезе NRY-97-A11 в пределах 850-950 миллисекунд между пикетами 357 и 314 (рис.3).

Возможные залежи нефти в верхнем эоцене на северо-западной антиклинали определены на временных разрезах NRY-97-A12 и NRY-97-A3 с учетом нефтепроявлений в скв. Гарни-1 (рис.1, 2).

Предполагаемые границы залежей нефти в эоценовых отложениях показаны на схеме расположения сейсмических профилей, выполненных Армяно-Американской геологоразведочной компанией (рис.4).

При оценке перспектив нефтегазоносности Гарнийской площади следует особо обратить внимание на интервал 3212-3218 м в палеоэоценовых отложениях, вскрытых скважиной Азат-1. Породы этого интервала характеризуются высоким содержанием хлороформенного битумоида (0,16-2,5%). По двум образцам шлама, отобраным из глубины 3212 и 3215 м лабораторией нефти и газа (ИГН НАН РА), была проведена горячая экстракция битума и определен групповой состав органического вещества. Из шлама (3212 м) был извлечен битум (7,65% от веса породы), напоминающий тяжелую нефть, с содержанием 40,84% масел, 23,84% асфальтенов и 35,32% смол. Тип битума - смолисто-асфальтеновый битум А. Горячая экстракция образца шлама, отобранного с глубины 3215 м, показывает, что в извлеченном органическом веществе 44,43% масел, 16,90% асфальтенов и 38,67% смол. Тип битума - смолисто-асфальтеновый битум А. Ниже по разрезу (3218 м) содержание хлорофор-

менного битума в шламе составляло 11 баллов (0,16%).

Битум (тяжелая нефть) с глубины 3212 м напоминает нефть из скв. Еранос-1, пробуренной на юго-западном берегу оз. Севан (табл. 2). Компонентный состав тяжелой нефти из скважины Еранос-1 состоит из 46,40% масел, 21,27% асфальтенов и 32,33% смол.

Вытяжка из шлама тяжелой нефти из скв. Шорахбюр-1 (4070 м), расположенной западнее Гарнийской площади на расстоянии 6 км, по своей

характеристике (табл. 2) также напоминает нефти из скважин Азат-1 и Еранос-1. Кроме того, люминисцентная характеристика капиллярной хлороформенной вытяжки из шлама скв. Азат-1 (3212 м) весьма схожа с люминисцентной характеристикой капиллярной хлороформенной вытяжки из шламов, отобранных на глубинах 3970, 3975, 4050, 4070 и 4390 м в скв. Шорахбюр-1 [1].

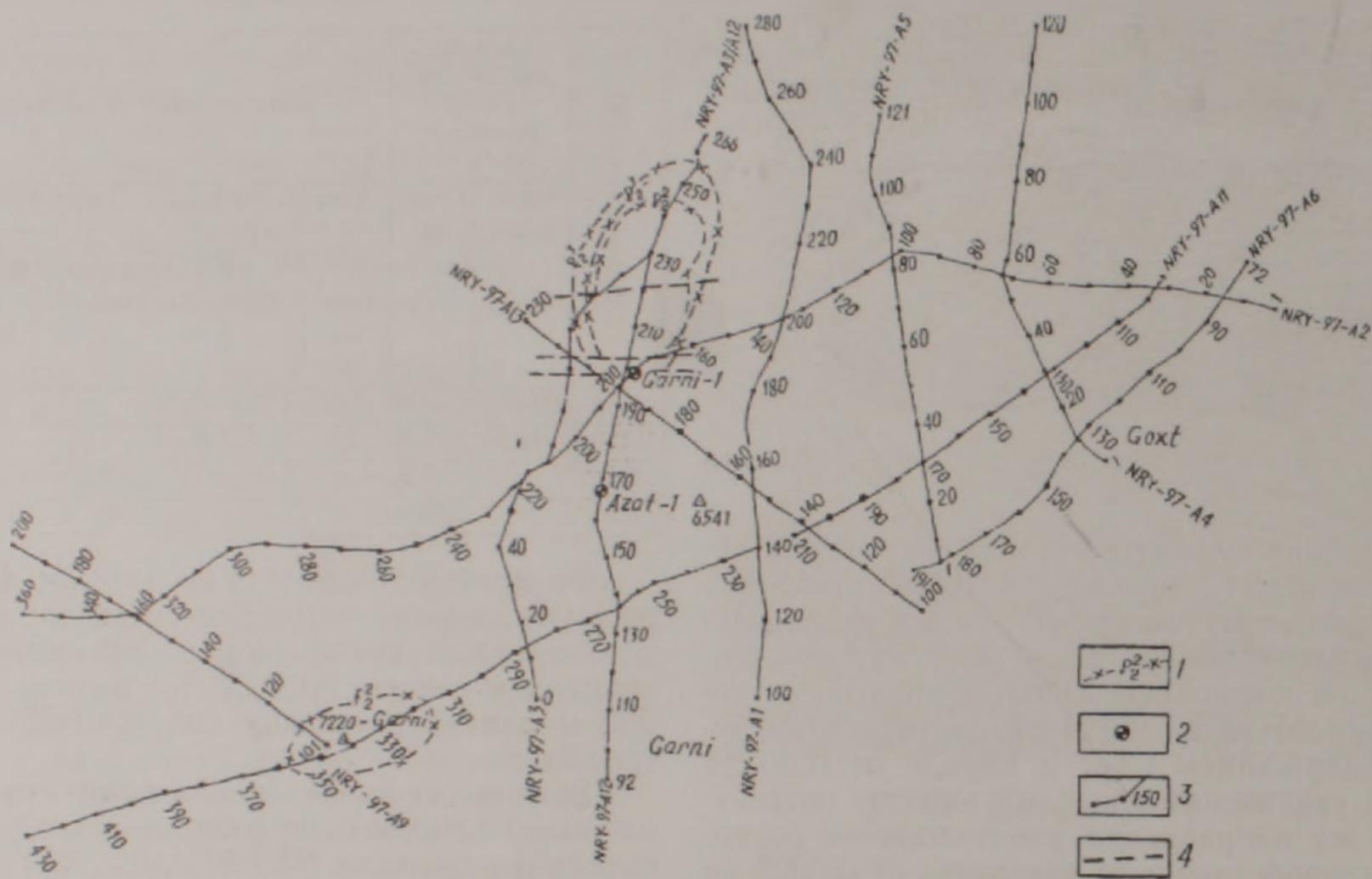


Рис 4 Схема расположения сейсмических профилей на Гарнийской площади. 1 – предполагаемая граница нефтяной залежи; 2 – пробуренная скважина; 3 – линия сейсмического профиля; 4 – тектоническое нарушение.

Таблица 2

Сравнительная характеристика группового состава битумов из скважин Азат-1, Еранос-1, Шорахбюр-1

Скважина	Глубина отбора, м	Содержание группового состава битума, %			Тип битума
		асфальтены	масла	смолы	
Азат-1	3212	23,84	40,84	35,32	САБА
Азат-1	3215	16,90	44,43	38,67	САБА
Еранос-1	910-911	21,27	46,40	32,33	САБА
Шорахбюр-1	4070	22,40	58,21	19,65	САБА

Описанный разрез (3212-3218 м) либо находится на границе нефтяной залежи в пределах контактной зоны нефть-вода, либо отражает следы разрушения залежи.

Имеющаяся сейсмическая информация по нижнему этажу палеогеновых отложений не позволяет достоверно определить структурное положение скважины Азат-1 и наличие ловушки.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о перспективах нефтегазоносности палеогеновых отложений на Гарнийской

площади. Они позволяют выделенные две антиклинальные структуры рассматривать как поисковые объекты на нефть по верхне-среднеэоценовым отложениям.

Первоочередным объектом, видимо, должна быть принята северо-западная антиклиналь, на которой с целью оценки перспектив нефтегазоносности трех выделенных горизонтов в средне-верхнеэоценовых отложениях предполагается заложить поисковую скважину с глубиной до 2000 м на пикете 230 сейсмического профиля NRY-97-A12.

Результаты бурения этой скважины должны определить дальнейшее развитие разведочных работ на Гарнийской площади.

Эта статья выражает личное мнение автора о результатах разведочных работ на данной площади.

Автор статьи выражает глубокую признательность руководству Армяно-Американской геологоразведочной компании за предоставленную информацию по бурению скважины Азат-1 и сейсмическим работам на Гарнийской площади.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каграманов Ю.Р. Перспективы нефтегазоносности Вохчабердского плато и прилегающих площадей. – Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, 1994, N1, с.20-26.
2. Каграманов Ю.Р., Газарян Г.О. К вопросу о перспективах нефтегазоносности Гарнийской площади. – Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1988, N3, с.66-67.

## ԳԱՌՆՈՒ ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ ԿԱՏԱՐՎԱԾ ՆԱՎԹԱՈՐՈՆՈՂԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

Յու. Ռ. Կաղրամանով

Ա մ փ ո փ ու մ

Գառնու տարածքում ՕԳՏ մեթոդով կատարված սեյսմաճետախուզական և հորատման աշխատանքների, ինչպես նաև կեռնի և շլամի լաբորատոր ճետագոտությունների տվյալների վերլուծության հիման վրա գնահատված են պալեոգենի նստվածքները, բացահայտված են հեռանկարային ստրուկտուրաներ և առաջարկություն է արված նավթաորոնողական աշխատանքների ճետագա զարգացման ուղղությամբ:

## RESULTS OF EXPLORATION WORKS FOR OIL WITHIN THE GARNI AREA

Y. R. Kagramanov

Abstract

Paleogene sediments and potential structures were identified based on analysis of materials obtained after CDP seismic works and drilling of wells, laboratory studies of core samples and cuttings; and a proposal is made for further development of oil exploration efforts in the Garni area.

## КРИТЕРИЙ ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ МНОГОЭЛЕКТРОДНОЙ СИСТЕМЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

© 2001 г. А. К. Матевосян

Институт геологических наук НАН РА  
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения,  
E-mail: ramelk@sci.am  
Поступила в редакцию 16.05 2000 г.

С целью повышения эффективности площадных электроразведочных исследований методами сопротивлений и вызванной поляризации с использованием различных систем возбуждения электрического поля необходима разработка соответствующих критериев измерений. В данной статье предлагается один из них – критерий достоверности измерений. На примерах различных однородных анизотропных сред показана эффективность исследований с учетом этого критерия.

Особое значение при выполнении площадных электроразведочных исследований различными (особенно многоэлектродными) системами возбуждения электрического поля методами сопротивлений и вызванной поляризации приобретает определение эффективности (оптимальности) используемой (выбранной) установки измерений [2,3,8]. С этой целью необходима разработка соответствующих количественных показателей, к которым следует отнести критерии достоверности и разрешающей способности электроразведочных измерений. В данной статье рассмотрим критерий достоверности измерений.

При электроразведочных работах критерием достоверности измерений в данном пункте наблюдений может являться величина (интенсивность) искусственно возбуждаемого электрического поля (вектора плотности тока  $j$  в методе сопротивлений и вектора напряженности первичного поля  $E$  – в методе вызванной поляризации). На рис.1 изображены карты распределения вектора плотности тока  $j$  при использовании простых (состоящих из двух питающих электродов) установок. Для многоэлектродных установок, состоящих из единственной системы возбуждения вращающегося электрического поля в рассматриваемом пункте наблюдений [5], этим критерием является минимальная величина  $j$  в этом пункте наблюдений. В частности, определение минимальной величины  $j$  в требуемом пункте при системе возбуждения ABC, состоящей из трех питающих электродов (A, B и C), осуществляется по формуле

$$j_{min}^{ABC} = 2\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)/d}, \quad (1)$$

где  $a=|j^{AB}|$ ,  $b=|j^{AC}|$ ,  $c=|j^{BC}|$  – величины (модули) векторов плотности тока в данном пункте наблюдений при возбуждении электрического поля двумя питающими электродами A и B, A и C, B и C, соответственно;  $p=(a+b+c)/2$ ;  $d=\max\{a, b, c\}$ .

В случае возбуждения системой AB-CD, состоящей из четырех питающих электродов (A, B, C и D), подключенных попарно (A и B, C и D) к двум автономным источникам тока, значение минимальной величины (модуль)  $j$  определяется по выражению:

$$j_{min}^{AB-CD} = 2\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)/d}, \quad (2)$$

где  $a=|j^{AB}|$ ,  $b=|j^{CD}|$ ,  $d=\max\{|j^{AB}+j^{CD}|, |j^{AB}-j^{CD}|\}$ ,  $p=(a+b+d)/2$ . Графически векторы  $j_{min}^{ABC}$  и  $j_{min}^{AB-CD}$  можно представить с использованием схематического представления (диаграмм) вектора  $j$  [7].

