

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. ԽԱՉԻՅԱՆ, Ա.Ս. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ,
Ս.Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ռ.Լ. ՄԵԼԹՈՆՅԱՆ, Ռ.Տ. ՄԻՐԻՋԱՆՅԱՆ,
Ս.Ն. ՆԱԶԱՐԵԹՅԱՆ, Ս.Ա. ՍԱԹՅԱՆ, Հ.Հ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

Ответственный редактор
Р.Т. ДЖРБАШЯН

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

Ответственный секретарь
Э.С. РОСТОМОВА

Редакционная коллегия

**П.Г. АЛОЯН, А.Л. АНАНЯН, А.С. КАРАХАНИЯН, Р.Л. МЕЛКОНЯН,
Р.Т. МИРИДЖАНИЯН, С.Н. НАЗАРЕТЯН, С.М. ОГАНЕСЯН, О.А. САРКИСЯН,
М.А. САТИАН, Э.Е. ХАЧИЯН**

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. KARAKHANIAN,
R.L. MELKONYAN, R.T. MIRIJANYAN, S.N. NAZARETYAN,
S.M. HOVHANNISIAN, H.H. SARGSYAN, M.A. SATIAN,**

Խմբագրության 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, 2003

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Խ.Բ.Մելիքսեթյան, Ե.Պերնիցկա, Ռ.Լ.Մելքոնյան, Ռ.Տ.Ջրբաշյան, Յ.Աղամ. Կապարի իզոտրոպների երկրաբանական
Հայաստանի գլխավոր էնդոգեն հանքավայրերում 3

Պ.Գ.Ալոյան, Հայկ Պ.Ալոյան. Հայաստանի սևթերթաքարային (տերիգեն-ածխաբեր) հաստվածքների մետաղաբ-
րությունը 8

Ա.Ավագյան, Ժ-Ֆ.Ռից, Ա.Կարախանյան, Հ.Ֆիլիպ. Մակերեսային խզվածքի երկակի մեխանիզմը Սպիտակի 1988թ.
երկրաշարժի ժամանակ (Հայաստան) 14

Շ.Հ.Ամիրյան, Մ.Ս.Ազիզբեկյան, Ա.Ձ.Ալթունյան. Հայաստանի Հանրապետության Լոռու մարզի հանքային ֆորմացիաները,
նրանց գենետիկ առանձնահատկությունները և հեռանկարները 20

Ռ.Ն.Տալան, Ս.Պ.Սարգսյան, Մ.Ա.Հարությունյան. Հարավային Զանգեզուրի հանքավայրերի պղնձամոլիբդենային
հանքայինացման տեղադրման առանձնահատկությունները 24

Ն.Հ.Չուլումյան, Ս.Բ.Արովյան, Չ.Հ.Հովհաննիսյան, Ս.Է.Ղազարյան. Ուլտրամաֆիտների սերպենտինացման գործ-
ընթացների զարգացման օրինաչափությունների հարցի մասին 29

Ղ.Լ.Փալոյան. Մարցիգետի հանքային դաշտի էոգենի մարգմատիտների նյութական կազմի առանձնահատկու-
թյունները 35

Ա.Գ.Գրիգորյան. Հայաստանի Զերմանիսի ածխի հանքավայրի տրիասի շերտագրության որոշ հիմնահարցեր 40

Թ. Ա. Ավագյան. Հայաստանի դիատոմիտների որակը և կառուցվածքային առանձնահատկությունները 46

Յու.Ռ.Կազարամանով. Նավթի և գազի հանքաշերտերի առաջացման հիմնահարցերի մասին 49

Ա.Կ.Սաղաթեյան, Մ.Ա.Նալբանդյան, Լ.Պ.Գրիգորյան. Երևան քաղաքի տարածքում Հրազդան գետի ջրերի որակի
տարածական և ժամանակային փոփոխությունները 52

Ա.Ա.Ավագյան, Ա.Յ.Հարությունյան, Հ.Հ.Երիցյան, Վ.Օ.Մովսիսյան, Վ.Է.Ստեփանյան. ՀՀ տարածքում գտնվող
սողանքների ԳՏՀ-ի նոր տարբերակը 56

Ա.Հ.Հովհաննիսյան. Հանքաբերության գործակցի ազդեցությունը հանքաքարի ստորգետնյա արդյունահանման տեխնո-
լոգիայի ընտրման վրա 60

ՀԱՄԱՌՈՏ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ

Ա.Կ.Մաքևոսյան. Խաչաձև լարորատոր սարքավորում ու մեթոդիկա նմուշների տեսակարար էլեկտրական դիմադրության
և բևեռացման ուսումնասիրությունների համար 63

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՄՏՆԵՐ

Սպիտակի երկրաշարժի 15-ամյակին 66

Է.Վ.Անանյան 67

СОДЕРЖАНИЕ

Х.Б.Меликсетян, Е.Перницка, Р.Л.Мелконян, Р.Т.Джрбашян, Й.Адам. Геохимия изотопов свинца
главнейших эндогенных месторождений Армении 3

П.Г.Алоян, Гайк П.Алоян. Металлоносность черносланцевых (терригенно-углеродистых) комплексов
Армении 8

А.Авагян, Ж-Ф.Риц, А.Караханян, Г.Филип. Двойной механизм приповерхностного разломообразования
при Спитакском землетрясении 1988 г. (Армения) 14

Ш.О.Амирян, М.С.Азизбекян, А.З.Алтунян. Рудные формации Лорийской области Республики Армения,
их генетические особенности и перспективы 20

Р.Н.Таян, С.П.Саркисян, М.А.Арутюнян. Особенности локализации медно-молибденового оруденения
месторождений Южного Зангезура 24

Н.О.Зулумян, С.Б.Абовян, З.Г.Оганесян, С.Э.Казарян. К вопросу о закономерностях развития про-
цессов серпентинизации в ультрамафитах 29

К.Л.Галоян. Особенности вещественного состава эоценовых магматитов Марцигетского рудного поля 35

А.Г.Григорян. Некоторые проблемы стратиграфии триаса Джерманисского месторождения угля Армении 40

Т.А.Авакян. Характеристика качества и структурных особенностей диатомитов Армении 46

Ю.Р.Каграманов. К проблеме образования залежей нефти и газа 49

А.К.Сагателян, М.А.Налбандян, Л.П.Григорян. Пространственные и временные изменения качества
вод реки Раздан в пределах города Еревана 52

А.А.Авакян, А.Ю.Арутюнян, Г.Г.Ерицян, В.О.Мовсисян, В.Э.Степанян. Новая версия ГИС ополз-
невых процессов на территории Республики Армения 56

А.Г.Оганесян. Влияние коэффициента рудоносности на выбор технологии подземной добычи руды 60

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А.К.Матевосян. Крестовая лабораторная установка и методика исследования удельного электрического
сопротивления и поляризуемости образцов 63

ПОТЕРИ НАУКИ

К 15-летию Спитакского землетрясения 66

Э.В.Ананян 67



TABLE OF CONTENT

Kh.B.Meliksetian, E.Pernicka, R.L.Melkonyan, R.T.Jrbashyan, J.Adam. Lead isotope geochemistry for the principal endogenous deposits in Armenia	3
P.G.Aloyan, Haik P.Aloyan. Metal-bearing capacities of black shale (terrigenous-carbonaceous) complexes in Armenia	8
A.Avagyan, J-F.Ritz, A.Karakhanian, H.Philip. Dual near-surface rupturing mechanism during the 1988 Spitak earthquake (Armenia)	14
Sh.H.Amiryan, M.S.Azizbekyan, A.Z.Altounyan. Ore formations in the Lori Region of the Republic of Armenia, their genetic features and perspectives	20
R.N.Tayan, S.P.Sarkissyan, M.A.Haroutiunian. Features of location of copper and molybdenum mineralization in Southern Zanghezour deposits	24
N.H.Zulumyan, S.B.Abovyan, Z.H.Hovhannisyan, S.E.Ghazaryan. Problems on development of serpentine-forming processes in ultramafics	29
G.L.Galoyan. Features of material composition of Eocene magmatites in the Martsighet ore field	35
A.G.Grigoryan. Some problems of the Triassic stratigraphy in the Jermaniss coal deposit in Armenia	40
T.A.Avakyan. Characteristics of quality and structural features of diatomites in Armenia	46
Yu.R.Kagramanov. On the problem of formation of oil and gas deposits	49
A.K.Saghatelyan, M.A.Nalbandyan, L.P.Grigoryan. Spatial and temporal changes of the Hrazdan river water quality within the city of Yerevan	52
A.A.Avagyan, A.Y.Haroutunyan, H.H.Yeritsyan, V.O.Movsesyan, V.E.Stepanyan. New version of landslide GIS on the territory of Armenia	56
A.H.Oganessyan. Influence of ore content ratio on the choice of deep ore mining technology	60

SHORT REPORTS

A.K.Matevosyan. Cross device and methodics for research resistivity and polarizability of models and rocks	63
---	----

LOSSES OF THE SCIENCE

To the 15-th anniversary of the Spitak earthquake	66
E.V.Ananyan	67

ГЕОХИМИЯ ИЗОТОПОВ СВИНЦА ГЛАВНЕЙШИХ ЭНДОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЕНИИ

© 2003 г. Х. Б. Меликсетян*, Е. Перница**, Р. Л. Мелконян*, Р. Т. Джрбашян*, Й. Адам**.

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

** Институт Археометрии, Технический Университет – Горная Академия Фрайберга
09596, Фрайберг, Германия
E-mail: ernst.pernicka@am.tu-freiberg.de
Поступила в редакцию 15.09.2003 г.

В 2001–2002 годах в рамках совместного археометаллургического проекта с Институтом Археометрии (Технический Университет – Горная Академия Фрайберга, Германия) проводились исследования изотопно-свинцового и химического состава медных археологических находок (Эпоха ранней бронзы, 32–22 вв. до Р.Х.) и главных медных и полиметаллических рудных месторождений Армении.

Главной целью археометаллургических изысканий являлось исследование химического состава, технологии производства и выявление рудных источников ранних стадий бронзолитейного производства. Армянское нагорье и Южный Кавказ находятся в пределах территориального ареала зарождения металлургии. Этот факт, а также наличие множества крупных и мелких медных месторождений, множественных находок энеолитических и раннебронзовых медных артефактов, в особенности широкое распространение мышьяковистых и изредка ранних оловянистых бронз делают этот регион в высокой степени важным для археометаллургических исследований, основанных на современных высокоточных аналитических методиках. В основу настоящей работы легли новые данные по изотопии свинца рудных образцов, полученные в рамках проведенных исследований.

Геологическое положение месторождений Армении

Территория Армении представляет собой мозаику различных геологических блоков, совмещенных альпийской геодинамикой. Особенности геолого-тектонического строения, магматизма и металлогении территории Армении обусловлены взаимодействием двух крупных мегаструктур – южной окраины Евразийской континентальной окраины и северной оконечности Гондваны, граница между которыми проходит вдоль Ерзнка-Амасия-Севано-Акеринской сутуры.