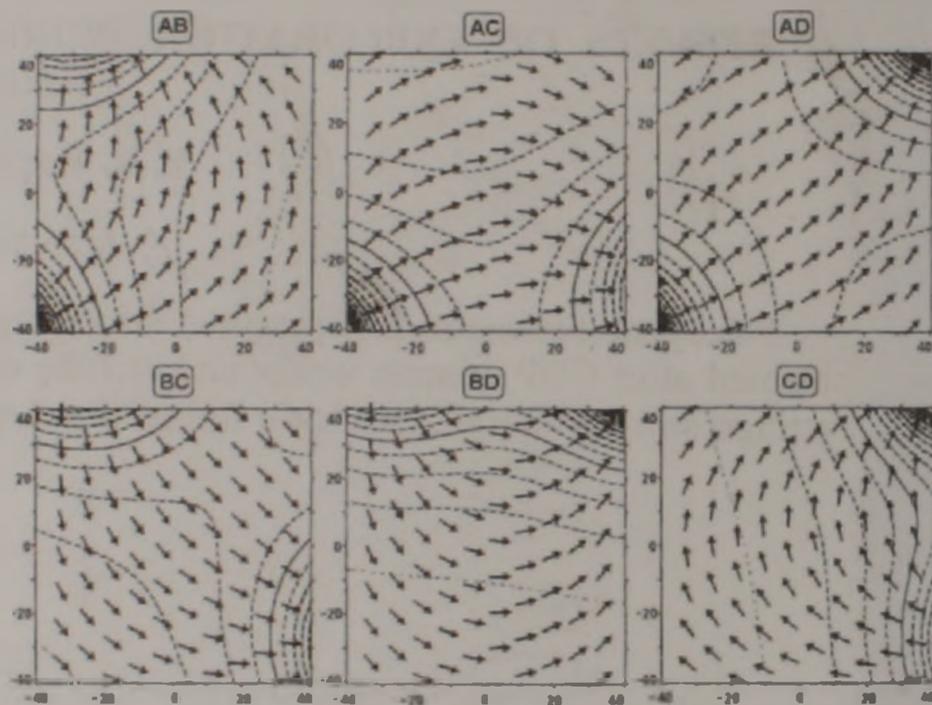


Рис. 1. Карты вектора  $j$  на поверхности однородной изотропной среды при шести (AB, AC, AD, BC, BD, CD) двухэлектродных системах возбуждения электрического поля.

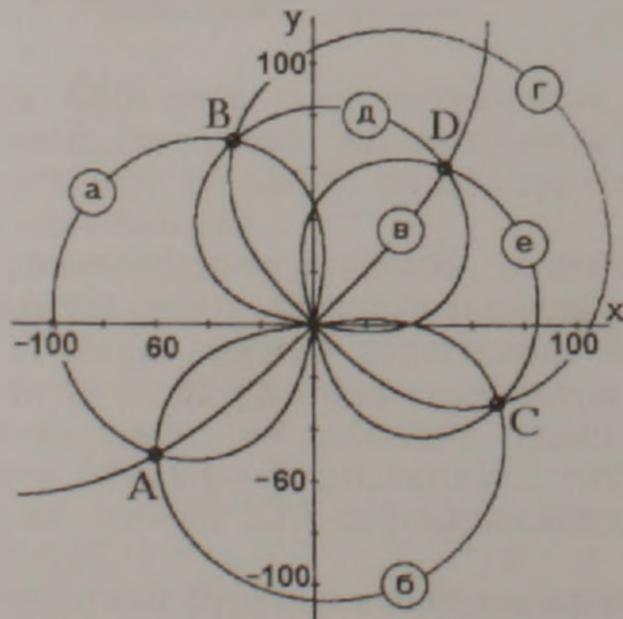


Рис. 2. Схема (план) месторасположения третьего питающего электрода, исключающая возможность возбуждения вращающегося электрического поля в пункте наблюдений, совмещенном с центром координат, при использовании следующих пар питающих электродов: а – A и B; б – A и C; в – A и D; г – B и C; д – B и D; е – C и D.

Аналогичным образом определяется минимальная величина вектора напряженности первичного поля в требуемом пункте наблюдений –  $E_{min}$ .

которая является критерием достоверности измерений для соответствующих (вышерассмотренных) многоэлектродных систем возбуждения при проведении работ методом вызванной поляризации. Заметим, что по принятому определению этого критерия при использовании многоэлектродных систем возбуждения предъявляются более строгие требования, чем к двухэлектродным системам, слагающим многоэлектродную, поскольку достоверными могут являться результаты тех измерений, при которых, независимо от направления возбуждаемого электрического поля, создается поле необходимой величины.

Особое внимание необходимо уделить тому обстоятельству, что в ряде случаев многоэлектродная система возбуждения не позволяет создавать вращающееся электрическое поле в требуемом пункте. С этой целью рассмотрим случай исследования первичного поля (методом сопротивлений), при котором системой возбуждения  $ABC$  невозможно изменять направление вектора возбуждаемого электрического поля (плотности тока  $j$ ) в пункте наблюдений. Допустим, даны координаты двух питающих электродов  $A(x_A, y_A)$ ,  $B(x_B, y_B)$  и пункта наблюдений  $Q(x_0, y_0)$  в ортогональной системе координат  $XOY$ , совмещенной с поверхностью полупространства. Задача сводится к определению местоположения третьего питающего электрода  $C(x_C, y_C)$ , при котором соблюдается равенство  $j^{AC} = m j^{AB}$  (где  $m \neq 0$ ,  $m \neq 1$ ), т.е. наблюдается коллинеарность векторов  $j^{AB}$  и  $j^{AC}$ , полученных при одном ( $AB$ ) и втором ( $AC$ ) вариантах подключения питающих электродов к источнику тока. Представив это условие системой уравнений

$$\begin{cases} j_x^{AC} = m j_x^{AB} \\ j_y^{AC} = m j_y^{AB} \end{cases}$$

где  $j_x^{AB}$ ,  $j_x^{AC}$  и  $j_y^{AB}$ ,  $j_y^{AC}$  —  $x$ - и  $y$ -составляющие векторов  $j^{AB}$ ,  $j^{AC}$ , соответственно, и решив ее относительно  $x_C$  и  $y_C$ , получим

$$x_C = x_0 - a / (a^2 + b^2)^{3/4} \text{ и } y_C = y_0 - b / (a^2 + b^2)^{3/4}, \quad (3)$$

где  $a = (x_0 - x_A)(1 - m) / r_A^3 + (x_0 - x_B)m / r_B^3$ ,  $b = (y_0 - y_A)(1 - m) / r_A^3 + (y_0 - y_B)m / r_B^3$ ,  $r_A$  и  $r_B$  — расстояния от электродов  $A$  и  $B$  до пункта наблюдений, соответственно. На рис.2 приведено то множество месторасположений третьего питающего электрода, при котором различными трехэлектродными системами возбуждения невозможно возбудить вращающееся электрическое поле в требуемом пункте наблюдений, совмещенном с центром выбранной координатной системы. Очевидно, что в частном случае, при расположении питающих электродов и пункта наблюдений на одной прямой, также невозможно возбудить вращающееся поле в данном пункте.

Определив (выбрав) месторасположение третьего питающего электрода с координатами питающего электрода  $C$  по выражениям (3) и воспользовавшись условием  $i^B j^{AB} + i^C j^{AC} = 0$ , при котором многоэлектродная установка  $ABC$  становится нулевой (величина вектора плотности тока

равна нулю) [1,5,6,7], получим соотношение  $i^B / i^C = -m$ . Здесь  $i^B$ ,  $i^C$  — соотношения (значения, нормированные по величине суммарного тока) токов, пропускаемых через питающие электроды  $B$  и  $C$ . Как показано в [5], это соотношение позволяет определять вариант подключения питающих электродов к источнику тока и величину соотношений токов, пропускаемых через питающие электроды, при которых интенсивность возбуждаемого поля в пункте наблюдений равна нулю.

Коллинеарность векторов при одном и втором направлениях возбуждаемого поля можно проследить по картам, приведенным на рис.1. Так, при создании поля трехэлектродной системой возбуждения  $ABC$ , слагающейся из двухэлектродных систем  $AB$ ,  $AC$ ,  $BC$ , нетрудно заметить, что в верхней правой части планшета поле вектора плотности тока характеризуется низкими значениями, а векторы ориентированы по близким друг к другу направлениям. Похожая картина наблюдается и при других трехэлектродных системах ( $ABD$  — в нижней правой части;  $ACD$  — в верхней левой части;  $BCD$  — в нижней левой части). При создании поля четырехэлектродными системами возбуждения  $AB-CD$  и  $AC-BD$  векторы плотности тока, слагающие соответствующую систему возбуждения, ориентированы по близким друг к другу направлениям в центральной части планшета, как бы разделяя его на две части, соответственно горизонтально и вертикально расположенной областью. В случае же возбуждения поля четырехэлектродной системой  $AD-BC$ , векторы плотности тока при одном ( $AD$ ) и другом ( $BC$ ) направлениях на всей площади планшета скрещены (почти ортогональны), что уже предварительно позволяет предположить об ее сравнительно высокой эффективности. Напомним, что при коллинеарности векторов возбуждаемого поля при одном и втором направлениях в пункте наблюдений параметры кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости при исследовании многоэлектродной установкой теряют смысл [5,6,7,9].

Таким образом, многоэлектродная установка становится нулевой только при коллинеарности векторов возбуждаемого электрического поля в рассматриваемом пункте наблюдений при одном и втором вариантах подсоединения питающих электродов к источнику (источникам) тока и при определенном (конкретном) соотношении величин токов, пропускаемых через питающие электроды системы возбуждения.

Для анализа характера возбуждаемого электрического поля многоэлектродной установкой  $ABCD$ , рассмотренной в [5], при работах методом сопротивлений на рис.3 приведены карты изолиний минимальной величины вектора плотности тока ( $j_{min}$ ) трехэлектродных ( $ABC$ ,  $ABD$ ,  $ACD$ ,  $BCD$ ) и четырехэлектродных ( $AB-CD$ ,  $AC-BD$ ,  $AD-BC$ ) систем возбуждений, характеризующихся не более одной системой возбуждения вращающегося электрического поля в произвольном пункте наблюдений. Расчеты проведены при координатах  $A(-60, -50)$ ,  $B(-30, 70)$ ,  $C(70, -30)$ ,  $D(50, 60)$  (в метрах)

для планшета съемки  $-42 м \leq (x, y) \leq 42 м$ , при шаге по  $x$  и  $y$ , равном  $1.5 м$ . На рис.3 те области планшета, где величина  $j_{min}$  меньше некоторого (в данном случае заданного  $0.000005 А/м^2$ ) порогового значения – затемнены. Заметим, что при использовании трехэлектродных ( $ABC, ABD, ACD, BCD$ ) систем возбуждения в определенных краевых частях планшета наблюдаются величины  $j_{min}$  меньше порогового значения, а при четырехэлектродных ( $AB-CD$  и  $AC-BD$ ) – эта область охватывает центральную часть планшета и тем самым приводит к неэффективности их применения. В отличие от них, четырехэлектродная система возбуждения  $AD-BC$  позволяет возбудить электрическое поле со значениями выше пороговой величины по всему планшету. В результате сопоставления этих карт наглядно выявляются существенная зависимость возбуждаемого электрического поля от выбранной системы возбуждения, сложность проявления этого поля и необходимость учета данного фактора при обработке и истолковании результатов векторных измерений (векторной съемки).

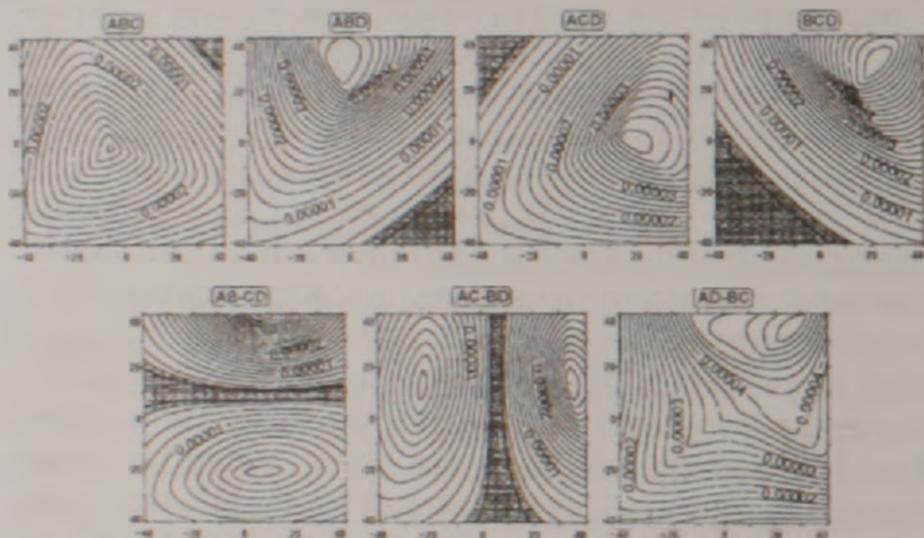


Рис. 3 Карты изолиний  $j_{min}$  на дневной поверхности при семи ( $ABC, ABD, ACD, BCD, AB-CD, AC-BD, AD-BC$ ) многоэлектродных системах возбуждения электрического поля

С целью изучения проявления первичного электрического поля (необходимого при исследованиях методом вызванной поляризации), созданного той же многоэлектродной установкой  $ABCD$  на вышепредставленном планшете съемки, от характера распределения удельного электрического сопротивления исследуемой геоэлектрической среды, на рис.4 приведены карты изолиний минимальной величины вектора напряженности первичного поля ( $E_{amin}$ ) трехэлектродных ( $ABC, ABD, ACD, BCD$ ) и четырехэлектродной ( $AD-BC$ ) систем возбуждений для четырех однородных анизотропных геоэлектрических моделей при  $\rho_n = 1200 Ом \cdot м$  и  $\rho_l = 800 Ом \cdot м$ ,  $\eta_n = 0.01$  и  $\eta_l = 0.05$ ,  $\alpha = 75^\circ$  и  $\beta$  равном  $40^\circ$  (а),  $80^\circ$  (б),  $-10^\circ$  (в),  $-50^\circ$  (г). Здесь  $\rho_l$  и  $\rho_n$  – удельные электрические сопротивления вдоль и поперек плоскости простирания одноосной анизотропии;  $\eta_l$  и  $\eta_n$  – поляризуемости при тех же направлениях;  $\alpha$  – угол падения плоскости анизотропии;  $\beta$  – угол между простиранием плоскости анизотропии и осью  $y$  против часовой стрелки. Математические формулы, по которым определялись параметры электрических полей, приведены в [4,8]. Карты построены с использованием паке-

та программ *SURFER* версии 6.04 фирмы *Golden Software*. На рис.4 области планшета съемки, где величина  $E_{amin}$  меньше заданного (принятого равным  $0.01 В/м$ ) порогового значения – затемнены. Сопоставление этих карт с соответствующими (при одинаковых системах возбуждения) картами, изображенными на рис.3, показывает зависимость эффективности исследования вторичного поля рассматриваемых систем возбуждения от проявления первичного поля (распределения удельного электрического сопротивления геоэлектрической среды).

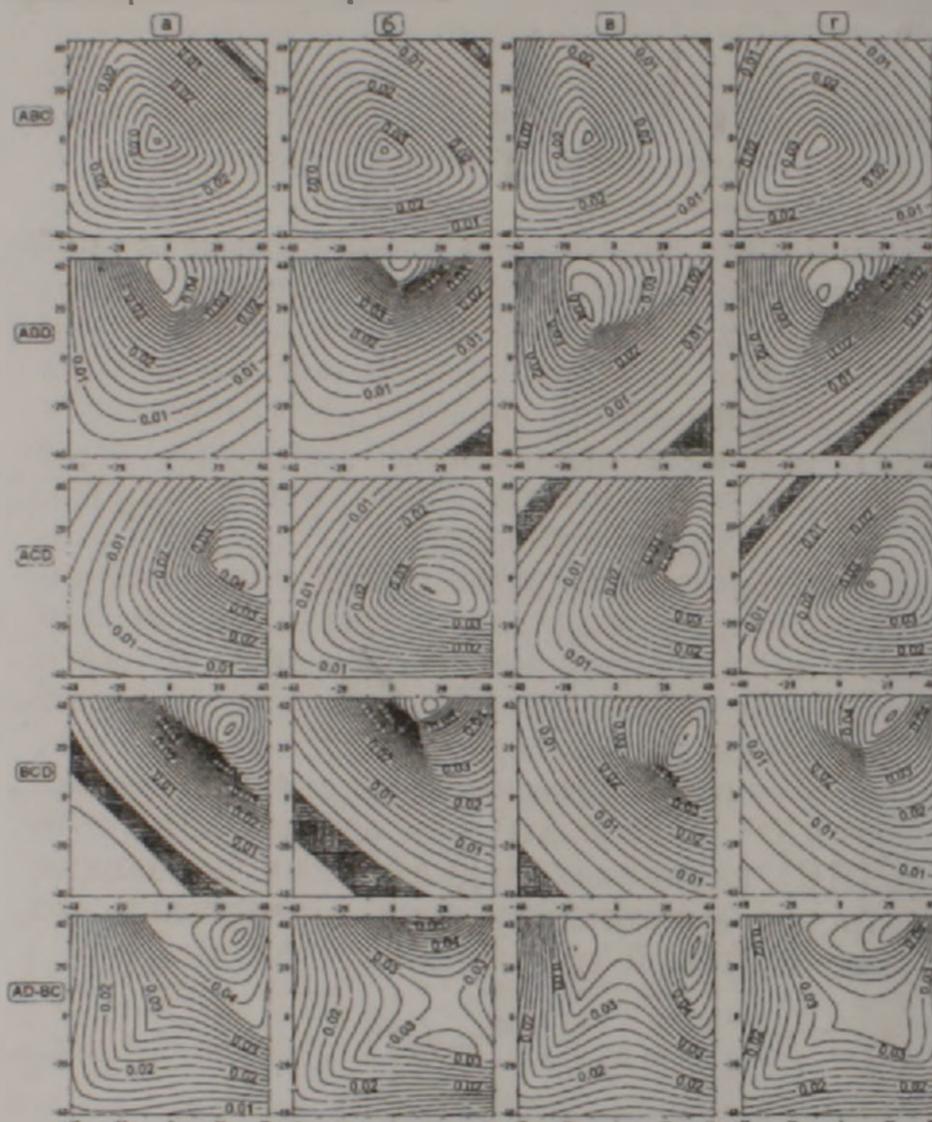


Рис. 4 Карты изолиний  $E_{amin}$  на поверхности однородных анизотропных сред (а -  $\beta=40^\circ$ ; б -  $\beta=80^\circ$ ; в -  $\beta=-10^\circ$ ; г -  $\beta=-50^\circ$ ) при пяти ( $ABC, ABD, ACD, BCD, AD-BC$ ) многоэлектродных системах возбуждения электрического поля.

На рисунках 5-8 приведены карты параметров кажущегося сопротивления ( $\rho_{Smed} = \sqrt{\rho_{Smax} \cdot \rho_{Smin}}$  и  $\rho_{Srel} = \rho_{Smax} / \rho_{Smin}$ , здесь  $\rho_{Smax}$  и  $\rho_{Smin}$  – главные, экстремальные, значения  $\rho_S$ ) и кажущейся поляризуемости ( $\eta_{Smed} = \sqrt{\eta_{Smax} \cdot \eta_{Smin}}$  и  $\eta_{Srel} = \eta_{Smax} / \eta_{Smin}$ , где  $\eta_{Smax}$  и  $\eta_{Smin}$  – главные, экстремальные, значения  $\eta_S$ ) при различных многоэлектродных системах возбуждения [5] для вышепредставленных геоэлектрических моделей анизотропных сред. Общей особенностью проявления представленных параметров КС и КП является резкое их изменение в областях с малыми значениями минимальных значений векторов плотности тока и напряженности первичного поля соответственно, что говорит о низкой достоверности исследований соответствующей системой возбуждения в данной части планшета. Для количественной (обобщенной) оценки эффективности каждой системы возбуждения по предлагаемому (рассматриваемому) критерию, в табл.1 приведены величины относительной (в процентах) эффек-

тивной площади исследований (при исследовании методом сопротивлений — отношение площади исследований с величинами  $j_{\text{мин}}$  больше порогового значения к площади всего планшета, а методом вызванной поляризации — отношение

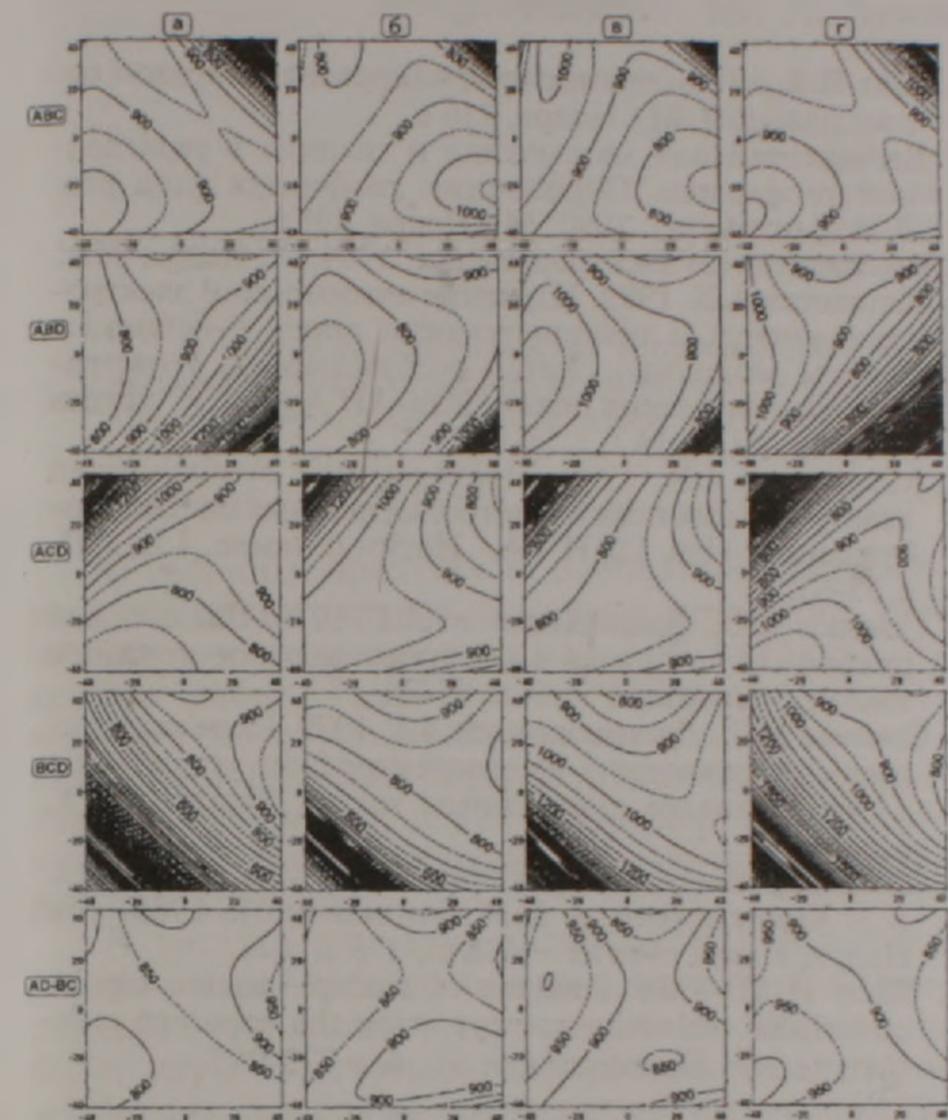


Рис 5 Карты изолиний  $\rho_{Smed}$  на поверхности однородных анизотропных сред (а -  $\beta = 40^\circ$ ; б -  $\beta = 80^\circ$ ; в -  $\beta = -10^\circ$ ; г -  $\beta = -50^\circ$ ) при пяти (ABC, ABD, ACD, BCD, AD-BC) многоэлектродных системах возбуждения электрического поля.