В системе Евразийской континентальной окраины, как известно, выделяется мезозойская Понтийско-Малокавказско-Эльбурская энсиалическая островодужная постройка, составной частью которой является ее Сомхето-Капанский сегмент. Кристаллический фундамент последнего, согласно результатам Rb-Sr изохронных и K-Ar датировок, имеет герцинский возраст консолидации – 360–300 Ма [4,5]. Особенностью Сомхето-Капанской структуры является интенсивно проявленный среднеюрско-раннемеловой островодужный магматизм, эффузивная составляющая которого представлена дифференцированной базальт-андезит-риолитовой серией, с кислыми членами которой обычно ассоциируются медно-колчеданные (Алаверди, Шамлуг, Капан и др.), полиметаллические (Ахатала) и золото-полиметаллические (Шаумян) месторождения.

Северная оконечность Гондваны – Южно-Армянский блок Иранского микроконтинента, в отличие от Сомхето-Капанской структуры, имеет байкальский возраст фундамента – 685–620 Ма

[1,2]. Особенностью Южно-Армянского блока, и прежде всего Цахкунк-Зангезурской зоны, является проявление мощного палеоген-неогенового коллизионного магматизма. С позднеэоценовыми интрузивными комплексами, и прежде всего с полифазным раннемиоценовым гранит-гранодиоритовым комплексом Мегринского плутона, связано большинство медно-молибден-порфировых месторождений Армении, в том числе рассматриваемые нами Каджаранское, Агаракское, Дастакертское, Личкское медно-молибден-порфировые месторождения, а также Тейское золото-полиметаллическое месторождение.

Зона Амасия-Севано-Акеринской структуры характеризуется присутствием аллохтонных блоков метаморфитов (Амасийский, Соткский и др.) с максимальным Rb-Sr изохронным возрастом, составляющим 300 ± 10 Ма* [6]. В пределах сутуры и Севано-Ширакского синклиория, в целом развиты породы офиолитовой серии, разнотипные палеогеновые магматиты, а также ассоциирующие с ними позднеэоцен-олигоценое Соткское золото-сульфидно-теллуговое месторождение, средне-позднеэоценовые меднорудные проявления Анкадзор, Спасакар, Сисимадан, Агви, золото-меднорудные проявления Фиолетово, Фролова балка.

Аналитические методики

Для проведения анализов был отобран 41 представительный образец из 17 главных меднорудных, медно-молибденовых, золоторудных и полиметаллических месторождений Армении. Подбор образцов для исследований производился

* По данным Г.С. Закариадзе и соавторов [10], возраст метаморфитов Амасия-Севано-Акеринской зоны на основе изотопии Sm-Nd составляет 168 ± 16 Ма.

из коллекций сотрудников Института геологических наук НАН РА. Изотопно-свинцовые отношения в рудах представлены в табл. 1.

Выбранные рудные образцы представлены в основном минералами меди (халькопирит, малахит, азурит). С целью выявления гомогенности распределения изотопов *Pb* в различных минералах и стадиях минералообразования в пределах месторождений были проанализированы также образцы галенита и смешанных галенит-халькопиритовых концентратов из месторождений Каджаран, Шамлуг и Сотк.

Анализ изотопного состава руд проводился методом масс-спектрометрии индуктивно-связанной плазмы (ICP-MS).

Для ICP-MS рудные образцы были измель-

чены до размера частиц около 0,5-1,5 мм. Частицы за пределами этого интервала были удалены при помощи хорошо очищенных минералогических сит. Рудные минералы были отобраны ручным способом при помощи бинокулярного микроскопа. Далее все образцы были измельчены в пудру при помощи механической агатовой ступки и дезинтегрированы при помощи азотной кислоты сначала на ультразвуковой бане, а затем для достижения лучших результатов – в микроволновой печи при температуре 150°C и давлении 2 бар. Нерастворимая фракция была удалена из растворов при помощи центрифугирования.

Для разделения свинца азотнокислые растворы образцов были выпарены до сухого ос-

Таблица 1

Изотопные отношения свинца в рудах главнейших месторождений Армении

	Образец	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	Месторождение
1.	FG-010091	2.09654	0.85272	38,3421	15.5951	18,2883	Агарак
2.	FG-020518	2.08845	0.85020	38,3921	15,6338	18,3831	
3.	FG-010094	2.07482	0.83858	38,6202	15,6106	18,6160	Личк
4.	FG-010095	2.07182	0.83652	38,6561	15,6062	18,6574	Каджаран
5.	FG-020523	2.04992	0.82141	38,8923	15,5841	18,9726	
6.	FG-020516	2.07958	0.83898	38,6562	15,5951	18,5881	
7.	FG-020517	2.05457	0.82337	38,9410	15,6031	18,9511	
8.	FG-020519	2.07801	0.83763	38,6677	15,5870	18,6080	Тей
9.	FG-010096	2.07716	0.83705	38,7136	15,6002	18,6372	
10.	FG-020706	2.10014	0.86103	38,0189	15,5867	18,1022	Дастакерт
11.	FG-020525	2.07714	0.83716	38,6964	15,5958	18,6283	Анкаван
12.	FG-010105	2.08063	0.84276	38,5509	15,6153	18,5291	Фролова балка
13.	FG-020522	2.07763	0.83940	38,6113	15,6007	18,5848	
14.	FG-010097	2.07715	0.84038	38,5790	15,6080	18,5718	Фиолетово
15.	FG-020514	2.06022	0.82761	38,8352	15,5997	18,8511	
16.	FG-020515	2.08156	0.84005	38,6909	15,6135	18,5866	
17.	FG-020704	2.05632	0.82483	38,8638	15,5884	18,8992	
18.	FG-010108	2.07744	0.84432	38,7240	15,7385	18,6414	Алаверди
19.	FG-010106	2.08247	0.84414	38,5843	15,6407	18,5276	
20.	FG-020512	2.09700	0.85869	38,1571	15,6230	18,1929	
21.	FG-020709	2.05487	0.82354	38,8888	15,5865	18,9262	
22.	FG-020513	2.08200	0.84339	38,5705	15,6243	18,5256	Шамлуг
23.	FG-020526	2.07889	0.84306	38,4680	15,6006	18,5047	
24.	FG-010114	2.08017	0.84310	38,5452	15,6229	18,5325	
25.	FG-010098	2.07230	0.83704	38,6327	15,6048	18,6413	
26.	FG-010099	2.07166	0.83661	38,6206	15,5966	18,6425	Ахтала
27.	FG-010102	2.07263	0.83742	38,6118	15,6005	18,6289	Капан
28.	FG-010103	2.05068	0.82145	39,0090	15,6260	19,0226	
29.	FG-010104	2.04803	0.81935	39,0399	15,6183	19,0605	
30.	FG-010110	2.08144	0.84326	38,5648	15,6236	18,5275	Агви
31.	FG-010109	2.08124	0.84323	38,5540	15,6207	18,5247	
32.	FG-020707	2.09135	0.84751	38,5663	15,6280	18,4397	
33.	FG-020708	2.06917	0.83395	38,8930	15,6768	18,7970	
34.	FG-020520	2.08146	0.84002	38,6836	15,6114	18,5846	Сисимадан
35.	FG-020705	2.09601	0.85355	38,3673	15,6244	18,3060	
36.	FG-010100	2.07427	0.83789	38,7822	15,6657	18,6971	Анкадзор
37.	FG-010101	2.09380	0.85230	38,4042	15,6332	18,3415	
38.	FG-020525	2.05654	0.82729	38,8037	15,6104	18,8624	
39.	FG-020521	2.10920	0.86960	37,8489	15,6048	17,9486	
40.	FG-010112	2.07811	0.83769	38,6922	15,5958	18,6177	Спасакар
41.	FG-020524	2.07429	0.83664	38,6335	15,5820	18,6243	Сотк

татка и затем растворены в 2N соляной кислоте. Разделение свинца из растворов производилось в ионнообменных колонках объемом 0,5 мл. с использованием ионнообменной смолы 50-100 DOWEX™. Все процедуры по подготовке образцов к изотопному анализу ICP-MS были произведены в чистой лаборатории класса 1000. Все использованные химические реактивы соответствовали стандарту сверхчистых. Также все использованные пробирки и контейнеры для химической подготовки образцов были тщательно очищены, чтобы предотвратить возможное загрязнение образцов посторонним свинцом.

Изотопы свинца определялись на двухфокусирующем мультиколлекторном масс-спектрометре VG Elemental AXIOM с индуктивно связанной плазмой (MC-ICP-MS).

Обсуждение результатов

Все существующие на данный момент схемы интерпретации изотопной эволюции свинца исходят из предпосылки, что свинец образован из радиогенной добавки изотопов ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb (продуктов распада ^{238}U , ^{235}U и ^{232}Th) к "обычному" свинцу ^{204}Pb . Это отражается в увеличении со временем, в процессе эволюции Земли, изотопных отношений $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$.

Изотопные отношения свинца проанализированных руд рассмотрены нами как на "ураногенной", так и "торогенной" диаграммах эволюции свинца (см. рис. 1 и 2 соответственно). На указанных диаграммах изображены кривые, отражающие эволюцию изотопного состава свинца в различных геохимических средах с различными исходными отношениями Pb/U и Pb/Th. Проанализированные образцы с рудных месторождений Армении располагаются вдоль "орогенной" кривой по [7] (см. рис. 1 и 2).

"Орогенный" изотопный состав свинца обычно интерпретируется как смешение мантийного и верхнекорового свинца в "орогене" (в условиях субдукционной или коллизионной геодинамики). Только один образец из Алаверди расположен на верхнекоровой эволюционной кривой (рис. 1). В целом точки составов проанализированных месторождений расположены по обе стороны "орогенной" кривой, указывая на вероятное преобладание свинца, происходящего из мантийных или верхнекоровых источников.

Некоторые образцы из Каджарана, Капана, Анкадзора, Фиолетово и Алаверди демонстрируют негативный возраст (рис. 1, 2) по модели эволюции свинца, предложенной [7]. Предполагается, что этот аномальный изотопный состав свинца может быть интерпретирован как радиогенный.

Хотя древнейшие медные месторождения по возрасту отнесены к верхней юре-нижнему мелу (~154-122 Ma), некоторые образцы верхнеюрских-нижнемеловых месторождений Алаверди и Шамлуг, средне-верхнеэоценовых месторождений Анкадзор, Агви, Сисимадан и даже верхнеолигоцен-неогеновых месторождений Агарак и Дастакерт показывают возраст свинца древнее 200 Ma. (см. рис. 1 и 2). Также для трех образцов из

Алаверди, Анкадзора и Агарака оценочный возраст свинца превышает 400 Ma. Полученные значения в целом не превышают интервалы возраста консолидации кристаллического фундамента Цахкуняцкого массива – 685–620 Ma, Сомхето-Капанской зоны – 360–300 Ma, аллохтонных блоков региональных метаморфитов Амасия-Севано-Акеринской сутуры – 300 ± 10 Ma. Флуктуации возрастных значений для различных месторождений в пределах одной и той же структуры или для отдельных конкретных месторождений обусловлены спецификой вещественного состава отдельных участков кристалликума, степенью мобилизации из них «древнего» свинца и вариациями отношений Pb/U и Pb/Th.

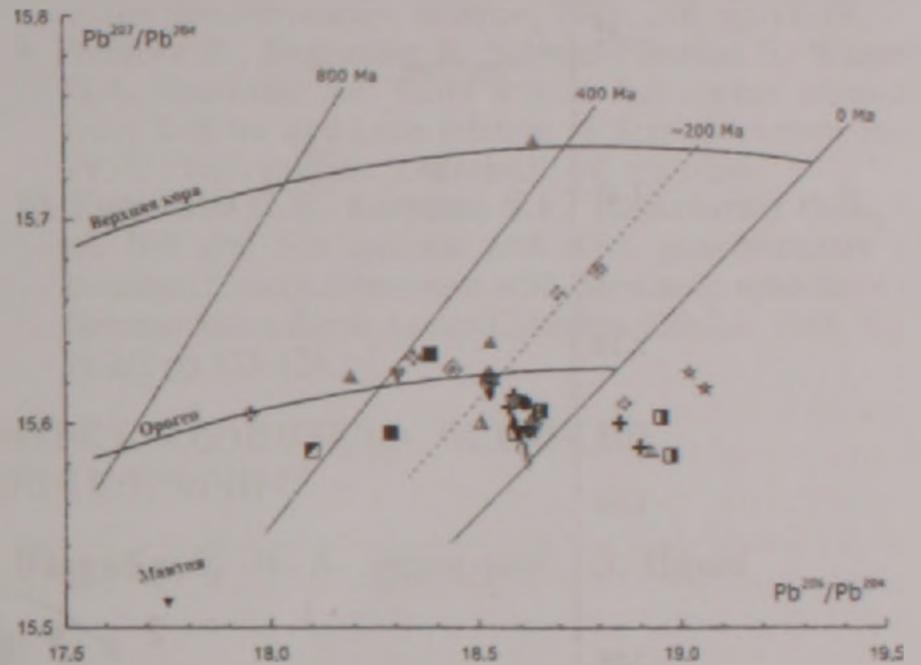


Рис. 1. Зависимость $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ от $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ в проанализированных рудах. Кривые эволюции свинца и линии оценки возраста по [7]. Пунктирная линия соответствует возрасту ~200 Ma. Условные обозначения – см. рис. 2.

Таким образом, свинец месторождений Армении может быть условно разделен на три группы: "радиогенного свинца", "обычного свинца" и "древнего свинца". "Обычный свинец" представляет собой изотопный состав свинца между разделительными линиями 0 и ~200 Ma, "радиогенный свинец" моложе 0 Ma, и "древний свинец" древнее 200 Ma (см. рис. 1 и 2). Подобное разделение месторождений носит условный характер и не характеризует отдельные месторож-

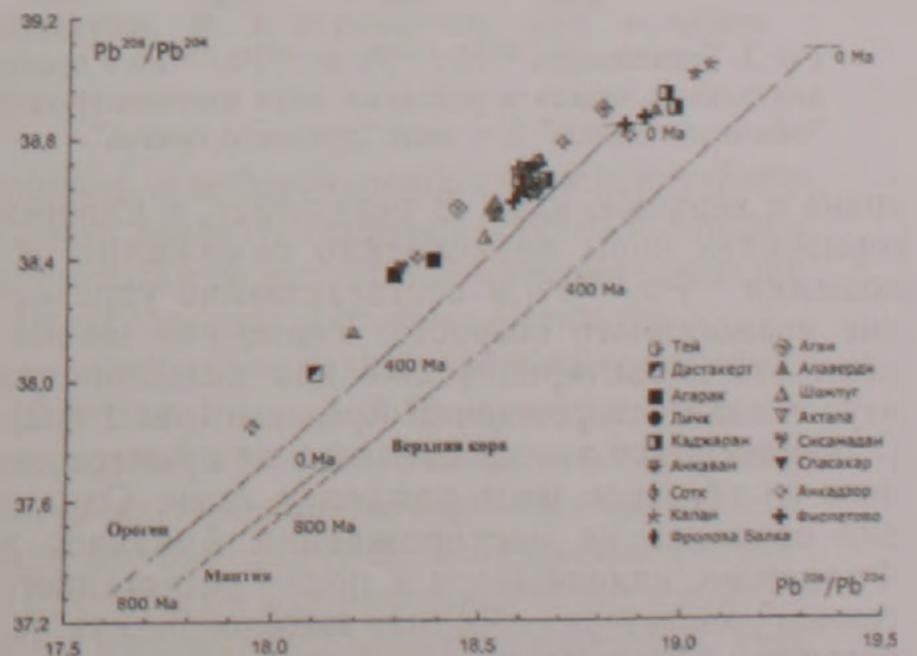


Рис. 2. Зависимость $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ от $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ в проанализированных рудах. Кривые эволюции свинца и линии оценки возраста по [7].

дения или металлогенические зоны, поскольку разные образцы из одного месторождения могут быть обнаружены во всех трех группах (к примеру, Анкадзор и др.), но предполагается, что подобная классификация изотопных данных месторождений может быть полезной для выявления особенностей эволюции изотопного состава свинца рудных месторождений. Указанные изотопные составы свинца также четко выделяются на диаграмме $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ от $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (рис.3). Обычно для рудных месторождений "оргоенных" (коллизонных) зон ураногенный возраст несколько древнее по отношению к торогенному [7,3]. Это объясняется относительным обеднением ураном нижней части континентальной коры и выносом

верхняя кора, обогащенная U относительно Th.

Наиболее неожиданным результатом данного исследования следует считать то, что разновозрастные, разнотипные и приуроченные к различным геолого-структурным зонам рудные месторождения Армении не могут быть надежно разделены по изотопному составу свинца. Как показано выше, изотопный состав свинца имеет гетерогенный характер не только в пределах металлогенических зон и возрастных групп, но и в пределах отдельных месторождений, таких как Анкадзор, Алаверди, Каджаран, Фиолетово и др.

Предполагается что формирование рудных месторождений Армении носило сложный характер, проявленный в наложении и неоднократ-

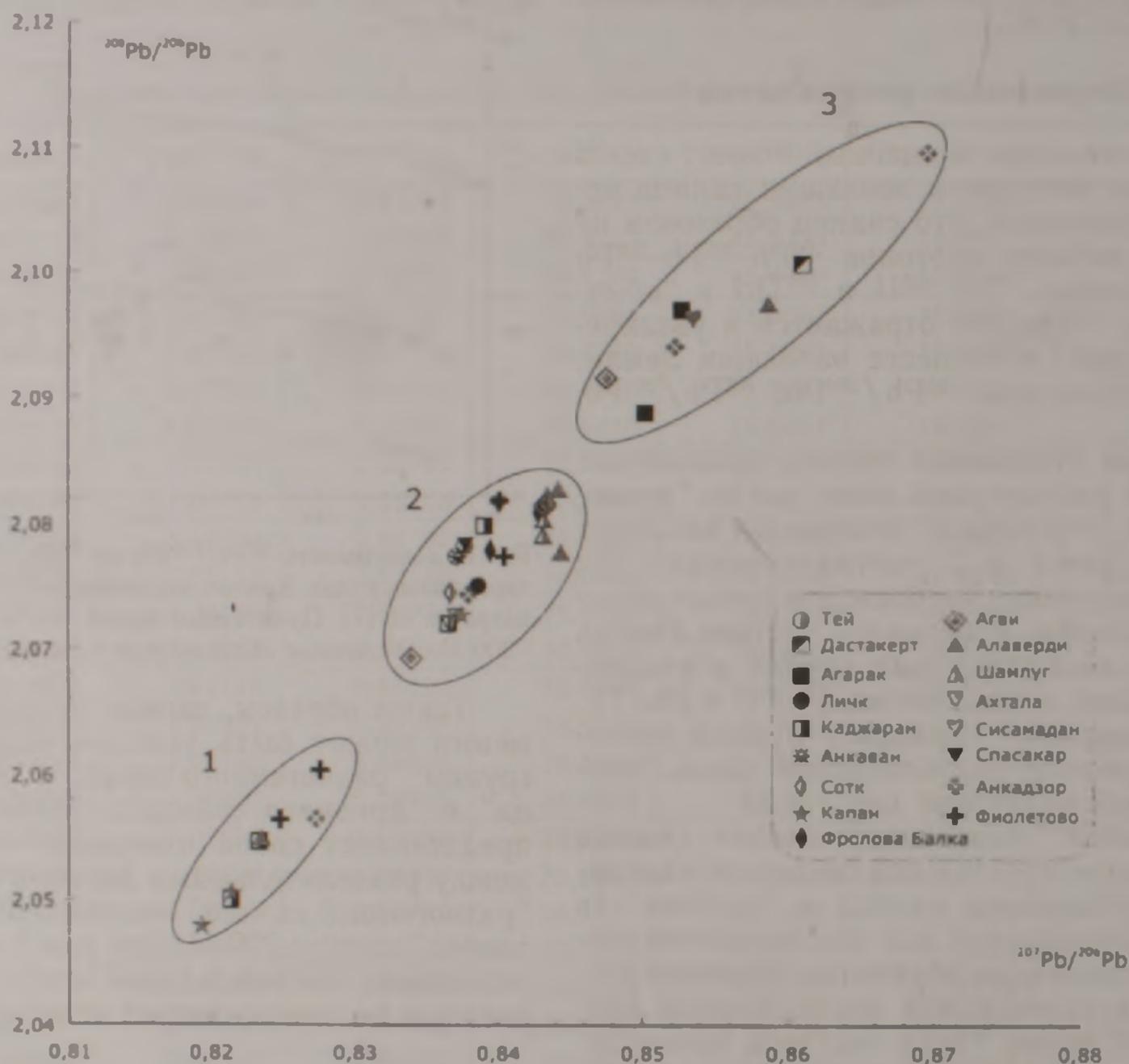


Рис.3. Зависимость $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ от $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ в проанализированных рудных образцах с использованием индивидуальных знаков и условные поля изотопного состава свинца: 1 – поле "радиогенного свинца", 2 – поле "обычного свинца" 3 – поле "древнего свинца".

урана в верхнюю кору. В результате, в нижних горизонтах коры происходило понижение отношения $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и соответственно удревание ураногенного возраста. Указанная закономерность характерна также для большинства изученных месторождений Армении (рис.1 и 2). Особенно резко это проявляется на примере одного из образцов месторождения Агви. Однако для образцов из месторождений Анкадзор и Фиолетово, находящихся в поле "радиогенного свинца", характерна обратная закономерность: торогенный возраст этих образцов древнее ураногенного. Это, возможно, связано с тем, что источником свинца указанных месторождений служила

ном смешении различных источников рудного вещества. Для некоторых месторождений также характерно омоложение изотопного состава свинца, связанное с резким обогащением радио-генными изотопами, продуктами распада ^{238}U , ^{235}U и ^{232}Th . В настоящее время предполагается продолжить начатые исследования рудных месторождений Армении, что позволит в дальнейшем построить изотопно-геохимическую модель формирования рудных месторождений Армении.