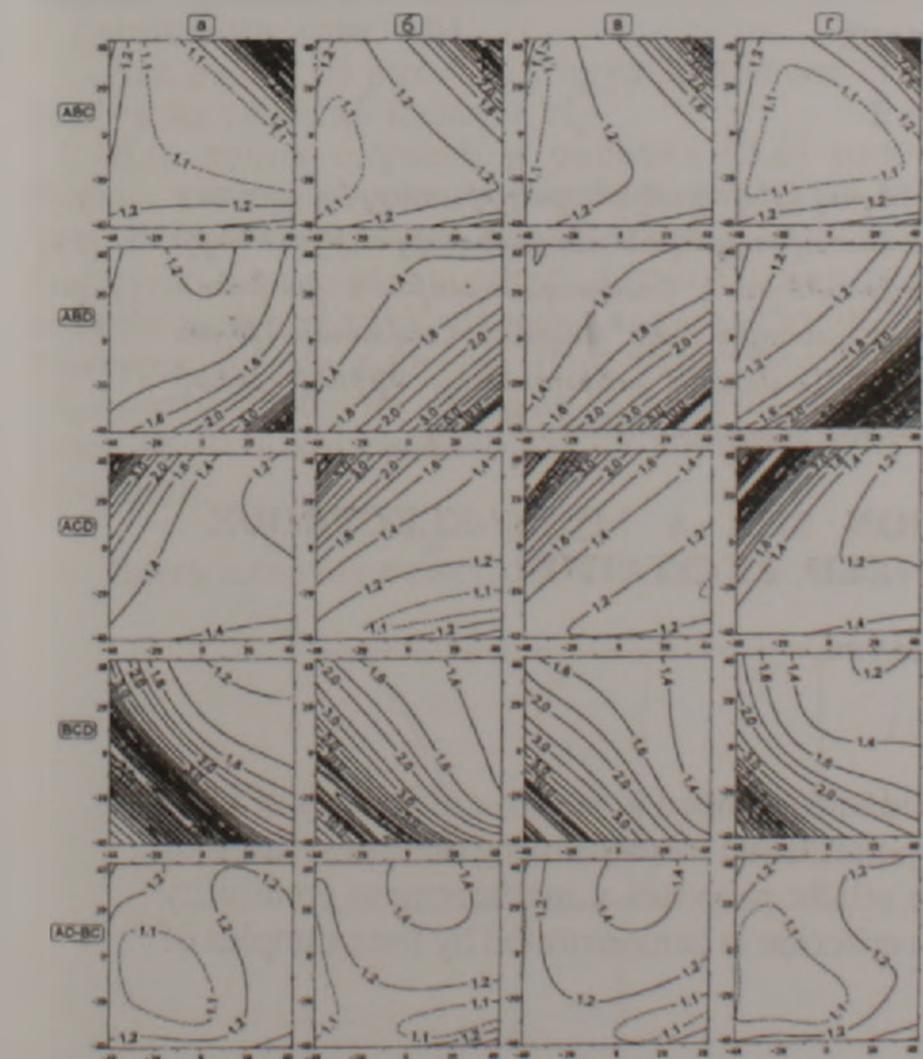


Рис 6 Карты изолиний  $\rho_{Srel}$  на поверхности однородных анизотропных сред (а -  $\beta = 40^\circ$ ; б -  $\beta = 80^\circ$ ; в -  $\beta = -10^\circ$ ; г -  $\beta = -50^\circ$ ) при пяти (ABC, ABD, ACD, BCD, AD-BC) многоэлектродных системах возбуждения электрического поля.

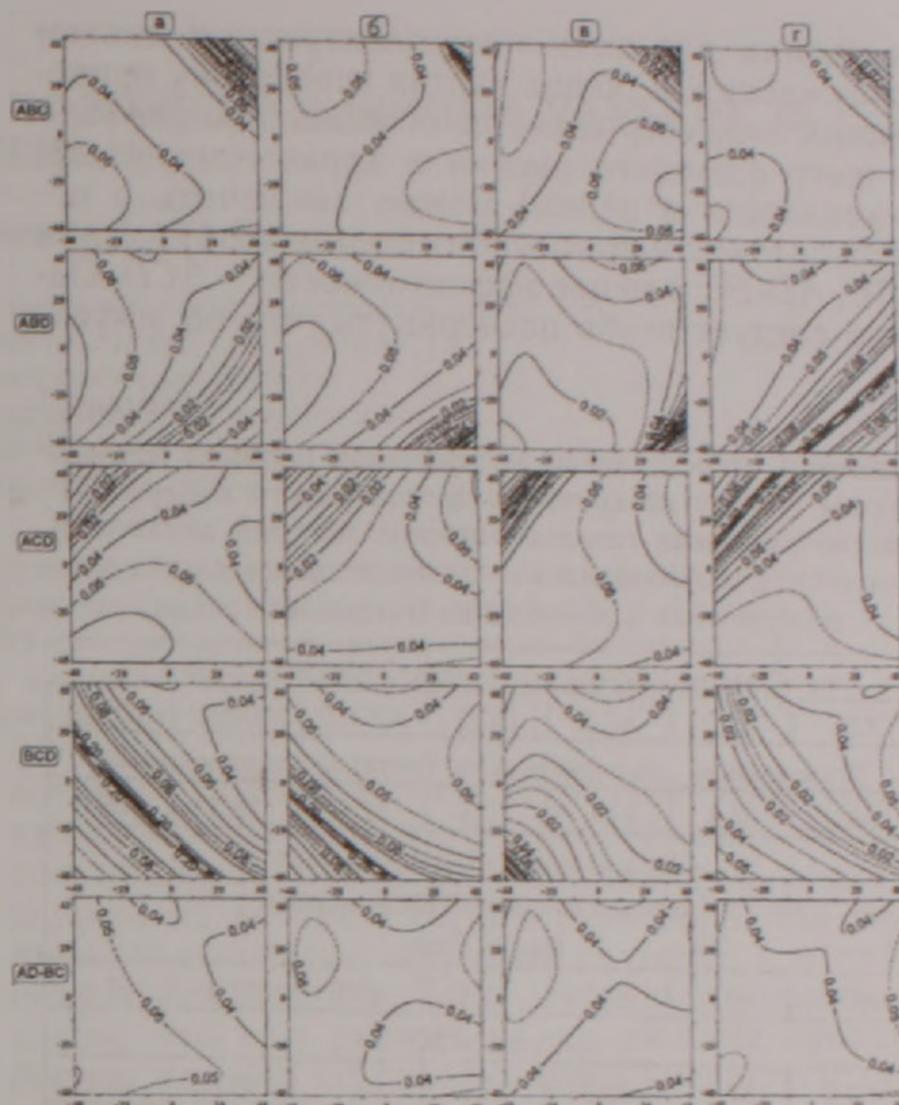


Рис 7 Карты изолиний  $\eta_{Smed}$  на поверхности однородных анизотропных сред (а -  $\beta = 40^\circ$ ; б -  $\beta = 80^\circ$ ; в -  $\beta = -10^\circ$ ; г -  $\beta = -50^\circ$ ) при пяти (ABC, ABD, ACD, BCD, AD-BC) многоэлектродных системах возбуждения электрического поля

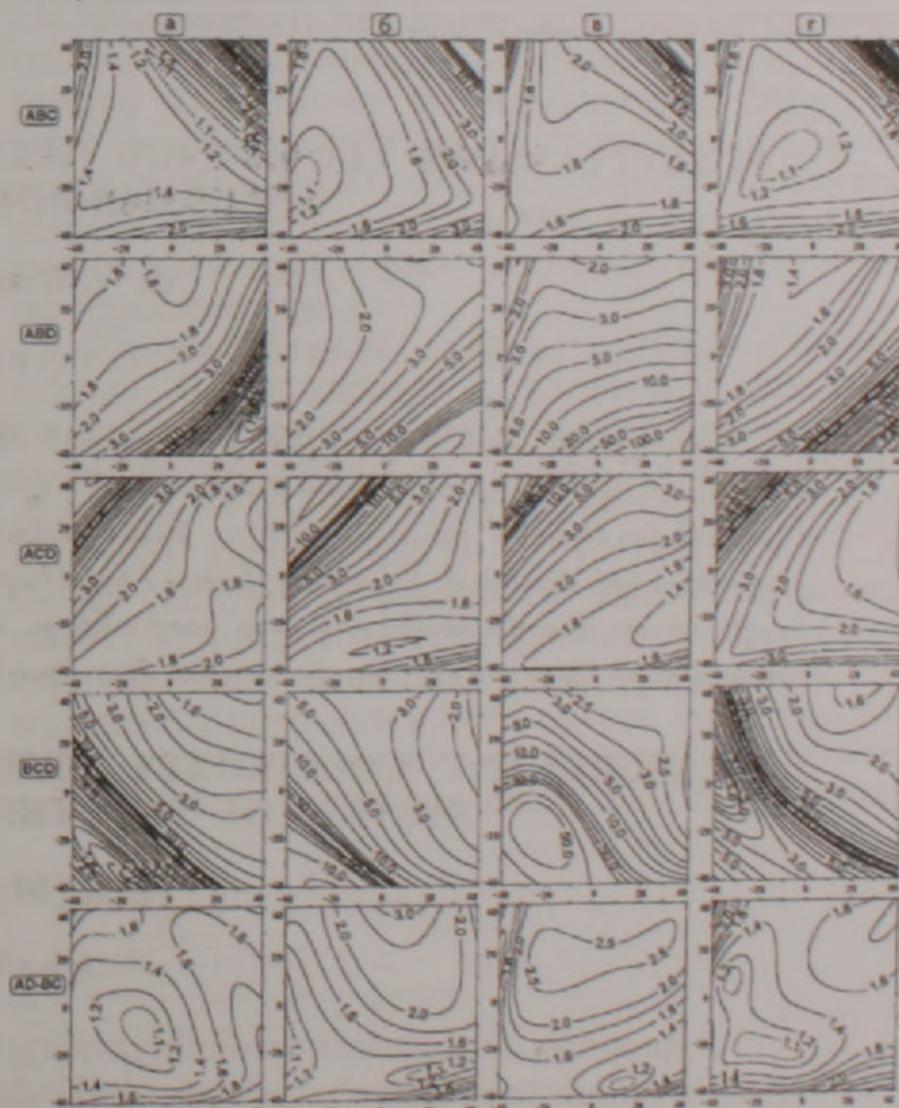


Рис 8 Карты изолиний  $\eta_{Srel}$  на поверхности однородных анизотропных сред (а -  $\beta = 40^\circ$ ; б -  $\beta = 80^\circ$ ; в -  $\beta = -10^\circ$ ; г -  $\beta = -50^\circ$ ) при пяти (ABC, ABD, ACD, BCD, AD-BC) многоэлектродных системах возбуждения электрического поля

площади исследований с величинами  $j_{\text{мин}}$  и  $E_{\text{опп}}$  больше соответствующих пороговых значений к той же площади). По приведенным в таблице

значениям для пяти многоэлектродных систем возбуждения, в общих чертах (поскольку приведенный параметр является обобщенным для выбранного планшета съемки и характеризует эффективность в целом) можно заключить о целесообразности применения систем возбуждения *ABC*, *AD-BC* и менее эффективности – *BCD*. Однако следует особо подчеркнуть, что об эффек-

тивности исследований каждой системой возбуждения конкретно в той или иной части планшета следует судить по картам минимальных значений соответствующих векторов (рис 3-4).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Блох И.Х. 1971. Электропрофилирование методом сопротивлений. М.: Недра, 216 с.
2. Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике. Справочник геофизика (под ред. В.И.Дмитриева). 1990. М.: Недра, 498 с.
3. Инструкция по электроразведке. 1984. Л.: Недра, 352с.
4. Матевосян А.К. 1989. Изучение анизотропии электропроводности и поляризуемости пород с использованием различных систем возбуждения и регистрации электрических полей. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, №2, с.53-66.
5. Матевосян А.К. 1999. Исследование особенностей электрических полей многоэлектродных систем возбуждения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, LII, №1, с. 53-63.
6. Семенов А.С., Джавахишвили Л.Г. 1978. Связь полей различных установок в электроразведке постоянным током. Вестник ЛГУ, 6, с. 68-74.
7. Семенов А.С., Джавахишвили Л.Г. 1979. Поле кажущегося сопротивления многоэлектродных установок в электроразведке постоянным током. Вестник ЛГУ, 6, с. 31-37.
8. Электроразведка. Справочник геофизика (под ред. В.К.Хмелевского и В.М.Бондаренко). 1989. М.: Недра, в двух книгах – 438 с., 378 с.
9. Bibby Н.М. 1986. Analysis of multiple-source bipole-quadrupole resistivity surveys using the apparent resistivity tensor. Geophysics, v. 51, 4, p 972-983.

Таблица 1

Величины относительной эффективной площади исследований (только по критерию достоверности измерений) рассматриваемых геоэлектрических моделей анизотропных сред различными многоэлектродными системами возбуждения для выбранного планшета съемки

Система возбуждения электрического поля						
<i>ABC</i>	<i>ABD</i>	<i>ACD</i>	<i>BCD</i>	<i>AB-CD</i>	<i>AC-BD</i>	<i>AD-BC</i>
Исследование первичного поля (методом сопротивлений)						
96.0	86.7	91.6	73.3	82.5	79.3	100.0
Исследование вторичного поля (методом вызванной поляризации)						
При $\beta = 40^\circ$						
85.7	69.1	67.7	41.4	49.7	52.3	97.8
При $\beta = 80^\circ$						
84.9	57.7	79.3	46.9	58.1	45.6	98.0
При $\beta = 10^\circ$						
82.6	71.4	64.4	58.9	47.6	58.7	99.9
При $\beta = 50^\circ$						
85.9	60.7	74.2	66.1	60.6	55.9	99.8

## ԲԱԶՄԱԷԼԵԿՏՐՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ԳՐԳՈՂ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՉԱՓՄԱՆ ՀԱՎԱՍՏԻՈՒԹՅԱՆ ՉԱՓԱՆԻՇԸ

Ա. Կ. Մաթևոսյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Դիմադրության և հարուցված բևեռացման մեթոդներով էլեկտրական դաշտի տարբեր գրգռող համակարգերի օգտագործմամբ մակերեսային էլեկտրահետախուզական ուսումնասիրությունների էֆեկտիվությունը բարձրացնելու նպատակով անհրաժեշտ է համապատասխան չափման չափանիշների մշակում: Տվյալ հոդվածում առաջարկվում է դրանցից մեկը՝ չափման հավաստիության չափանիշը: Հաշվի առնելով այս չափանիշը, տարբեր համասեռ անիզոտրոպ միջավայրերի օրինակների վրա ցույց է տրված ուսումնասիրությունների արդյունավետությունը:

## MEASUREMENT CREDIBILITY CRITERION FOR A MULTI-ELECTRODE SYSTEM OF ELECTRIC FIELD EXCITATION

A. K. Matevosyan

Abstract

Appropriate measurement credibility criteria should be developed to improve efficiency of areal electric-prospecting studies by resistance and induced polarization methods using diverse systems of electric field excitation. As one of such criteria, the article proposes a measurement credibility criterion. Improved efficiency of studies based on this criterion is demonstrated by the examples of various homogenous anisotropic media.

## К ОБОСНОВАНИЮ ОПТИМАЛЬНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ БОРТОВ КАРЬЕРА В ПОГАШЕНИИ

© 2001 г. Ю. А. Агабян\*, А. Т. Багдасарян\*\*

\*Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых РА  
375009 Ереван, ул. Корюна 14, Республика Армения.

\*\*Институт геологических наук НАН РА  
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения.  
E-mail: hrshah@sci.am

Поступила в редакцию 25.11.1999 г.

В статье рассматриваются вопросы обоснования оптимальных конечных контуров карьера для случаев, когда оруденение ограничивается глубиной его распространения, то есть граничный коэффициент вскрыши на предельной глубине карьера ниже контурного. Доказана целесообразность перемещения бортов карьера в погашении в рудное тело на определенную величину (по выведенной формуле), а также на условном примере рассчитан экономический эффект от применения предложенной методики

В теории и практике обоснования оптимальных контуров карьера основное внимание уделяется определению оптимальной глубины открытых работ. Такой подход совершенно справедлив в тех случаях, когда рудное тело по падению имеет большое распространение, и необходимо определить положение дна карьера при открытом и комбинированном способах разработки (рис.1,а).

В тех же случаях, когда распространение рудного тела по падению ограничивается природными условиями (отсутствием оруденения на более глубоких горизонтах), то есть когда положение дна карьера не достигает оптимальной глубины и месторождение с допустимым экономическим эффектом могло бы разрабатываться на более глубоких горизонтах, следует изменить подход к определению положений бортов карьера в погашении (рис.1,б).

Как видно из рис. 1(б), оруденение заканчивается на глубине карьера  $H_k$ .

Для таких случаев в работах [2,3] разработана методика оконтуривания карьеров при разработке вытянутых рудных тел и выведены формулы, с помощью которых четко и однозначно можно определить оптимальные конечные контуры бортов карьера. При этом, последние обосновываются из условия равенства граничного ( $K_{гр}$ ) и контурного ( $K_{кон}$ ) коэффициентов вскрыши:

$$K_{гр} = K_{кон}, \quad (1)$$

Здесь следует отметить, что при постоянной

конечной глубине карьера ( $H_k = \text{const}$ ) контурный коэффициент вскрыши представляет собой соотношение боковых поверхностей бортов карьера по вскрыше ( $S_{б,в}$ ) и руде ( $S_{б,р}$ ), что для линейно вытянутых карьеров сводится к линейному соотношению. Тогда нетрудно убедиться в том, что при расположении нижних бровок бортов карьера на поверхностях висячего и лежащего боков контурный коэффициент вскрыши  $K_{кон} \rightarrow \infty$ , что доказывается перемещением бортов карьера вглубь рудного тела на величину  $\Delta l \rightarrow 0$ .

Основываясь на отмеченном выше, определим оптимальные конечные контуры карьера, когда рудное тело имеет изометрическую форму. В этом случае, в отличие от предыдущего (вытянутое рудное тело), следует учитывать объемы, добываемые из торцовых частей карьера, поскольку они составляют заметную часть общего объема горной массы.

Таким образом, задача сводится к следующему. Борты карьера в погашении, представленные контурами 1 (рис.1,б), необходимо переместить частично в рудное тело с таким расчетом, чтобы для вновь полученных конечных контуров карьера имело место условие (1). С целью решения поставленной задачи определим высоту  $h$ , при которой обеспечивается равенство (1). Как было отмечено выше, контурный коэффициент вскрыши в этом случае представляет собой отношение площадей боковых поверхностей усеченных конусов, расположенных сверху

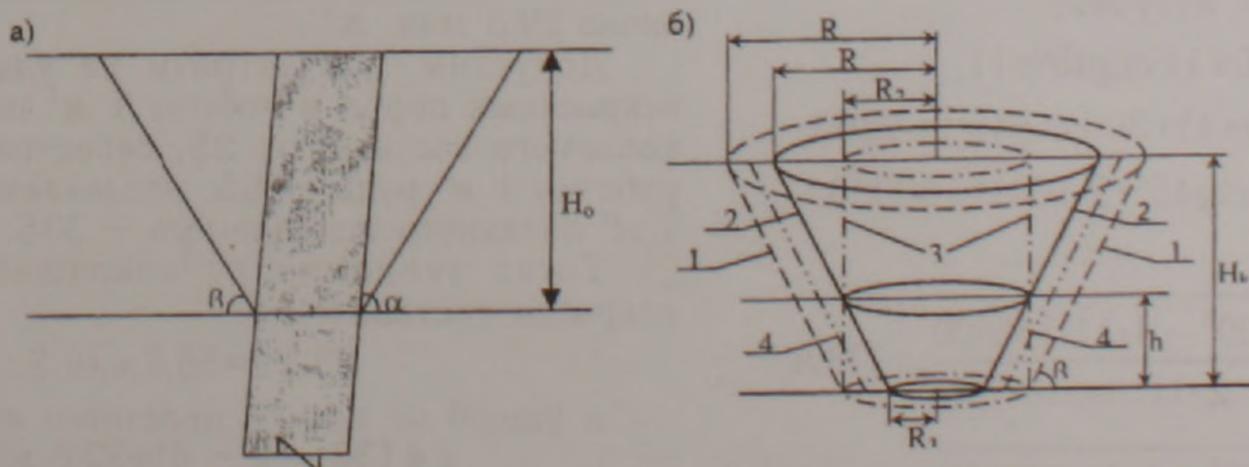


Рис. 1. Схема обоснования оптимальных конечных контуров карьера: а) при большом распространении рудного тела по падению; б) при ограниченном распространении рудного тела по падению; 1. - - - - контуры карьера при  $K_{кон} \rightarrow \infty$ ; 2. — контуры карьера при  $K_{кон} = K_{гр}$ ; 3. ····· контуры рудного тела; 4. - · - · - контуры карьера в промежуточном положении бортов.

(вскрыша) и снизу (полезное ископаемое). В связи с изложенным, полученные конечные контуры карьера 2 являются оптимальными. Другими словами, борта карьера из положения 1 целесообразно переместить в рудное тело на величину  $h \cdot \text{ctg} \beta$ .

Тогда:

$$K_{\text{кон}} = K_{\text{гр}} = \frac{\pi(H_k - h)(R_1 + R_2)}{\sin \beta} \cdot \frac{\pi h(R_2 + R_3)}{\sin \beta} \quad (2)$$

где  $R_1 = (H_k - h) \text{ctg} \beta + R_2$  и  $R_3 = R_2 - h \text{ctg} \beta$ . Подставляя значения  $R_1$  и  $R_3$  в уравнение (2) и произведя некоторые преобразования, получим:

$$K_{\text{кон}} = K_{\text{гр}} = \frac{(H_k - h)[(H_k - h) \text{ctg} \beta + 2R_2]}{h(2R_2 - h \text{ctg} \beta)}, \quad (3)$$

что в результате сводится к решению следующего квадратного уравнения:

$$h^2 \text{ctg} \beta (K_{\text{гр}} + 1) - 2h[R_2(K_{\text{гр}} + 1) + H_k \text{ctg} \beta] + H_k(H_k \text{ctg} \beta + 2R_2) = 0 \quad (4)$$

Обозначим:  $a = \text{ctg} \beta (K_{\text{гр}} + 1)$ ;  $b = -2[R_2(K_{\text{гр}} + 1) + H_k \text{ctg} \beta]$  и  $c = H_k(H_k \text{ctg} \beta + 2R_2)$ .

Следовательно:

$$h_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (5)$$

Следует отметить, что точно такой же результат получится, если высоту  $h$  определить с помощью метода матанализа.

Для определения высоты  $h$  предварительно следует рассчитать граничный коэффициент вскрыши, который функционально зависит от фактического содержания полезного компонента в руде  $C_\phi$  в урезаемых контурах [1]:

$$K_{\text{гр}} = C_\phi b_1 \cdot b_2 \quad (6)$$

Как видно из формулы (3), при  $h \rightarrow 0$ ,  $K_{\text{кон}} \rightarrow \infty$ .

На условном примере покажем определение  $h$ . Пусть  $R_2 = 100 \text{ м}$ ,  $\beta = 45^\circ$ ,  $H_k = 300 \text{ м}$ ,  $K_{\text{гр}} = 10 \text{ м}^3/\text{м}^3$ . Подставляя значения, получим:

$$a = (10 + 1) \cdot \text{ctg} 45^\circ = 11,$$

$$b = -2 \cdot [100 \cdot (10 + 1) + 300 \cdot \text{ctg} 45^\circ] = -2800,$$

$$c = 300 \cdot (300 \cdot \text{ctg} 45^\circ + 2 \cdot 100) = 150000.$$

Следовательно:

$$h_1 = \frac{2800 + \sqrt{2800^2 - 4 \cdot 11 \cdot 150000}}{2 \cdot 11} = 178 \text{ м},$$

$$h_2 = \frac{2800 - \sqrt{2800^2 - 4 \cdot 11 \cdot 150000}}{2 \cdot 11} = 77 \text{ м}.$$

Очевидно, что из полученных двух значений физический смысл имеет только один корень. В сказанном нетрудно убедиться, если для высот  $h_1$  и  $h_2$  рассчитаем ширину (диаметр) дна карьера по формуле:

$$b = 2R_2 - 2h \text{ctg} \beta. \quad (7)$$

Следовательно:  $b_1 = 2 \cdot 100 - 2 \cdot 178 \cdot \text{ctg} 45^\circ = -156 < 0$ , что не имеет физического смысла;  $b_2 = 2 \cdot 100 - 2 \cdot 77 \cdot \text{ctg} 45^\circ = 46 \text{ м}$ . То есть, в этом условном примере оптимальная величина передвигания бортов карьера в рудное тело равна  $77 \cdot \text{ctg} 45^\circ = 77 \text{ м}$ .

Теперь рассчитаем объемы вскрышных пород ( $\Delta V_{\text{в}}$ ) и полезного ископаемого в урезаемых контурах карьера ( $\Delta V_{\text{пн}}$ ).

Основываясь на рис. 1(б), можем записать:

$$\Delta V_{\text{пн}} = \pi R_2^2 h - \frac{\pi h}{3} (R_2^2 + R_2 R_3 + R_3^2).$$

Подставляя соответствующие значения, получим:

$$\Delta V_{\text{пн}} = 1383868 \text{ м}^3$$

В свою очередь:

$$\Delta V_{\text{в}} = \frac{\pi H_k}{3} (R^2 + R R_2 + R_2^2) -$$

$$- \frac{\pi H_k}{3} (R_1^2 + R_1 R_3 + R_3^2) - \Delta V_{\text{пн}},$$

где  $R = R_2 + H_k \text{ctg} \beta$ .

Подставляя соответствующие значения, получим:

$$\Delta V_{\text{в}} = 29298014 \text{ м}^3.$$

Таким образом, в урезаемых контурах карьера объем полезного ископаемого составляет около  $1.4 \text{ млн. м}^3$ , а коэффициент вскрыши в урезаемых контурах -  $21 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

Рассчитаем для данного примера экономический эффект, который может быть получен от применения предложенной методики обоснования оптимальных конечных контуров карьера.

Как отмечалось выше, в урезаемых контурах карьера объем полезного ископаемого составляет около  $1.4 \text{ млн. м}^3$ , объем вскрышных пород - около  $29.3 \text{ млн. м}^3$ .