Авторы выражают благодарность Dr. Christine Chataigner за консультации и организационную поддержку, Thorsten Schifer, Dr. Elke Niederschlag, Kerstin Eckstein, Berndt Hoepener

за неоценимую помощь и поддержку при проведении анализов, Prof. Ivelin Kuleff за полезные консультации. С благодарностью отмечаем фонд INTAS за финансовую поддержку исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агамалян В.А., Гукасян Р.Х., Багдасарян Г.П. Докембрийская трондъемитовая формация Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1997, №3, с.12-21
2. Агамалян В.А., Асланян А.Т., Багдасарян Г.П., Гукасян Р.Х. Области асинтской и герцинской консолидаций в кристаллическом основании структурно-формационных зон территории Армянской ССР. В кн. Матер. Кавказского симпозиума проекта № 5 МПГК. М. 1982 с.15-16.
3. Амов Б., Балджиева Ц, Кахадзе Э., Купарадзе М., Отхмезури З., Шубарова С. Об изотопном составе свинца в галенитах некоторых месторождений Грузии. Geologica Balcanica, 1982, 12, 1. с.63-76.
4. Багдасарян Г.П., Гукасян Р.Х., Казарян К.Б. Сравнительное изучение возраста древних метаморфических сланцев бассейна р.Ахум (АрмССР) К-Ar и Rb-Sr методами. В сб.: Геохронология Восточно-Европейской платформы и сочленение Кавказско-Карпатской системы. М.: Наука, 1978, с.34-46.
5. Горохов И.М., Рубинштейн М.М., Кутявин Э.П., Варшавская Э.С. Применение Rb-Sr метода для датирования некоторых докембрийских пород Грузии. В сб.: Геохронология Восточно-Европейской платформы и сочленение Канкаско-Карпатской системы. М.: Наука, 1978, с.26-33.
6. Мелюксетян Б.М., Багдасарян Г.П., Гукасян Р.Х. Изотопно-геохимические исследования эклогит-амфиболитов, ассоциирующих с офиолитами Севано-Амасийского пояса (Амасийский массив). Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т XXXVII, 1984, №1, с.3-22.
7. Doe B.R., Zartman R.E., Skinner B.J. 1978. Plumbotectonics of the Phanerozoic. In the book "Geochemistry of Hydrothermal ore deposits".
8. Gale N.H. & Stos-Gale Z.A. Bronze Age copper sources in the Mediterranean, Science, 1982, 216; pp.11-19.
9. Pernicka E., Begemann F, Schmitt-Strecker S, Wagner G.A. Eneolithic and Early Bronze Age copper artefacts from Balkans and their relation to Serbian copper ores. 1993. Praehistorische Zeitschrift, 68, pp.1-54.
10. Zakariadze G.S., Karpenko S.F., Bogdanovsky O.G., et al. Nd and Sm isotope and REE geochemistry in metabasic rocks associated with Mesozoic ophiolites of Sevano-Akera Zone, Lesser Caucasus. Ophioliti. 1988. V.13 N.2/3 pp.137-156.

ԿԱՊԱՐԻ ԻՉՈՏՈՊՆԵՐԻ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊԼԽԱՎՈՐ ԷՆԴՈԳԵՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐՈՒՄ

Հ. Բ. Մելիքսեթյան, Ե. Պերնիցկա, Ռ. Լ. Մելկոնյան, Ռ. Տ. Ջրբաշյան, Յ. Ադամ

Ա մ փ ո փ ո ս մ

2001-2002 թթ. Արխեոմետրիայի ինստիտուտի Գերմանիայի Ֆրայբերգի Տեխնիկական Համալսարան – Լեոնային Ակադեմիայի Արխեոմետրիայի ինստիտուտի հետ համատեղ ծրագրի շրջանակներում կատարվել են Հայաստանի վաղ բրոնզե դարի (մ.թ.ա 32-22 դ.) պղնձե իրերի և պղնձի ու բազմամետաղային գլխավոր հանքավայրերի կապարի իզոտոպների և քիմիական բաղադրության որոշումներ: Այս աշխատանքի հիմքում են ընկած հանքավայրերի կապարի իզոտոպների նոր որոշումները ստացված ինդուկտիվորեն կապակցված պլազմայի մասսսպեկտրոմետրիայի մեթոդով: Ցույց է տրվում, որ Հայաստանի հանքավայրերի ձևավորումը կրել է բարդ բնույթ, պայմանավորված կապարի տարբեր անհամասեռ աղբյուրների բազմակի վրադրմամբ և խառնումով:

LEAD ISOTOPE GEOCHEMISTRY FOR THE PRINCIPAL ENDOGENOUS DEPOSITS IN ARMENIA

Kh. B. Meliksetian, E. Pernicka, R. L. Melkonyan, R. T. Jrbashtyan, and J. Adam

Abstract

In 2000-2001, lead isotopes and chemical composition of archaeological copper artifacts (Early Bronze Age, the 32nd-22nd centuries B.C.) and main copper and polymetallic ore deposits in Armenia were studied in the framework of a joint archaeo-metallurgy project in cooperation with the Archeometry Institute (Technological University, Mining Academy of Freiberg, Germany).

The main purpose of the archaeometallurgical investigation was to study chemical composition and production technology, and reveal ore sources worked at early stages of bronze-casting production. The Armenian Highland and the Southern Caucasus fall within the spatial area of metallurgy origin. This fact, as well as presence of numerous large and minor copper deposits, a multitude of copper artifacts of an Eneolithic or Early Bronze age, and particularly the wide spreading of arsenious and, more seldom, early stanniferous bronze, all emphasize high importance of this region for archaeometallurgical studies with the use of advanced high-precision analytical techniques. This work is based on the new data on lead isotopes in ore samples obtained in the frame of the conducted research.

МЕТАЛЛОНОСНОСТЬ ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ (ТЕРРИГЕННО-УГЛЕРОДИСТЫХ) КОМПЛЕКСОВ АРМЕНИИ

© 2003 г. П. Г. Алоян, Гайк П. Алоян

Горно-металлургический институт
375010, Ереван, ул. Корюна, 14, Республика Армения
14. E-mail: hayk_a@yahoo.com
Поступила в редакцию 07.07.2003 г.

В Армении опосредованно и разведано более 10 крупных месторождений углей и горючих сланцев, однако, в связи с их низким качеством, эти объекты оценены как неперспективные на топливное сырье. Нашими исследованиями впервые доказана металлоносность черносланцевых (терригенно-углеродистых) комплексов, в особенности на промышленные концентрации благородных металлов – Au, Ag и МПГ, по аналогии с черносланцевыми геотипами мира. Этот новый для Армении вид рудного (рудно-топливного) сырья по качеству и количеству благородных металлов, а также простоте технологической схемы обогащения и благоприятными горно-геологическими условиями открытой разработки может составить серьезную конкуренцию разведанным и эксплуатируемым месторождениям золотополиметаллической промышленной формации и по прогнозным ресурсам Армения может войти в число золото-платиноносных провинций мира.

Наиболее полная генетическая и химическая характеристика понятия “черные сланцы” дана Я.Э. Юдовичем и М.П. Кетрис. Детальный анализ определения “черные сланцы” дает основание этим исследователям обобщить, что это “водно-осадочные горные породы, обычно темные, пелитоморфные и сланцеватые, обогащенные сингенетическим органическим веществом преимущественно аквагенного и отчасти терригенного типов” [5]. В то же время эти исследователи отмечают, что не все сланцы черные, среди них встречаются даже оливковые (Эстонский кукерсит желтый) и не все они сланцеватые. Например, глинисто-кремнистые сланцы силура и карбона Северного Урала пластинчатые и листоватые, а переслаивающиеся с ними фтаниты (то же лидит – черный, твердый и плотный кремнистый сланец) грубоплитчатые, даже массивные. Поэтому к черным сланцам относят и непелитоморфные породы: алевролиты, графитовые гнейсы, кристаллические известняки. Часто в природе аквагенное и терригенное ОВ могут быть представлены в смешанной форме, а часто в некоторых черных сланцах примесь терригенного ОВ очень значительна (фаменские сланцы Чаттануга и средне-верхнекарбонатные пенсильванские сланцы, перекрывающие угольные пласты США; олигоценые менилитовые сланцы, Карпаты и др.). Рудоносные черносланцевые комплексы представлены преимущественно углеродистыми терригенно-сероцветными (таймырский, сухоложский и наталкинские геотипы), углеродисто-сланцевыми (полярноуральский и ханкайский типы), углеродисто-терригенно-карбонатными (южнокитайский и карлинский типы) образованиями складчатых, офиолитовых и рифтогенных областей и платформ [2].

Черносланцевые формации известны в геологических разрезах всех возрастов; они являются составной частью метаморфических и осадочных комплексов докембрия и фанерозоя. С черносланцевой формацией связаны крупные месторождения шунгитов, графитов, фосфора, марганца, серного колчедана, меди, полиметаллов, благородных и редких элементов, ванадия, урана, ред-

ких земель, что определяет их исключительное экономическое значение. Металлоносность черносланцевых комплексов известна давно.

Наиболее важными в промышленном отношении являются сульфидные полиметаллические руды широко известных месторождений типа Роммельсберг в Германии, Эргани-Мадан в Восточной Анатолии (Турция), Маунт-Айза в Квинсленде (Австралия), Бонн-Терр (шт. Миссури) и Дефферсан-Сити (шт. Теннесси) в США, Горевское (Енисейский край) и Холоднинское в Прибайкалье (Россия) и др. Разработка Роммельсберга началась примерно с 900г. и интенсивно продолжается более 1000 лет. Здесь в последние десятилетия добывают около 100 тыс. т руды в год, Cu – 2 тыс. т, Pb и Zn – по 20 тыс. т. Попутно добывают Au и Ag.

Разработка черных медистых песчаников и сланцев (содержание Cu 2-3%) в области Маннсфельд-Хетштедт-Эйелебен началась приблизительно в 1200 г. и с тех пор продолжается, определяя промышленную значимость этого района. Попутно извлекается серебро (90-180 г/т). В польской Силезии известны крупные месторождения медистых битуминозных мергелей, аналогичных по природе черным медистым сланцам Маннсфельда, свинцово-медные и ванадийсодержащие известковые сланцы Дургамы в Северной Англии, черносланцевые колчеданные и колчеданно-баритовые месторождения Германии типа Мегген. Уникальным примером является пермская осадочная формация Фосфория (Скалистые горы). Протяженность формации – многие сотни км при мощности продуктивного горизонта от 35 до 70 м. Эти образования содержат: P₂O₅ – от единиц до первых десятков процентов, жидкие углеводороды – до 30 л/т, уран – 0,005-0,03%, V₂O₅ – 0,04-0,27%, редкие земли – 500-1500г/т. Значительное развитие и огромные запасы бедных руд редких металлов характерны для уранованадиеносных дикинономов и квасцовых сланцев Швеции, углито-глинистых сланцев Чаттануга (США).

Руды золота (серебра) с редкими элементами (землями) и платиноидами в черносланцевых

комплексах представляют собой в геологоразведочной практике явление принципиально новое. Первая обоснованная информация о промышленной значимости редких земель в этих комплексах появилась в середине 80-х годов, а об устойчивой, выдержанной в масштабах крупных блоков платиноносности — в конце 80-х годов.

Геологи всего мира за последние 25 лет проявляют повышенный интерес к проблеме рудообразования, связанного с металлоносными черными сланцами. После публикации Иды Ноддак о содержаниях платиноидов в черных сланцах маннфельдских Купфершифер почти полвека не было никакой информации. Развитие знаний о платиноидах в высокоуглеродистых породах было достигнуто посредством разработки новых способов пробирно-активационного анализа, в первую очередь путем опережающего тигельную плавку разрушения присутствующего в сланцах твердого минерализатора (сильвина) и разработки приемов полного разложения металлоносной графит-антраксолитовой составляющей. В исследованиях Н.П. Ермолаева и соавторов результаты анализа МПГ получены нейтрально-активационным способом (Pt, Pd), а также эмиссионно-спектральным с возбуждением в индуктивно-связанной плазме (Jr, Pd, Pt) по королькам неполного купелирования веркблейев [3].

Крупным импульсом послужил Международный проект "Металлоносные черные сланцы" (Metalliferous black shales). Проект выполнялся в 1987-1991 гг. в рамках Международной программы геологической корреляции (JGCR), которая осуществлялась Международным союзом геологических наук (JUGS) под эгидой ЮНЕСКО (UNESCO). Проект "Металлоносные черные сланцы" возглавлял чешский геолог Ян Пашава из геологической службы в Праге. Вице-президентом Проекта 254 был профессор В.А. Буряк (Хабаровск), известный исследованиями по золотоносности черных сланцев. Активными участниками этого Проекта были профессора Фань Делянь (Пекин), Ричард Гроч (США) и Яков Юдович (Россия, Коми). В рамках Международного Проекта 254 Я.Э. Юдович и М.П. Кетрис опубликовали фундаментальный труд, не имеющий аналогов в мировой геологической литературе — "Элементы-примеси в черных сланцах" [6]. После завершения Проекта 254 эти исследования с особой интенсивностью продолжают в России и на Украине в рамках постоянно действующей Международной конференции БРМ (рук. Гольцов В.А.).

Наиболее крупными золото-платиносодержащими месторождениями черносланцевой формации являются геотипы: онежский, тимской, таймырский, наталкинский, сухоложский, карлинский. Следует учесть, что к этой формации относятся такие гиганты, как Мурунтау (Узбекистан), Карлин (Невада, США), Ашанти (Гана), Наталка (Колыма, РФ), Сухой Лог (Бодайбо, РФ), Кумтор (Кыргызстан), Олимпиада (Красноярский край, РФ), Майское (Чукотка, РФ), Неждановское (Якутия, РФ) и др. [2,4].

К сожалению, армянский регион (даже кавказский) выпал из поля зрения исполнителей

этого Проекта. Черносланцевые комплексы Армении и Грузии остались неосвещенными (неизученными) на предмет их металлоносности.

Наши исследования по альпийской геодинамике Малого Кавказа и закономерностям пространственного размещения рудных и нерудных месторождений, в зависимости от геодинамического режима развития складчатых областей Армении, дали нам основание теоретически предсказать, а в последующем практически доказать металлоносность черносланцевых комплексов Армении. Были опробованы Нор-Аревикское, Джерманисское, Джаджурское (Бадиванское), Дилижанское, Иджеванское, Шамутское и Антарамутское месторождения бурых углей и горючих сланцев. Аналитические исследования проводились также на образцах углей из Грузии, и были получены положительные результаты. Интерес представляют угленосно-сланцевые отложения средней юры западной Грузии (Ткибули, Ткварчели и др.). По данным Г.С. Дзоценидзе и Н.И. Схиртладзе, в этих отложениях "ассоциация тяжелых минералов" имеет широкое распространение, в которых очень много рудных минералов (пирит, магнетит, лимонит и др.) — 35-70%. Кроме того, как и на угольных месторождениях Ширакской группы (Бадиван), грузинские угленосные отложения переслаиваются с цеолитами анальцимового состава (возможно, золотоносные по аналогии с цеолитами Армении).

Черносланцевые (терригенно-углеродистые) комплексы имеют широкое распространение в Армении. Они представлены терригенно-углеродистыми и терригенно-карбонатно-углеродистыми отложениями — переслаиванием маломощных пачек бурых углей, горючих сланцев, битуминозных углефицированных аргиллитов, песчаников и известняков, глинистых сланцев, реже андезитов, туффитов, туфоконгломератов и туфобрекчий. Общая мощность комплексов сильно варьирует и составляет в среднем 60-120 — 200 м. Они прослеживаются по простиранию на сотни метров, а в отдельных случаях — от 2-3 до 5 км. На отдельных месторождениях (Ширакская группа) черносланцевые комплексы переслаиваются с цеолитами, в которых содержание золота составляет в пределах 1 г/т. Состав цеолитов смешанный (анальцит, морденит, клиноптилолит, монтмориллонит, кристобалит). Возраст комплексов — от нижнего триаса до плиоцена (триас, юра, эоцен, олигоцен, миоцен, плиоцен). В большинстве случаев эти отложения имеют пологие падения и обнажаются на поверхности или залегают на небольшой глубине и благоприятны для открытой добычи.

Разделение каустобиолитов на угли и горючие сланцы в данном случае носит в определенной степени условный характер, т.к. генетически и качественно (химически) это единые формационные комплексы, имеющие смешанный состав и представленные переслаиванием черноцветных и сероцветных сланцев. С другой стороны, некоторые комплексы занимают пограничное положение между углями и сланцами, вследствие значительной роли битуминозных (аквагенных) компонентов. Аналогичные обра-

зования углисто-сланцевого смешанного состава известны в Венесуэле (эоценового возраста) и Австралии (пермского возраста, Ю.Уэльс) [5].

С точки зрения металлоносности и в связи с этим и горнотехнических условий отработки этот вопрос на данной стадии исследований не имеет принципиального значения, т.к. золото-серебро-платиносодержащими почти в равной степени являются не только угли, но и сланцы, песчаники и аргиллиты, т.е. металлоносной является вся пачка (весь комплекс) терригенно-углеродистых и терригенно-туфогенно-карбонатных пород, занимающая определенное стратиграфическое положение в разрезе и соответствующая различным этапам геодинамического развития региона.

За прошедшее столетие черносланцевые комплексы Армении рассматривались исключительно как топливное сырье. Геологоразведочными работами опойсковано и разведано около 10 крупных месторождений бурых углей и горючих сланцев, однако, в связи с их низким качеством (высокой зольностью и низкой теплотворностью), эти объекты оценены как неперспективные (Нор-Аревик, Джерманис, Шамут, Антарамут, Иджеван, Дилижан и др.). Сегодня это "мертвые" объекты, однако в условиях энергетического и экономического кризиса местные жители (и некоторые организации) вынужденно их используют как бытовое топливо (рис 1.).

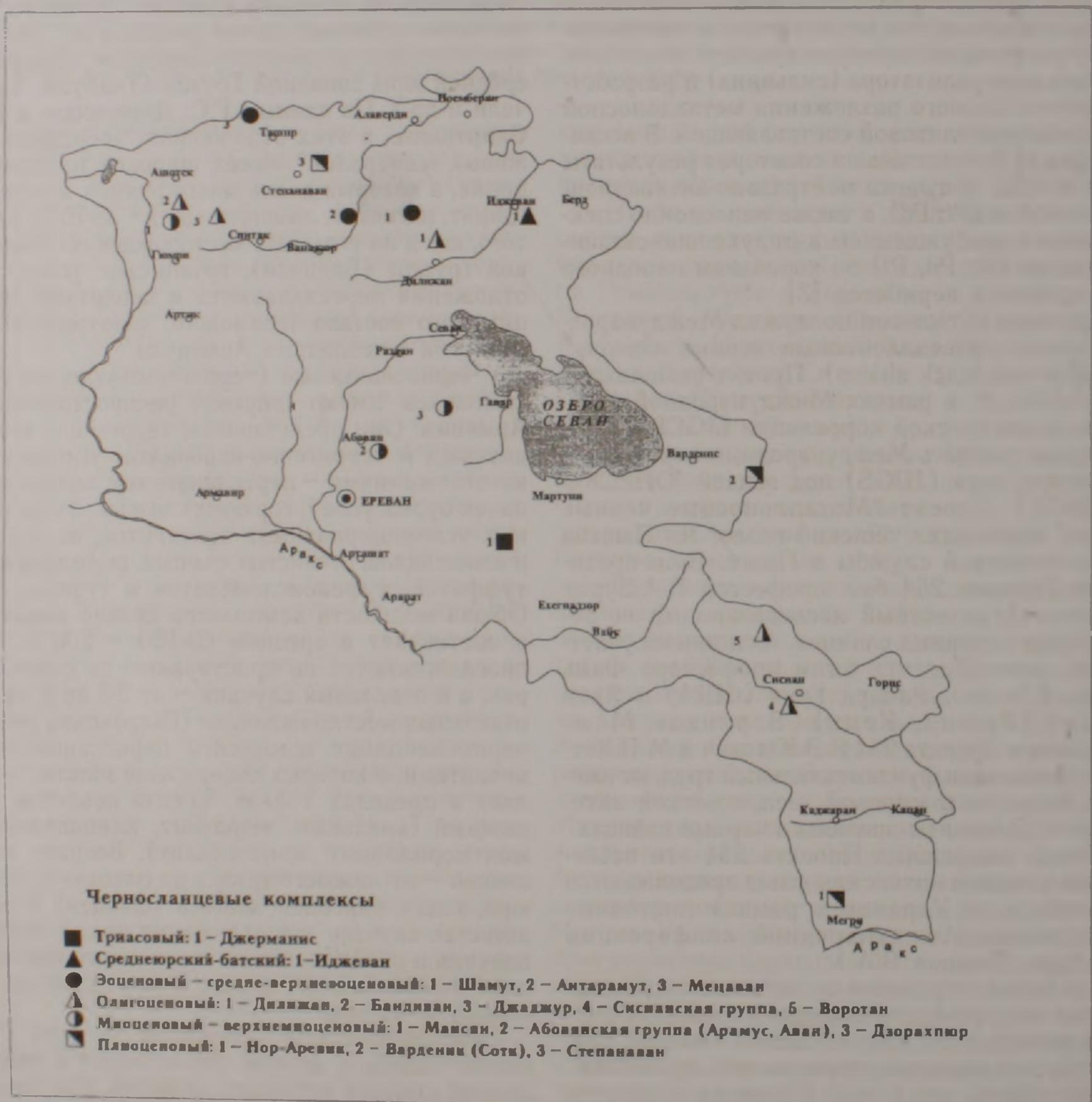


Рис.1. Схема расположения черносланцевых комплексов Армении.

Они расположены в различных геодинамических условиях и преимущественно тяготеют к региональным (транскавказским) структурам – зонам глубинных разломов (Сомхетской, Дебакли-Айригетской и др.) и рифтовым офио-

литовым поясам (Эрзнджан-Севанский, Вединский). Установлена корреляционная триада: пики образования крупных месторождений золота (платины) – импульсы рифтогенеза – максимумы угленакопления [4]. Эта закономерность име-

ет большое научное и практическое значение для регионального прогнозирования перспективных площадей. Следует учесть, что Н.М.Страхов один из первых указывал, что основной глобальной закономерностью угленосных бассейнов является их приуроченность к зонам глубинных разломов. По существу, все известные крупные месторождения Армении являются металлоносными в разной степени, и в первую очередь, по содержанию промышленных концентраций благородных металлов – Au, Ag, Pt, Pd, по аналогии с черносланцевыми геотипами мира. По данным 200 пробирных и пробирно-атомно-абсорбционных анализов, их содержание колеблется в широком диапазоне и составляет в среднем для наиболее крупных объектов: золота – от 1.5-3 до 7-8 – 11.2 г/т, серебра – от 28-50 до 150-350 г/т, металлов платиновой группы – от 0.1-0.05 до 1 г/т, а в отдельных технологических пробах (30-35 т) – 8-10 г/т. По данным спектральных анализов (50 анализов) на 30 элементов (ЦНИГРИ, г.Москва), в бурых углях и горючих сланцах, кроме благородных металлов, установлены Be, Cr, Cu, Ga, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sc, Sr, V, Zr [1]. Повышенные содержания Fe, Ti и Mo установлены химическими анализами в углях и горючих сланцах Джаджура, Джерманиса и Нор-Аревика. Содержание Mo составляет 0.04-0.2%, что превышает многократно промышленные содержания такого гиганта, как Каджаран. Анализы на редкие и благородные и черные металлы проведены в ГМИ (пробирные, химические, и фазовые; аналитики – Р. Арустамян, К.В. Минасян), ЦНИГРИ (спектральные и пробирно-атомно-абсорбционные; аналитики – А.В. Мандругин, И.Ю. Хлебникова), а также швейцарской фирмой Depo MGBH и Аналитическим центром фирмы АССАТ.