Допустим, что затраты на удаление  $1 \text{ м}^3$  вскрышных пород и добычу  $1 \text{ м}^3$  полезного ископаемого составляют  $2 \$$ , себестоимость переработки  $1 \text{ м}^3$  руды -  $6 \$$ , извлекаемая ценность  $1 \text{ м}^3$  полезного ископаемого -  $30 \$$ .

Тогда экономия от сокращения объема вскрыши составит:

$$29.3 \cdot 2 = 58.6 \text{ млн. \$},$$

а ущерб от потерь полезного ископаемого:  $1.4 \cdot (30 - 2 - 6) = 30.8 \text{ млн. \$}$ .

Следовательно, экономический эффект от применения предложенной методики для приведенного условного примера составит:

58.6 - 30.8 = 27.8 млн \$.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

1. Когда распространение рудного тела на глубину ограничивается природными условиями (отсутствием оруденения на более глубоких горизонтах), то есть, когда на этой глубине  $H_c$  контурный коэффициент превышает граничный, необходимо борта карьера в погашении частично перемещать на расчетную величину в рудное тело.

2. При разработке линейно вытянутого рудного тела обоснование оптимальных конечных контуров карьера представляет собой линейную задачу, а при изометрической форме – плоскую задачу.

3. Применение предложенной методики обоснования оптимальных конечных контуров карьера обеспечит значительный экономический эффект.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агабалян Ю. А. Теория и практика оптимального освоения недр. М.: Недра, 1994. 174 с.
2. Агабалян Ю.А., Лазарян Ф.С., Багдасарян А.Т. Уточнение предельного контура карьера. Горный журнал, 1996. № 5, с.49-53.
3. Багдасарян А.Т. Использование граничного коэффициента вскрыши при решении ряда горно-геометрических задач. Сб. научных трудов института Армнипроцветмет, 1994-1995 – Ереван: Манкаварж, 1996, с.157-164.

### ՄԱՐՄԱՆ ՇՐՋԱՆՈՒՄ ԲԱՅՃԱՆՔԻ ԿՈՂԵՐԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ԴԻՐՔԻ ՀԻՄՆԱՎՈՐՄԱՆ ՀՈՒՐՋ

Յու. Ա. Աղաբալյան, Ա. Թ. Բաղդասարյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում դիտարկվում են բացհանքի օպտիմալ վերջնական եզրագծերի հիմնավորման հարցերը, երբ հանքավայրը ներկայացված է ըստ խորության սահմանափակ տարածմամբ և իզոմետրիկ տեսք ունեցող հանքամարմնով: Ապացուցվել է մարման չրջանում բացհանքի կողերի որոշակի հաշվարկային մեծությամբ (ըստ դուրս բերված բանաձևի) դեպի հանքամարմինը տեղաշարժման նպատակահարմարությունը, ինչպես նաև պայմանական օրինակի վրա հաշվարկվել է առաջարկվող մեթոդիկայի կիրառման հետևանքով առաջացող տնտեսական արդյունավետությունը:

### ABOUT SUBSTANTIATION OF OPTIMAL BORDER LOCATIONS FOR DUFFER PIT

Yu. A. Aghabalyan, A. T. Baghdassaryan

Abstract

The article addresses issues of substantiation of optimal pit limiting contour lines for the cases of mineralization delimited by its spreading depth, i.e., the limiting ratio of overburden at the maximum pit depth being below the contour. Advisability of dislocation of duffer pit borders into the ore body for a certain magnitude (set by a derived formula) is proved, and cost-efficiency of the suggested technique is calculated by a conditional case study.

## О КАРБОНАТНЫХ НОВООБРАЗОВАНИЯХ В ГАББРО-ПЕРИДОТИТОВЫХ МАССИВАХ СЕВАНО-АКЕРИНСКОЙ ОФИОЛИТОВОЙ ЗОНЫ

© 2001 г. С.Б.Абовян

Институт геологических наук НАН РА  
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения,  
Поступила в редакцию 16 02 1999 г.

Карбонатообразование среди пород габбро-перидотитовых массивов Севано-Акеринской офиолитовой зоны является наиболее молодым эндогенным процессом, возникло после их протрузивного внедрения в результате воздействия термальных вод на вмещающие массивы известняков верхнего сенона, вызвавшего их углекислородное выщелачивание и образование растворов, насыщенных кальцием. Последние поднимались вверх по тектонически нарушенным зонам и осаждались в поверхностных условиях. После образования они, совместно с вмещающими их ультрамафитовыми породами, подверглись деформациям.

Среди продуктов постмагматического происхождения в габбро-перидотитовых массивах Севано-Акеринской офиолитовой зоны наряду с серпентинитами значительное место занимают карбонатные новообразования, которые слагают проявления различных генетических типов: 1) контактово-метасоматические образования, представленные лиственитами и доломитами; 2) магнетитизированные участки ультрамафитовых пород, представляющие остатки древней коры выветривания; 3) жильные образования кальцита и арагонита с крустификационными текстурами и 4) прибортовые конгломераты с карбонатным цементом, сохранившимся вдоль бортов ущелий рек, пересекающих массивы в виде небольших террас. Если первые два типа освещены в литературе [1,2], то третий и четвертый типы впервые описываются в настоящей статье.

Рассматриваемые массивы слагают пластообразные расслоенные тела размерами от 0,3 до 75 кв. км, вытянутые в субширотном направлении, и представляют собой остатки древней океанической коры, протрузивно вжатые вдоль глубинного разлома в сенон-эоценовые вулканогенно-осадочные образования. Последние, совместно с породами габбро-перидотитовых массивов, подвержены дизъюнктивным нарушениям СВ простирания типа сбросов и сбросо-сдвигов, которые разделяют их на отдельные блоки. Речная сеть на массивах часто развивается вдоль разломов субмеридионального простирания. Вдоль этих нарушений развиваются карбонатные новообразования, описание которых приводится ниже.

Жильные новообразования карбоната представлены двумя морфологическими разновидностями – собственно жильным типом и мелкопрожилковым.

*Жильный тип карбоната* развит среди массивных, но трещиноватых серпентинизированных перидотитов и слагает тела мощностью от 0,15 до 2,0 м. Он приурочен к трещинам субширотного простирания, реже к трещинам СВ простирания. Углы падения жил близвертикальные. Наиболее крупные жильные тела карбоната, простирающиеся на значительные расстояния, от-

мечены на Шоржинском (200 м), Джил-Сатанахачском (около 1000 м) и Ипякском (300 м) массивах. По простиранию мощность жил не всегда выдерживается.

Вдоль зальбандов жил на расстоянии 3-5 см часто наблюдаются мелкие остроугольные обломки темно-синего серпентинита. На контактах жил вмещающие серпентиниты серо-зеленого цвета на расстоянии 5-7 см уплотнены и сложены черным антигоритом, реже тальк-карбонатным агрегатом. Средние части жил представлены арагонитом, для которого характерно концентрически-зональное и радиально-лучистое строение. Встречаются жилы карбоната с радиально-лучистым строением, содержащие мелкие поры с неровными ограничениями, вытянутыми в одном направлении. Характерной особенностью радиально-лучистых агрегатов является то, что они местами разбиты на трещины, сильно деформированы, часто изогнуты, имеют волнистое погасание, что указывает на тектонические подвижки, которым подверглись жилы после их образования.

*Мелкопрожилковый тип карбоната* приурочен к наиболее рассланцованным участкам серпентинитов, где они слагают сеть прожилков и тонких пленок вдоль плоскостей рассланцевания, которые имеют согласное с массивами субширотное простирание и крутые, близвертикальные углы падения. По простиранию мелкопрожилковый тип прослеживается на расстоянии 100-400 м, при ширине 20-50 м (Шоржинский массив). Мощность пленок карбоната от 0,5 до 1,5 мм, прожилков – от 1 до 3 мм, а в раздувах – до 10 см. В пленках и прожилках карбонат слагает зерна размерами до 3 мм, в которые более или менее равномерно включены мелкие остроугольные обломки плотных разновидностей серпентинита размерами до 3 мм (10%). Под микроскопом среди равномернозернистой массы карбоната наблюдаются участки натечной формы с концентрически-зональным строением.

Как в жильном, так и в мелкопрожилковом типе карбоната отмечаются более поздние секущие прожилки карбоната до 1 мм. Оптические константы карбоната с крустификационной

текстурой  $N_m = 1.680$  позволяют отнести его к арагониту, а мелкозернистые разновидности  $N_m = 1.459$  – к кальциту.

Отметим также наличие редких тонких прожилков кальцита в жилообразных рудных телах хромита, расположенных перпендикулярно к стенкам хромитовых жил. По мнению А. Г. Бетехтина [3], впервые описавшего эти жилы, они не выходят за пределы хромитовых рудных тел, синхронны по времени образования с ними и имеют магматическое происхождение.

Прибортовые конгломераты с карбонатным цементом развиты вдоль ущелий и балок рек, пересекающих Шоржинский и Джил-Сатаначский массивы. Это остатки древних террас, слагают прилегающие к массивам карнизы скальных выступов на высоте 10-15 м от пойм рек (рис. 1). Они состоят из обломков мафит-ультрамафитовых пород, лиственитов, доломитов и в меньшей степени сенон-эоценовых вулканогенно-осадочных пород. Последние обнажаются гипсометрически выше на Севанском хребте, в бассейнах этих рек. Длина выходов конгломератов 50-200 м. при ширине 2-7 м. Обломки хорошо окатаны и несколько вытянуты в одном направлении. Размеры их колеблются от 1.5 до 10-20 см. Они не отсортированы, крупные гальки встречаются в окружении мелких. Только верхние 5-10 см сложены мелкими гальками размерами в 1-2 см со слабой отсортированностью. Доля цемента в конгломератах составляет 20% объема породы. Цемент мелкозернистый, состоит из карбоната, сплошь пропитанного мелкими остроугольными или слабо окатанными обломками пород различного состава, размерами до 0.5 мм. Количество обломочной примеси достигает от 10 до 60% объема цемента.

Под микроскопом микровключения представлены обломками серпентинита, карбонат имеет мелкозернистое строение, образует скопления неправильной формы и жилки, обволакивающие обломки серпентинита. Рудный минерал – хромшпинелид, имеет идиоморфные ограничения, приурочен к обломкам серпентинита и составляет около 1% объема серпентинитов. Некоторые обломки серпентинита подверглись карбонатизации с образованием тонкозернистых серпентино-карбонатных агрегатов.

В верхней части разреза конгломератов цемент имеет известково-песчаный состав (табл. 1, обр. 4187). Здесь преобладают уже обломки вулканогенно-осадочных пород и слагающих их минералов – плагиоклазов, клинопироксенов, опацизированных зерен роговых обманок и кусочков основной массы вулкаников. Они слабо окатаны, местами плотно прилегают друг к другу и цементируются известково-глинистым веществом, создавая облик мелкозернистого песчаника. Размеры обломков не превышают 1 мм. Количество их достигает 90% объема породы.

Непосредственно под конгломератами (рис. 1) обнажаются рассланцованные, местами раздробленные серпентиниты буро-желтого цвета, где трещинки и полосы рассланцевания залечены

белым мелкозернистым карбонатом, который проникает вверх в конгломераты, слагая цемент последних. Простираение плоскостей рассланцевания серпентинитов близширотное, углы падения близки к вертикальным.

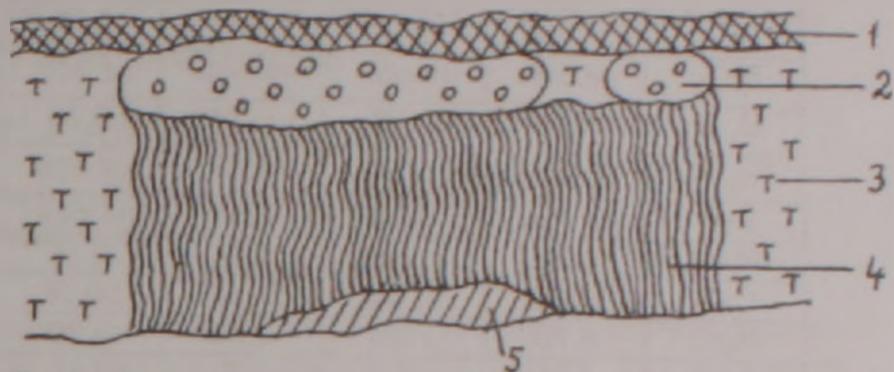


Рис. 1. Вертикальный схематический разрез конгломератов с карбонатным цементом на правом борту р Большая балка, Шоржинский массив. 1 – современные рыхлые наносы; 2 – конгломераты с карбонатным цементом; 3 – перидотиты серпентинизированные; 4 – серпентиниты рассланцованные; 5 – травертиновый щит.

Еще ниже по разрезу, в долинах пойм рек отмечается уже площадное распространение карбоната, который цементирует обломки серпентинизированных перидотитов и серпентинитов черно-синего цвета. Количество обломков в цементе составляет 20-30% от его объема. Они имеют остроугольные очертания с размерами от 0.1 до 5 мм и равномерно распределены в цементе. Карбонат имеет мелкозернистое строение, местами характеризуется колломорфной текстурой и напоминает травертиноподобные образования. Современная мощность таких образований не превышает 20 см, а площадь распространения составляет около 5-6 м<sup>2</sup>. По-видимому, это травертиновые щиты, верхние части которых размыты.

По составу как жильный, так и мелкопрожилковый типы карбонатных новообразований относятся к карбонатно-кальциевым разновидностям с небольшим содержанием магния. (табл. 1, обр. 4054, 4186). Количество последнего, кремнезема и глинозема возрастает в зависимости от увеличения количества обломочной примеси, состоящей из серпентинита (от 3 до 25%). Соответственно уменьшается количество кальция. На основании приближенно – количественных спектральных анализов (табл. 1, обр. 4054, 4186), в карбонатах, лишенных обломочной примеси, установлено содержание (в %): Сг – 0.010-0.024, Ni – 0.0013-0.0024, V – 0.024-0.032, Си – 0.00010 – 0.00056, Sr – 0.10-0.032. При этом Сг, Ni, V и Си заимствованы из ультрамафитовых пород, а Sr – из известняков верхнего сенона, характеризующихся повышенным содержанием Sr (01%).

*Условия формирования.* При рассмотрении условий формирования описанных карбонатных новообразований мы исходим из следующих геологических факторов:

1. Пространственная приуроченность карбонатных новообразований к тектонически активно переработанным зонам дробления серпентинизированных перидотитов (жильный тип), к зонам рассланцованных серпентинитов (мелкопрожил-

Химические составы карбонатных пород из  
мафит-ультрамафитовых массивов Севано-Акеринской офиолитовой зоны

Окислы	4054	4186	2960	4134	4077	3898	2995	4099	4187
SiO <sub>2</sub>	0.76	0.94	2.24	2.98	4.26	9.50	11.56	6.08	49.62
TiO <sub>2</sub>	не обн.	0.28							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.86	0.72	0.74	0.73	1.47	3.56	1.20	3.90	15.38
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	не обн.	0.14	0.08	не обн.	0.08	1.68	3.03	0.08	4.02
FeO	не обн.	0.05	0.28	не обн.	0.28	0.28	0.86	0.28	0.88
MnO	0.11	не обн.	0.08	0.14	0.11	0.14	0.19	0.14	0.19
CaO	55.00	52.78	50.09	50.76	48.50	45.84	37.78	49.06	4.03
MgO	0.70	1.20	4.00	3.20	5.60	1.20	10.00	1.10	10.30
Na <sub>2</sub> O	0.20	0.12	0.13	0.17	0.13	0.40	0.15	0.17	1.90
K <sub>2</sub> O	0.01	не обн.	0.01	0.02	0.01	0.13	0.01	0.10	1.50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.13	0.04	0.04	0.13	0.23	0.46	0.13	0.23	0.50
CO <sub>2</sub>	42.24	43.35	42.68	42.09	39.89	36.96	33.44	39.20	6.55
Влага	0.05	не обн.	0.45	0.18	0.20	0.23	0.53	0.12	4.34
П.п.п.	0.79	не обн.	0.95	не обн.	1.37				
Сумма	100.85	99.34	100.82	100.40	100.76	100.55	99.83	100.80	100.77

Опись химических анализов: 4054 – карбонат жильного типа с радиально-лучистым строением, Джил-Сатанахачский массив; 4186 – карбонат жильного типа с радиально-лучистым строением, Шоржинский массив; 2960 – карбонат жильного типа с включениями обломков серпентинита (3-4%), Джил-Сатанахачский массив; 4134 – карбонат мелкопрожилкового типа с включениями обломков серпентинита (6%), Шоржинский массив; 4077 – карбонат жильного типа с включениями обломков серпентинита (10%), Чернореченский выход; 3898 – карбонат жильного типа с включениями обломков серпентинита (15-20%), Джил-Сатанахачский массив; 2995 – карбонат жильного типа с включениями обломков серпентинита (20-25%), Джил-Сатанахачский массив; 4099 – известняк верхнего сенона, вмещающий Шоржинский массив; 4187 – цемент прибортовых конгломератов террас, Шоржинский массив.

ковый тип) и близвертикальным разрывным нарушениям меридионального простирания (прибортовые конгломераты), вдоль которых развилась речная сеть на массивах ультрамафитовых пород.

2. Протрузивное размещение ультрамафитовых массивов среди структур, сложенных известняками верхнего сенона, также подвергнутых тектоническим нарушениям.

По-видимому, термальные воды воздействовали на известняки верхнего сенона в глубинных условиях, вызвали их углекислосое выщелачивание с образованием растворов, насыщенных кальцием. Последние поднимались вверх по тектонически нарушенным зонам, возможно, смешивались с межпластовыми и другими водами и осаждались в поверхностных условиях. Тот факт, что выщелачиванию подвергались именно известняки верхнего сенона, указывает на близость их химического состава (табл.1, обр. 4099) как по главным компонентам, так и микроэлементам. При этом термальные воды с температурой 300°C могут быть недосыщены карбонатом. Вскипание приводит к резкому уменьшению давления CO<sub>2</sub>, перенасыщению раствора и осаждению карбоната.

В заключение отметим, что по времени фор-

мирования карбонатообразование относится к наиболее молодым эндогенным процессам, возникшим после протрузивного внедрения ультрамафитовых массивов в известняки верхнего сенона, после процессов серпентинизации и тектонической переработки ультрамафитовых массивов. Они моложе и диабазовых даек, секущих породы массивов, так как по трещинам проникают в дайки и свидетельствуют о деятельности сравнительно недавно существующих минеральных источников. После карбонатообразования массивы продолжали подвергаться деформациям, являющимся проявлением неотектонических движений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абовян С.Б. Генетические типы лиственитов Армянской ССР и их металлогеническое значение. – Зап. Арм. отд. ВМО, 1978, вып.9. с.98 –109.
2. Абовян С.Б., Арутюнян Г.М. Магнетитизированные ультраосновные породы Армении и их происхождение. Изв. АН Арм ССР, сер. геол. и географ. наук. 1956, т.10, №1. с.37-42.
3. Бетехтин А.Г. Шоржинский хромитоносный перидотитовый массив (в Закавказье) и генезис месторождений хромистого железняка вообще. В сб.: "Хромиты СССР". Изд. АН СССР. 1937, т.1, с.7-136.

## УПРОЩЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОСТАТОЧНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СДВИГУ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПО ОБРАТНОЙ ВЕТВИ КОМПРЕССИОННОЙ КРИВОЙ

© 2001 г. С.Г. Айроян

375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения.

E-mail: hrshah@sci.am

Поступила в редакцию 31.01.2000 г.

В статье рассматриваются вопросы определения параметров остаточного сопротивления сдвигу переуплотненных грунтов упрощенным методом с помощью ветви разгрузки компрессионной кривой. Эти параметры устанавливаются на одном единственном образце грунта многократными испытаниями постепенной разгрузки.

Для определения прочностных характеристик глинистых грунтов исключительно важен учет изменчивости их плотности-влажности. Основным недостатком простейшего метода испытаний грунта на срез, при котором образцы-близнецы уплотняются различными нормальными давлениями, является их различная плотность-влажность. Для учета этого фактора Н.Н. Масловым [1] разработан метод плотности-влажности, по которому испытываются образцы, имеющие различную постоянную плотность под действием различных уплотняющих давлений.

Метод плотности-влажности Н.Н. Маслова очень сложен, требует испытания большого количества образцов-близнецов, поэтому практически трудно осуществим. Для решения практических задач более удачен и практичен метод А.А. Ничипоровича [4], по которому для определения параметров сопротивления сдвигу при практически постоянной плотности-влажности испытываются переуплотненные образцы по обратной ветви компрессионной кривой. При применении метода А.А. Ничипоровича количество испытываемых образцов существенно уменьшается.

В том случае, когда изготовление необходимого количества образцов практически невозможно, применение отмеченных выше методов определения параметров сопротивления сдвигу, с учетом изменчивости их плотности-влажности, связано с большими трудностями. Поэтому нами сделана попытка разработки методики определения остаточного сопротивления глинистых грунтов сдвигу  $t_r$  с учетом изменчивости их плотности-влажности испытанием только двух образцов. Отметим, что остаточная прочность глинистых грунтов обусловлена только их внутренним трением  $s_x \cdot \operatorname{tg} j$  и связностью  $\Sigma W$  [1]. Для этой цели нами использованы методы А.А. Ничипоровича [4] по испытанию образцов на сдвиг по ветви разгрузки компрессионной кривой при их практически равной влажности-плотности и повторного испытания образцов на кручение, предложенного С.Р. Месчаном [3]. Как будет показано ниже, совместное применение этих методов позволило успешно решить поставленную задачу.

Исследованы две разновидности глинистых

грунтов, отобранные из тел плотин Тавушского и Базмабердского водохранилищ (Армения), показатели приведенных физических свойств которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели физических свойств грунтов

Объект исследования	$\rho_r$ г/см <sup>3</sup>	$\rho_w$ г/см <sup>3</sup>	$W_0$	$\rho_{d_0}$ г/см <sup>3</sup>	$e_0$	Пределы пластичности			$I_L$
						$W_L$	$W_P$	$I_P$	
Текущее водохранилище	2.70	1.80	0.364	1.34	1.015	0.443	0.220	0.223	+0.643
Базмабердское водохранилище	2.72	1.84	0.345	1.37	0.985	0.439	0.241	0.198	+0.525

Образцы-близнецы грунта в количестве 18 штук, вырезанные из отобранного тела плотины Тавушского водохранилища, были испытаны на кручение [2] тремя сериями по 6 образцов в каждой из них. Они были предварительно уплотнены под действием  $P_{\text{до}} = 0.8; 0.6$  и  $0.4$  МПа, а после стабилизации деформации испытаны по ветви разгрузки компрессионной кривой по методу А.А. Ничипоровича [4]. Образцы первой серии были испытаны под действием  $0.8; 0.6$  и  $0.4$  МПа, второй серии  $0.6; 0.4$  и  $0.2$  МПа и третьей серии –  $0.4; 0.2$  и  $0.1$  МПа (см. табл. 3).

Чтобы показать применение определения показателей остаточной  $t_r$  прочности грунта методом повторного среза одного (двух при двукратном повторении опыта) образца, испытанные под действием наибольших нагрузок  $P_{\text{до}} = 0.8; 0.6$  и  $0.4$  МПа образцы были разгружены ступенями и подвергнуты двукратному повторному испытанию. В первой серии повторные испытания были осуществлены под действием  $0.6$  и  $0.4$  МПа, во второй серии  $0.4$  и  $0.2$  МПа, а третьей серии –  $0.2$  и  $0.1$  МПа. Аналогичным образом испытаны образцы грунта, отобранные из ядра плотины Базмабердского водохранилища.

В таблице 2 приведены данные плотности и влажности Тавушского и Базмабердского грунтов после предварительного уплотнения под действием различных нагрузок.

Результаты определения сопротивления сдвигу грунтов приведены в таблице 3.

Таблица 2

Показатели физических свойств грунтов после предварительного уплотнения

Объект исследования	$P_{\text{пл}}$ МПа $\rho_{\text{пл}}$ г/см <sup>3</sup>	$\rho_r$ г/см <sup>3</sup>	$W_d$	$S_e$ г/см <sup>3</sup>	$e$
Текущее водохранилище	0,8	1,99	0,271	1,57	0,720
	0,6	1,91	0,309	1,46	0,849
	0,4	1,86	0,331	1,40	0,929
Базмабердское водохранилище	0,3	1,89	0,307	1,45	0,876

Таблица 2

Результаты сопротивления сдвигу грунтов

Водоохранилище $P_{\text{пл}}$ МПа $P_r$ МПа	Метод определения $\tau_r$ МПа		$\tau_{rn}$ ц		
	А.А. Ничипоровича $\tau_{rn}$	Повторно по испытаниям $\tau_{rp}$			
Тавушское водохранилище	0,8	0,8	0,245	0,245	0,99
		0,6	0,192	(0,194)	
		0,4	0,145	(0,152)	
	0,6	0,6	0,1805	0,1805	1,01
		0,4	0,1325	(0,1315)	1,03
		0,2	0,0805	(0,0785)	
0,4	0,4	0,1225	0,1225	0,90	
	0,2	0,071	(0,079)	0,93	
Базмабердское водохранилище	0,3	0,3	0,1155	0,1155	0,90
		0,2	0,0955	(0,1065)	
		0,1	0,074	(0,0735)	

Как видно из табл.3, остаточные сопротивления грунтов сдвигу  $\tau_{rH}$ , определенные по ветви разгрузки компрессионной кривой (А.А.Ничипоровича) испытанием шести образцов, практически не отличаются от взятых в скобки данных  $\tau_{rH}$ , полученных последовательным повторным испытанием пар разгруженных образцов.