По данным минералогических и рентгено-структурных исследований и химических анализов, золото и серебро представлены в основном в свободном виде (50%) и в сростках с сульфидами. Платиноиды представлены поликсеном, камаситом, купроплатиной, ферроплатиной и редко в самородном виде. Характерна изоморфная связь МПГ с железом; наблюдаются твердые растворы Pt-Fe-Cu. Рудные минералы представлены пиритом, магнетитом, гематитом, сфалеритом, самородной медью и железом, халькопиритом, а нерудные – преимущественно кварцем, карбонатами, гипсом, полевыми шпатами, серицитом и др.

Следует особо подчеркнуть, что оруденение концентрируется не только избирательно в углистых пластах, но и в переслаивающихся с ними песчано-глинистых, песчано-туфогенных и песчано-обломочных образованиях, что увеличивает мощность "продуктивного" слоя в 1.5-2 и более раза и обеспечивает сплошную выемку пород при добыче.

Проведены лабораторные и 4 промышленные технологические испытания на пробах Шамутского, Нор-Аревикского, Джерманисского и Джаджурского месторождений с начальным весом от 20 кг до 35-750 тонн по комбинированной схеме. Промышленные испытания проводились по укороченной схеме (гравитация + флотация) на Айгедзорской ЗИФ (с. Айгедзор, Сюник), а на опыт-

ной установке фирмы АССАТ (г.Масис) – гравитационное обогащение. Получены гравитационные концентраты с содержанием золота от 20 до 50 г/т, серебра в пределах 50-100 г/т, а платины – от 10 до 40 г/т, и флотоконцентраты с содержанием золота 14-25 г/т и серебра – до 600 – 1500 г/т. Хвосты обогащения лабораторных испытаний содержат Au – 0.2 г/т и Ag – 1.2 г/т, а хвосты промышленных испытаний – Au – от 0.4-0.6 до 1.6-3.4; Ag – от 12 до 35 г/т [1].

Технологические исследования по обогащению и металлургическому переделу черносланцевых комплексов направлены на разработку оптимальной комплексной схемы по полному извлечению благородных (и других попутных) металлов, а также получение высокооктанового топливного сырья, органических соединений, различных красителей и качественного бытового топлива (обогащенного угля) в брикетах. Исследования по металлургическому переделу концентратов направлены на получение металлов высокой чистоты, в т.ч. платиноидов, что является одной из важнейших технологических проблем в мире.

Формирование металлоносных (золото-серебро-платиносодержащих) черносланцевых (терригенно-углеродистых) комплексов происходило в условиях терригенного сноса и осаждения обломочного материала в зоне литорали с биогенными илами и их дальнейшей литификации и катагенеза в конкретной геодинамической обстановке. В отличие от всемирно известных крупных золото-платиносодержащих черносланцевых комплексов, в пределах армянских комплексов воздействие магматических и постмагматических процессов на формирование оруденения, а также кварцево-жильных образований пока не установлено. Исследования продолжают. Мы не исключаем возможности обнаружения прослоев андезито-базальтов или андезито-дацитов, а также даечных образований в разрезе черносланцевых комплексов, хотя в материалах геологоразведки об этом ничего не сказано.

По данным М.М.Константинова и соавторов, формирование черносланцевых комплексов и углеродистых метасоматитов тесно "связано с предророгенным рифтогенезом в пределах активных и пассивных континентальных окраин". По их мнению, этот процесс сопровождался дегазацией углеводородов из мантии и коры на субмаринный уровень, что проявлялось в поступлении эндогенного флюида в осадочные толщи и сопровождалось как привнесением металлов, так и стимулировало бурное накопление в осадках биогенной массы (биогенного органического вещества), сорбирующей полезные компоненты эндогенного флюида [4]. Эти обобщения М.М.Константинов и соавторы делают на основании большого фактического материала, а также эндогенно-биогенной концепции С.Г.Неручева о металлоносности планктоногенных эпох в развитии стратосферы Земли. На данной стадии изученности черносланцевых комплексов Армении пока нет достаточных данных для

однозначного принятия какой-либо концепции рудообразования, но одно, несомненно, имеет место – цикличность формирования черносланцевых комплексов в течение фанерозоя и связь их с процессами рифтогенеза и активизации глубинных разломов, что хорошо согласуется с периодами усиленного поступления в биосферу эндогенного CO_2 [5].

Этот новый вид рудного сырья по качеству и количеству металлов, а также простоте технологической схемы обогащения и благоприятными горно-геологическими условиями открытой разработки может составить конкуренцию, во-первых, разведанным месторождениям золоторудной (золотополиметаллической) формации, числящимся на Госбалансе Армении, а во-вторых, платиноносности перспективных комплексных месторождений медно-молибденовой формации: Каджаран, Агарак, Техут и др. Следует учесть, что наиболее крупные по масштабам и качественные по содержанию благородных металлов черносланцевые комплексы расположены в промышленно освоенных горнорудных районах с развитой инфраструктурой и наличием действующих горнообогатительных и золотоизвлекательных фабрик. Например, месторождения Шамут и Антарамут находятся в сфере влияния Алавердского медеплавильного комплекса (АСР), Джерманис – Араратской золотоизвлекательной фабрики (AGRC), Нор-Аревик – Айгедзорской ЗИФ (Сипан-1).

На некоторых объектах (Шамут, Джерманис, Нор-Аревик) начата доразведка с целью их переоценки и промышленного освоения. В настоящее время на Айгедзорской ЗИФ переработано углей и сланцев Нор-Аревикского месторождения более 800 т. Из них получено 30 т гравиконцентрата (50 г/т Au) и 5 т флотоконцентрата (60 г/т Au).

По нашей предварительной оценке, за счет потенциальных ресурсов черносланцевых комплексов разведанные общие запасы золота республики могут быть увеличены значительно, а платиноиды – взяты на баланс, в результате чего Армения может занять одно из ведущих мест среди крупнейших золоторудных провинций мира.

Таким образом, в пределах Армении выявлена новая рудная формация – золото-серебро-платиносодержащая черносланцевая (терригенно-углеродистая) формация, что имеет важное научное и прикладное значение и открывает новые перспективы для всего Кавказского региона (в особенности для Грузии) и Ближнего

Востока (Иран).

В целях оказания содействия частному бизнесу и повышения эффективности освоения этого нового для Армении вида сырья необходимо создание соответствующей нормативно-технологической базы, обеспечивающей перевод нерудного топливного сырья в категорию рудно-топливного. Это, во-первых, разработка параметров качественной и количественной оценки горно-геологических условий рудовмещающего массива; во-вторых, разработка оптимальной технологии разведки, добычи и обогащения сырья; в-третьих, умелое использование существующей инфраструктуры для нужд нового производства.

Развитие проблемы промышленного освоения этого вида сырья может идти в двух направлениях. Первый вариант: золотоносные черные сланцы будут рассматриваться как золоторудные месторождения с использованием всех технологических параметров разведки и переработки, присущие этой рудной формации. Этот подход потребует значительных финансовых затрат и большого объема геологоразведочных и аналитических работ. Второй (основной) вариант предусматривает обогащение черных сланцев спутным извлечением благородных металлов. При этом нормативные и технологические параметры разведки и переработки сырья будут иными, менее жесткими. Этот подход потребует гораздо меньших финансовых затрат, ограниченного объема геологоразведочных работ, обеспечит комплексное использование сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян П.Г., Алоян Гайк П. Благородные металлы в черносланцевых комплексах Армении. Донецк: Материалы Международной конференции БРМ-2003, 2003.
2. Додин Д.А., Чернышов Н.М., Чередникова О.И. Металлогения платиноидов крупных регионов России. М.: Геоинформмарк, 2001, 301 с.
3. Ермолаев Н.П. и др. Механизм концентрирования благородных металлов в терригенно-углеродистых отложениях. М.: Научный мир, 1999, 124 с.
4. Константинов М.М., Некрасов Е.М., Сидоров А.А., Стружков С.Ф. Золоторудные гиганты России и мира. М.: Научный мир, 2000, 272 с.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия черных сланцев. Л.: Наука, 1988, 272 с.
6. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Элементы-примеси в черных сланцах. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994, 302 с.

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՍԵՎԹԵՐԹԱՔԱՐԱՅԻՆ (ՏԵՐԻՓԵՆ-ԱԾԽԱՔԵՐ) ՀԱՍՏՎԱԾՔՆԵՐԻ
ՄԵՏԱՂԱՔԵՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Պ. Գ. Ալոյան, Հայկ Պ. Ալոյան

Ա մ փ ո փ ո մ

Հայաստանում որոնված և հետախուզված են ածուխների և այրվող թերթաքարերի ավելի քան 10 խոշոր հանքավայրեր, սակայն կապված նրանց ցածր որակի հետ այդ օբյեկտները գնահատվել են անհեռանկարային՝ որպես վառելիքային հումք: Մեր հետազոտություններով, առաջին անգամ, աշխարհի սև թերթաքարային գեոտիպերի համանմանությամբ, ապացուցված է սև թերթաքարային կոմպլեքսների մետաղաբերությունը, հատկապես, ազնիվ մետաղների՝ ոսկու, արծաթի և պլատինի խմբի մետաղների արդյունաբերական կուտակումների տեսակետից: Հայաստանի համար հանքային (հանքավառելիքային) հումքի այս նոր տեսակը, ազնիվ մետաղների որակի և քանակի, ինչպես նաև հանքհարստացման տեխնոլոգիական սխեմայի պարզության և բաց հանքով մշակման բարենպաստ լեռնաերկրաբանական պայմանների տեսակետից, կարող է մրցակցության մեջ մտնել ոսկի-բազմամետաղային արդյունաբերական ֆորմացիայի հետախուզված և շահագործվող հանքավայրերի հետ և ընդհանուր պաշարներով Հայաստանը կարող է մտնել աշխարհի խոշորագույն ոսկեհանքային շրջանների ցուցակում:

CONDITION AND PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT FOR THE RAW-MINERAL RESOURCES OF GOLD ORE-MINING INDUSTRY IN ARMENIA

P. G. Aloyan and Haik P. Aloyan

Abstract

In the long-term perspective, gold-ore mining industry in Armenia is supported by reliable resources represented by development of conventional gold-bearing raw materials in the deposits of golden ore, poly-metallic, and copper and molybdenum formations. Our recent studies demonstrate that repeated growth of the resources, as well as of platinoids that are not yet on the balance list of the Republic, is to be expected in near-term outlook in connection with gold- and platinum-bearing capacities of the terrigenous-carbonate-tuffogenous-coal-bearing deposits, encompassing coals and shale oils, and established by the analogy to black shale geotypes of the world. The newest volcanic gold-bearing titanium-magnetite pumice sands, slag and tuff (tuff mining sands) of the Aragats Mount massif and other regions may in the outlook appear unique raw materials for the gold-ore industry that still have no analogous geotypes world-wide. Developing of new types of raw materials will ensure repeated increase of noble metal resources, while by the rate of its total resources Armenia will appear among leading gold-ore provinces of the globe.