Приведенными данными установлено, что для определения параметров остаточного сопротивления сдвигу  $\tau_r$  переуплотненных грунтов можно воспользоваться методом многократного испытания одного (двух при двукратном повторении опыта) образца, предложенным С.Р.Месчаном [3].

Автор выражает свою искреннюю благодарность проф. С.Р.Месчану за ценные советы при выполнении настоящей работы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Маслов Н.Н. 1982. Основы инженерной геологии и механики грунтов. М.: Высшая школа, 511с.
2. Месчан С.Р. 1985. Экспериментальная реология глинистых грунтов. М.: Наука, 342с.
3. Месчан С.Р. 2000. Определение сопротивления сдвигу глинистых грунтов методом повторного использования образцов. Основания, фундаменты и механика грунтов. №5, с.2-4.
4. Ничипорович А.А. 1948 Сопротивление глинистых грунтов сдвигу при расчете гидротехнических сооружений на устойчивость. М.: Стройиздат, 128с.

## ЛЕВОН АРСЕНОВИЧ ВАРДАНЯНЦ



В истории геологической науки есть имена, сыгравшие важную роль в познании строения и развития земной коры. Дж. Холл, Э.Зюсс, В.Обручев, Г.Штилле, Р.Дели были яркими личностями, в творчестве которых сочетались аналитическая глубина, дар предвидения, азарт естествоиспытателя и пытливость исследователя недр. Ничто не

могло остановить их стремление к расшифровке загадок природы – будь то в Аппалачах, Альпах, Карпатах или безграничных просторах Сибирской тайги и Забайкалья. К этой же категории рыцарей геологической науки принадлежал Левон Арсенович Варданянц (1893-1971).

Будущий исследователь родился в Екатеринодаре в семье священника, выходца из Армении. Завершив учебу в местной гимназии, он поступает на горный факультет Донского политехнического института, который оканчивает в 1918г. со званием горного инженера. Научно-практическая деятельность молодого Варданянца проходит в геологических учреждениях Северного Кавказа, Азово-Черноморской области, Петрограда и Западной Сибири. Уже тогда стали проявляться характерные для него черты исследователя: широта интересов, точность наблюдений и тщательность в подборе и обработке исходных данных. Самая плодотворная пора творчества Левона Арсеновича пришлась на десятилетия (1936 – до конца жизни) работы во Всесоюзном научно-исследовательском геологическом институте (ВСЕГЕИ, Ленинград). Институт этот, выросший на основе бывшего ГЕОЛКОМА (первого российского государственного учреждения, ведающего геологией), славился высоким уровнем исследовательских работ. Здесь им были созданы крупные обобщения. При всем многообразии творческих устремлений в них отчетливо выделяются три главных направления: геология Кавказа, кристаллооптика и теория феофоровского метода, строение кристаллического фундамента Русской платформы. Безупречно владея многими методами геологических исследований, Левон Арсенович всегда стремился к единству теории и практики. Им была закартирована труднодоступная часть Кавказа – Горная Осетия и при этом открыт Казбекский диабазовый комплекс длиной около 160 км, шириной 3-4 км. Осуществление этой программы в условиях сурового высоко-

горья требовало не только большого профессионализма, но и колоссальной выдержки и физической закалки. Результаты изысканий были обобщены Варданянцем в монографии “Горная Осетия в системе Центрального Кавказа” (1935). Европейскую известность ему принесли статьи, посвященные сравнительной характеристике оледенений Кавказа, Альп и Алтая (1933, 1938). В сложной обстановке военных лет он являлся консультантом Северо-Кавказского (1941-1942) и главным геологом Узбекского геологических управлений (1942-1945). Геология Армении также находилась в сфере внимания ученого. В 1948г. в Ереване была издана его работа “О происхождении озера Севан”. Варданянца увлекали и другие сложные проблемы Армянского нагорья. По свидетельству ветеранов Геологического института Академии наук Армении, каждый его приезд в Ереван являлся для них большим праздником и серьезным испытанием. Оставаясь строгим и объективным экзаменатором, Левон Арсенович консультировал молодых коллег, рассказывал о новейших достижениях в области геологии. В 1945г. Варданянц был избран членом-корреспондентом Академии наук Армянской ССР. Его плодотворная научно-практическая деятельность была отмечена орденами Ленина и Трудового Красного Знамени.

Приведенные сведения позволяют лишь в общих чертах представить творческий путь выдающегося исследователя. Каким же был Левон Арсенович наяву, так сказать, в полном блеске. Природа щедро одарила его талантами и достоинствами. Прежде всего это особо развитое геометрическое видение. Безукоризненное восприятие пространства и объемов вместе с превосходным знанием полевой геологии позволили ему постичь сложный мир тектонических движений. Фундаментальные знания и аналитическая глубина в нем сочетались с гибкостью, смелостью и стремлением к поискам новых путей.

В монографии “Сейсмотектоника Кавказа” (1935) Варданянц обосновал наличие пяти крупных структурных комплексов этой обширной территории (от Тамани до Аракса) и охарактеризовал каждый из них на основе ряда признаков. Это – связь сейсмических очагов с тектоникой, быстрота затухания сейсмических волн, глубина гипоцентров, одновременность сотрясений разных очагов. Анализ геологических условий и исторических данных позволил ему составить схему вероятных сейсмических очагов. Левон Арсенович подчеркивал существование на Малом Кавказе Ахалкалакского и Ленинанканского сейсмотектонических узлов в качестве самых активных. Сюда же он относил Спитакскую и Амасийскую площади. Были выделены и дру-

гие очаги: побережья оз. Севан (Нор-Баязетский, Нижне-Ахтинский, Чибухлинский), Арарат-Араздаянский, Зангезурский (Татев, Капутджих). В Нагорном Карабахе его внимание привлек Шушинский очаг, в котором было зафиксировано до 24 землетрясений, включая семибалльное 1932 года и несколько шестибалльных – второй половины XIX века. На примере Армянского нагорья Варданянц ввел понятие синхронности сейсмических проявлений, названное им “концертом землетрясений”. Спустя несколько десятилетий оно развивалось японскими сейсмологами под названием “цепная реакция”. С середины 30-х годов Леоном Арсеновичем развивались тектонические представления, выходящие за рамки господствующей геосинклинальной теории и учитывающие большое значение горизонтальных перемещений. Одним из первых Варданянц высказал мнение о том, что в четвертичный период (последний в истории Земли и продолжающийся около 1.8 млн. лет) имело место активное горообразование, и современный облик Кавказа в значительной мере сформировался именно в это время. Эти представления, основанные на глубоком анализе вопросов тектоники и геоморфологии, детально рассмотрены им в монографии “Постплиоценовая история Кавказско-Черноморско-Каспийской области” (1948). В этом интереснейшем исследовании затронуты многие насущные вопросы четвертичной геологии, включая связи числа оледенений с эпохами горообразования. Им был предложен новый способ подсчета снеговой границы. Варданянц последовательно развивал положение о том, что кажущееся спокойствие земных недр Кавказа обманчиво. Понадобилась целая серия землетрясений (Дагестанское, Джавахетское, Рачинское, Зангезурское, Спитакское), чтобы в это поверили и многие другие.

В 1954-1955 гг. была издана Тектоническая карта Кавказа (М 1:1000000), составленная Варданянцем по новой, им же разработанной методике. Она выгодно отличалась от своих предшественниц наглядностью отображения форм и направленности каждой из выделенных структурных зон, характера их сочленений и дислокаций. Карта Варданянца сыграла важную роль в познании строения этого сложного участка земной коры.

Являясь также крупным петрографом, Варданянц глубоко познал микромир горных пород – строение, состав и оптические свойства минералов, порядок их кристаллизации из магматического расплава и закономерности пространственной ориентировки в породе. В числе его капитальных работ этого направления монография “Теория Феодоровского метода” (1959). Инструментальную основу метода составляет столик – специальное приспособление для поляризационного микроскопа, позволяющее выполнять наблюдение за изменениями оптических свойств минералов в искомым направлениях. Леоном Арсеновичем была разработана новая конструкция пятиосного столика, позволяющая точнее измерять ориентировку и угол оптических осей минералов. Математическое обоснование метода, предложен-

ное им, сделало возможным создание агрегата, состоящего из самого столика и счетно-решающей машины. Заметим, что многое в этом вопросе выходит за пределы геологических знаний и находится в области кристаллографии, сферической тригонометрии и теории стереографических проекций.

Большую известность получило и другое исследование этого рода – “Триадная теория двойниковых образований”, в котором Варданянц приходит к выводу, что выделения минералов группы плагиоклаза (наиболее развитых в составе изверженных пород) представлены закономерным срастанием кристаллов с определенной ориентировкой, так называемыми двойниками.

Во всей глубине он познал макро- и микромир природных явлений – универсализм довольно редкий на этом уровне. Назову несколько имен – Р. Дели, М. Усов, Г. Шнейдерхен, Р. Ван-Беммелен.

Весьма значителен вклад Левона Арсеновича в познании глубинного строения Русской платформы. На основании анализа данных глубокого бурения и геофизики в 1957 г. им была составлена первая геологическая карта фундамента Русской платформы в масштабе 1:5000000. Варданянц пришел к выводу о том, что сложная картина кристаллического фундамента возникла в результате наложения многочисленных структурных этажей, развивавшихся по самостоятельному плану. В 1964 г. под его редакцией, с участием большого коллектива авторов, была составлена более детальная карта в масштабе 1:2500000.

Глубина и филигранность исследований Варданянца непостижимы. Каждая из разработанных проблем им доводилась до грани совершенства – сказывались аналитический дар, творческая фантазия, постоянный поиск. В 1971 г. журнал “Советская геология” (орган Министерства геологии СССР) отнес Варданянца к числу виднейших советских геологов. Его имя могло украсить многие национальные академии и самые престижные геологические общества.

Почему это не произошло? Начнем с того, что Левон Арсенович не искал путей к достижению почестей и славы. Да и времени на это не было – энергия и помыслы всецело отдавались решению сложных геологических проблем. В большинстве случаев подлинный талант отличается непрактичностью и, как иногда говорят, нерасторопностью. Проявлялось у него равнодушие к административным должностям, неприятие саморекламы, многословия и клановых отношений в геологической науке.

Отрицая приближенное и расплывчатое, Варданянц не терпел небрежность, недоработанность и зазнайство от кого-бы они не исходили. О его взыскательности ходили легенды, но это было похоже на протест тонкого музыканта, услышавшего неверные ноты. В общении с природой он признавал почти законченное и совершенное. А в основе этого отношения фигурировала нравственная прямота и строгость к себе. При всех его титанических усилиях, вылившихся в крупные достижения, в нем не было ни капли самовлюбленности – самое трудное им воспринималось

как самое естественное. Ничто не могло поколебать его моральные правила и убеждения. Именно такие личности могут возвращать людей к нравственности.

Нельзя сказать, что Варданянц часто встречался с предвзятостью и недоброжелательностью, хотя не всем нравилась его прямота и независимость. В открытую проявлять к нему недружелюбие было трудно, уж слишком велик был его авторитет и весомы достижения. Однако ни один из капитальных трудов Левона Арсеновича не был выдвинут на соискание государственной или иных премий. Большая часть его жизни прошла в условиях лимитированных контактов с зарубежными коллегами. Сам ученый, переживший трагические ленинградские события середины тридцатых годов, не особенно стремился к этому. Несмотря на занятость по другим регионам, он был настроен на продолжение работ по Армении, подготовку учеников и последователей. К

сожалению, этому не суждено было сбыться. Хотя благотворное влияние выдающегося ученого порой сказывалось. Несомненно одно – вместе с Левоном Арсеновичем геологическая мысль Армении взошла бы на новые рубежи.

Личность Варданянца оживает перед нами не только в его научном творчестве, но и повседневной жизни. Это был стройный мужчина с выразительными глазами и добрым взглядом. Его отличали подтянутость, жизнелюбие, радушие. Основательно усвоив в зрелом возрасте правописание армянского языка, он стал удивлять в переписке ереванских друзей глубоким знанием культуры и истории Армении. Большую радость ему доставило посещение сюнникского села Дарбас – родины родителей.

Варданянц оставил по себе непреходящую память. Его обширное творческое наследие продолжает служить геологической науке.

**Роланд Мандалян**

докт. геол. наук