DUAL NEAR-SURFACE RUPTURING MECHANISM DURING THE 1988 SPITAK EARTHQUAKE (ARMENIA)

© 2002 г. A. Avagyan*, J-F. Ritz**, A. Karakhanian*, H. Philip**

* "Georisk" Scientific Research Company,
375019, 24a Marshal Baghramian Ave, Yerevan, Armenia,
georisk@sci.am

*Institute of geological sciences of NAS RA
375019, 24a Marshal Baghramian Ave Yerevan, Armenia

** Laboratoire "Dynamique de la Lithosphere", UMR 5573,
Université Montpellier II, Place Eugène Bataillon,
34095 Montpellier Cedex 05, France

Received by the editorial office on 10 11 2003

We analyzed striations of various orientations and shapes formed on a fault plane of the central segment of the 1988 Spitak seismicogenic rupture in Northern Armenia ($M_s=7.0$). This allowed reconstruction of the rupturing process on the surface during the earthquake. The variation of striae orientations is related to the multi-phase main event consisting of several pulses within 11 seconds. The earliest striations of the first group were formed on the fault plane of the secondary superficial rupture before seismic rupture from depth had reached the earth surface and were not consistent with the resulting displacement. The later striations of the first group correspond to the motion guided from the depth. These striations formed when the focal rupture reached the central segment surface, therefore they reflect motion direction at depth most precisely. Superimposed striations of the second group are interpreted as a result of vibrations (dynamic stress change) associated with propagation of the rupture on the neighboring segments. At the final phase of rupturing process, there was an additional motion with vertical component, which did not create new striation because of a distance separating the two blocks near the surface, so that the last observed sub-horizontal striations appeared above the footwall surface. The presented data indicate important near-surface variations of kinematic conditions during the rupturing process, which were not accompanied by any change of general dynamic conditions at depth.

Introduction

Slikensides (striations) observed on fault planes are geological features that are largely used in brittle tectonics to reconstruct fault kinematics and fault dynamics [e.g. 1, 17]. Numerous methods to analyze fault slip dynamics data have been published on the assumption that these slickensides represent shear stress resolved on the fault plane [17]. Striations of various orientations found on the same fault plane are commonly interpreted as reflecting different motions that result from different stress conditions changing one another in time. Statistical analysis of such striations often forms the basis for reconstruction of regional deformation histories.

However, various directions of striations associated to a single stage of deformation were also observed, for instance, during the 1957 Gobi-Altay earthquake [7], the 1980 El Asnam earthquake [H. Philip, unpublished data], the 1992 Landers earthquake [8], or the 1995 Kobe earthquake [13]. H. Cashman and A. Ellis [2] explained this phenomenon by the interaction of two stress-fields – local and regional. According to their model, the phenomenon can be explained by a non-linear relative movement and block rotation during a strong earthquake. M. Gatory and P. Spudis [8] observed the rotation of striations and explained it by the combination of low initial stress level with spatial variations in initial stress direction.

In this paper, we present observations of differently directed striations that were formed during the 1988, $M_s=7.0$ Spitak earthquake, and revealed the dual mechanism of surface rupturing. We propose a model to explain what these features could mean in terms of fault kinematics and fault dynamics.

Earthquake data and sampling locations

The 1988 Spitak earthquake produced surface rup-

ture consisting of several segments of various length, kinematics and displacements rates. The earthquake, associated with the northern part of the Garni Fault, occurred in a region where main active faults of Armenia join each other to form the North Armenian Structural Arc [10, 16] (Figure 1). The hypocenter was at a depth of 11 km [10, 16, and 12.] According to seismological data, the main shock epicenter was located to the north of the Spitak city and had focal mechanism of a right-lateral strike-slip with reverse component (fault plane strike was $N140^\circ E$). The 37 km-long surface rupture displayed oblique-slip (reverse motion with dextral component) and a $65^\circ N$ -dipping fault plane [10, 16].

According to the broad band seismological data inversion [9], the main shock lasted for 11 seconds and was subdivided into 5 sub-events, distinguishable both in space and in time. The first rupture propagated to the northwest of the Spitak city along a $N120^\circ E$ -trending reverse fault with a right lateral component. Two seconds later, the second rupture propagated to the southeast from the Spitak city along the right-lateral $N140^\circ E$ -trending fault. Three seconds after the second rupture started, the first rupture propagated to the northwest along another segment. The rupture did not reach the surface and was a blind thrust associated to an anticline, on top of which secondary surface deformations were observed [14].

According to other authors [6, 12] the main shock lasted for 14 seconds and consisted of 3 sub-events.

The first observations of striated fault planes were reported three days after the earthquake [10, 16]. Two fragments of striated fault plane (Figure 2) were sampled at the place where the maximum vertical displacement was observed along the 8 km-long central segment, striking from the northwest of the Spitak city to the Gekhassar village [10, 14, 16].

The striated samples, still wet, were taken from the free face of the hanging wall, 60 cm above the base of

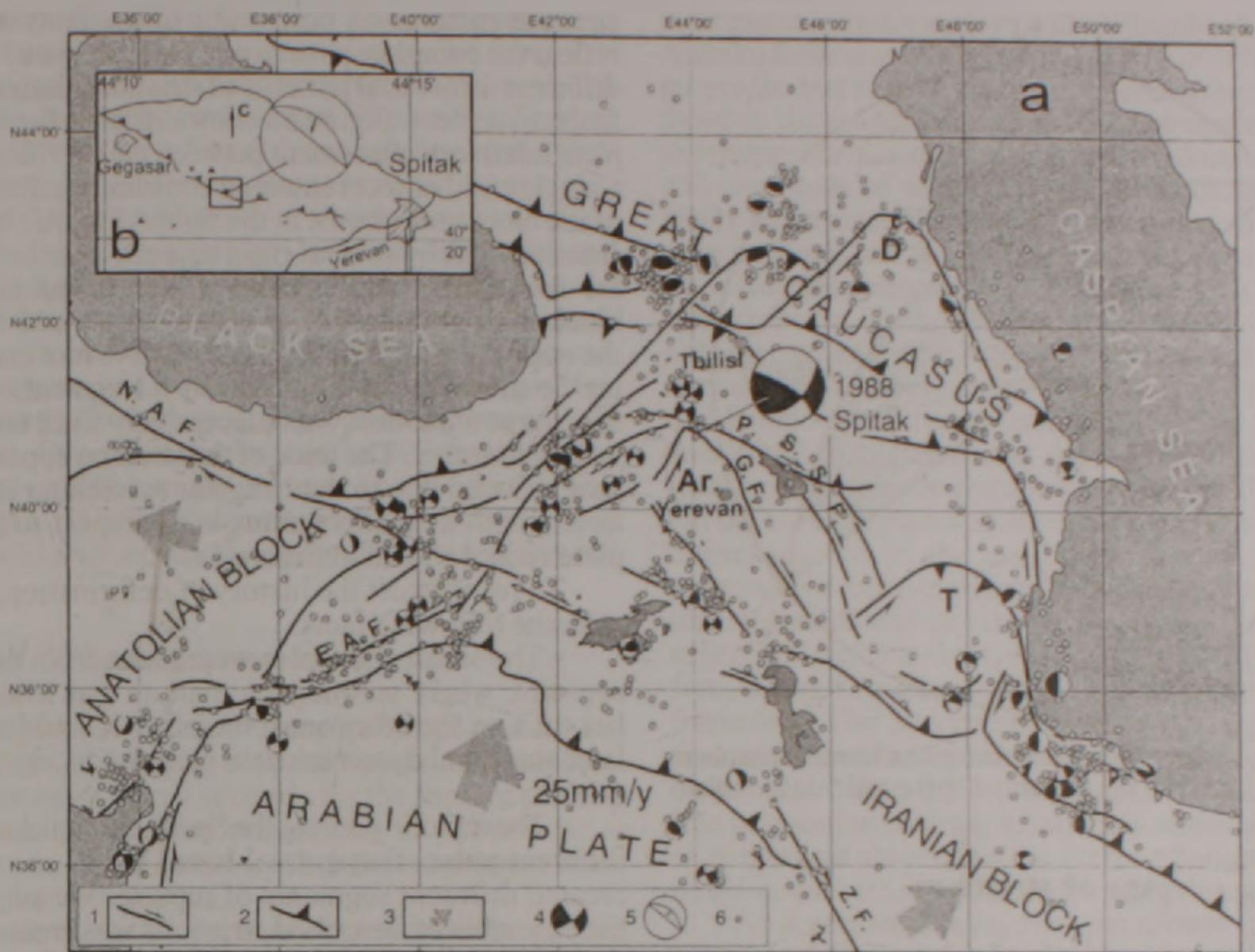


Figure 1 a - Seismicity in the region between 1977 and 1998 1 - strike-slip fault, 2 - reverse fault, 3 - movement of blocks 4 - focal mechanism of $M_w > 4.8$ earthquakes (CMT Harvard), 5 - rupture mechanism solution on the lower hemisphere of Schmidt, 6 - instrumental seismicity ($3 < M_b < 4.9$) (USGS-NEIC), b - Seismogenic rupture of the Spitak earthquake in 1988 with indication of the sampling site



Figure 2: Two samples of the striated fault plane.

the free face (i.e., above the footwall surface), along a perfectly planar fault plane trending $N140^\circ E$ and dipping 50° to the northeast (Figure 3a). These samples are two tablets of plastic clay almost without clastic elements, which formed as a result of interaction between the two blocks during the rupturing.

The vertical and horizontal displacements measured at the studied site are 1.60 m and 0.90 m respectively. On the free face, one can observe a 10-15 cm-thick black layer of modern soil that is lying directly on the weathered volcanic bedrock.

Description of striations

The observed striations can be divided into two main groups depending on the shape, size and depth of striae (Figure 3b). One can easily distinguish a group composed of thin and long rectilinear striations (Group I) covering a larger part of the surface (1, 2, 3, and 4 in

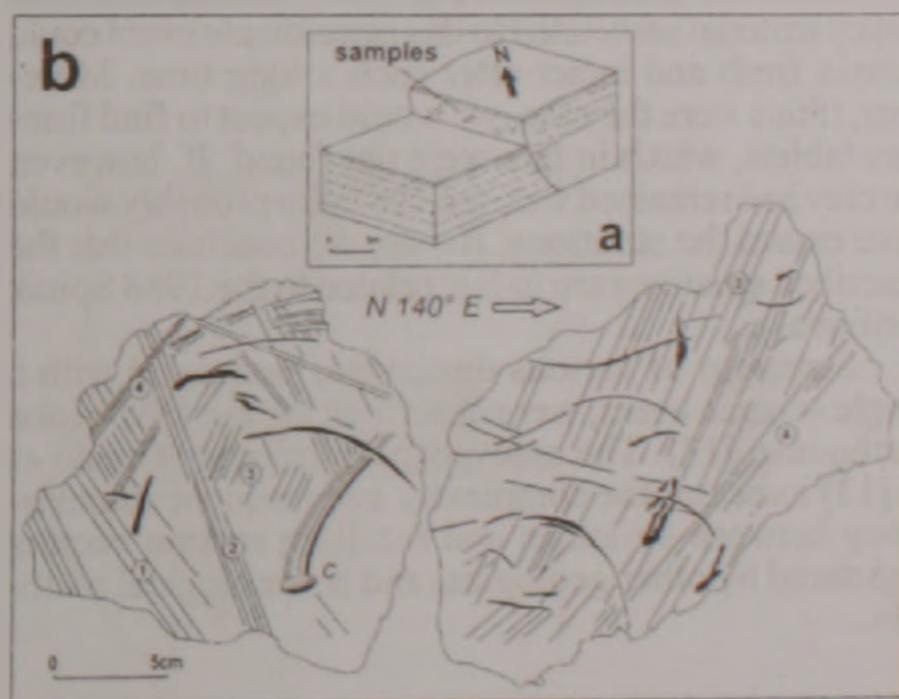


Figure 3: a - location of striated samples, b - samples (numbers indicates striae of the first group, c indicates clay accumulation).

Figure 3a), which is cut by the second group composed of short, deep and discontinuous striations having various orientations. Detailed analysis of Group I striations on the samples using the principle of superposition allowed us to determine four main motion directions that sequentially in time produced striation pitches of $48^\circ S$, $59^\circ S$, $65^\circ N$, and $49^\circ N$ (1, 2, 3, and 4 in Figure 4). Using the graphical method proposed by Ritz [15] for the stress ellipsoid parameters obtained from geological data [14], we determined the theoretical slip-vector for the studied fault plane (5 in Figure 4). For Group II striations we could not establish the chronological sequence.

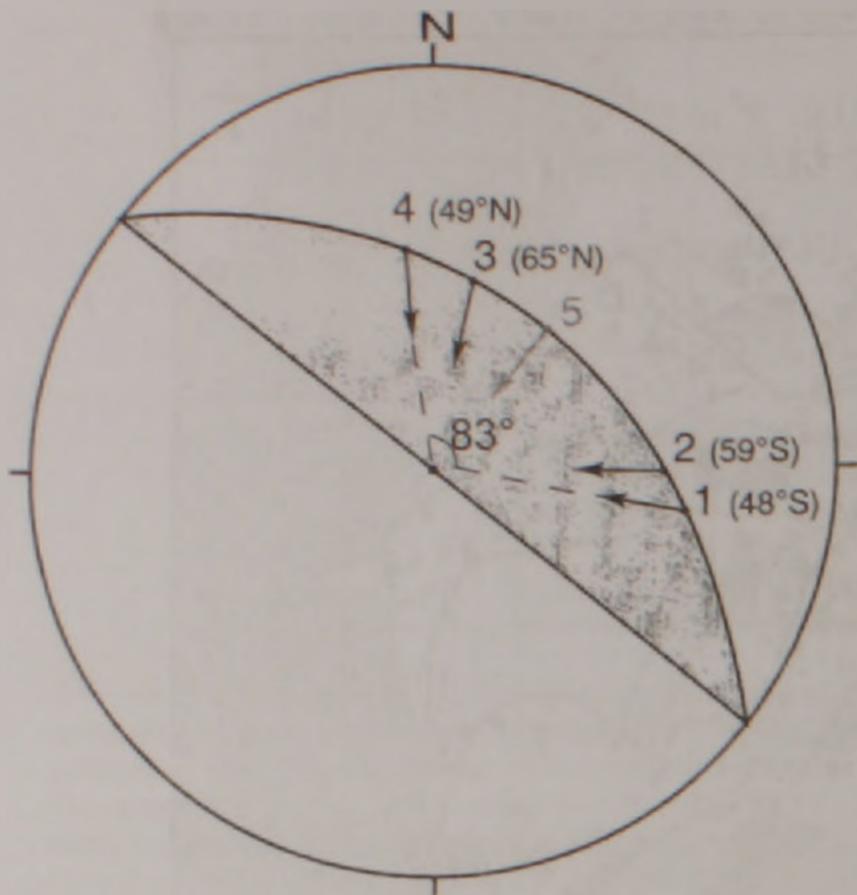


Figure 4: Representation of the striae on the lower hemisphere of Schmidt; 1 to 4 are the measured striae and 5 is the calculated one.

Age of striations

According to historical and paleoseismological evidence, the penultimate event on this segment occurred several thousands of years ago. Philip *et al* [14] established a date of 17,000 years BP as the lower time limit for this event. It is therefore unlikely that striations in clayey material associated to this penultimate event could remain fresh and intact after such a long time. Moreover, if this were the case, we would expect to find firm-clay tablets, which in fact were not found. If, however, the clay had remained wet, the 1988 slip probably would have erased the striations. Hence, we conclude that the described striations are in fact related to the 1988 Spitak earthquake.

Striations of various directions, associated with a single seismic event, were described for the 1995 Kobe earthquake [13]. The analysis performed by Otsuki *et al* [13] indicates the complexity and frequent inconsistency between striations and resulting motion vectors registered by other geological and seismological methods.

Analysis of the striation pattern

The complex pattern of slickensides can be partly explained by the presence of small clastic and rigid fragments in the clayey material, which would remain fixed to one or the other of the two fault walls alternatively during the relative movement of the blocks. As a result,

striation patterns on both walls of the fault would not reflect the complete pattern of motion. Figure 5 presents different theoretical patterns of striations during a single fault movement. Figure 5a shows striae reflecting complete relative displacement between the two blocks, since a single rigid object remained constantly affixed to one of the blocks not shown in the figure. Figure 5b presents striations left by several rigid objects, distributed along the fault plane, which were affixed to the not-shown block during a part of the displacement and scratched the opposite wall. For the same relative movement, Figure 5c shows the striation left by a fragment, which, in the course of motion, was successively fixed to one fault wall or the other. The trace of the striation appears somehow reduced due to the irregular scratching and forms an arc with a smaller radius with respect to the complete record shown in Figure 5a.

To reconstruct the history of deformation, we consider the following facts:

- The striated samples were taken from the central segment, where seismogenic rupture was initiated earlier than on the other ones: therefore it could reflect all later static and dynamic stress changes during the earthquake.

- The rupturing during the Spitak earthquake included different pulses that in total lasted for 11 seconds, and created different segments of rupture. We suggest that the ensemble of described striations was created during these pulses. Based on the analysis of the Spitak earthquake aftershock parameters, Dorbath *et al* (1992) concluded that no one of the strong aftershocks could trigger surface rupture process [5]. However, the influence of a strong aftershock on the neighboring segments was recorded after the $M_s = 7.0$ 1989 Loma Prieta earthquake (similar to the Spitak earthquake) [4].

- The fault surface with the described striations is flat enough to permit excluding any effect of its asperities on the direction of striae.

- Striations of Group 1 show a clockwise rotation by 83° (Figure 4). Along with such rotation, the vertical component is always a reverse slip, while the horizontal one changes from sinistral to dextral. The latter sense of motion is more consistent with the earthquake focal mechanism and offsets recorded in field [14]. Differently oriented striations of Group 1 have a rectilinear form (not wavy), which suggests that the movement was discrete (i.e., it had individual pulses). What this means is that there was a discrete pulse for each striation. Such change in the orientation of striations can not be a result of relative rotation of the compartments during the earthquake, because in such case the final amplitude of the vertical motion would be unreasonably large compared to the observed one (the radius of motion must be large enough to allow for the observed rectilinear shape of the striation).

- As a rule, striations in Group 2 are shorter, bent

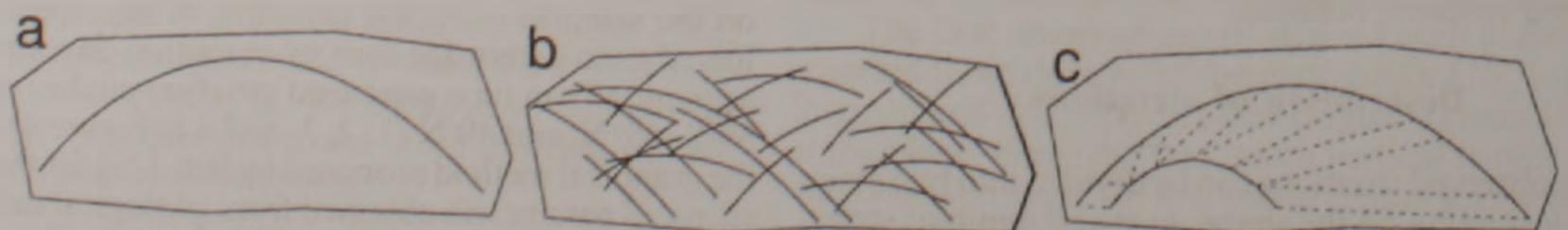


Figure 5: Theoretical pattern of striations during the same relative movement. Dashed line in c shows corresponding movements.

and more versatile than in Group 1. Their individual orientations vary, while the traces are wavy. We think that the second group of striations represents discrete displays of the same wavy movement (Figure 5b). The last of recorded striations in Group 2 was sub-horizontal (Figure 3b) and totally different from the resulting slip vector. This and the rest of striae in Group 2 can not reflect the last motions, because they are sub-horizontal and found 60 cm above the free face base. In other words, 60 cm of the total 180 cm of vertical movement took place after the last of the recorded striations had formed.

- Striations of Group 2 are deeper and larger than those in Group 1, i.e., they were produced by larger clasts (striations). One of such clasts left a 6-7mm-high clay accumulation at the end of its trace (*c* in Figure 3). This suggests that the latest striations of the second group formed when an opening appeared between the two blocks.

Discussion and conclusion

During an earthquake, rupture propagates at a speed of about 3 km/s [e.g., 9]. For the Spitak earthquake, it would take more than 4 seconds for the rupture to reach the surface. The rupture propagated in pulses both at the depth, and on the surface, and different pulses formed their respective striations.

Therefore, as the rupture approached the ground surface at early stages of its propagation (the first pulses), the secondary ruptures were formed on the surface favored by the absence of an upper formation load (Figure 6a).

The law of conservation of momentum can explain

these phenomena by analogy with a billiard-balls example. A strike from one end of a straight row of billiard-balls moves the last balls in the opposite end of the row, while those in the middle do not move. The motions on the secondary surface ruptures could reproduce orientation and amplitude of source motions at depth not in a precisely same manner. The first generation of striations appeared only on the surface, and was induced by the initial displacement at depth at the beginning of the rupturing process. The orientation of these striations is probably controlled by the location of the site with respect to the earthquake hypocenter. Later striations in Group 1 correspond to, and are consistent with, the movement and initial displacement at depth (i.e., with the focal mechanism), and the resulting surface slip (Figure 6b). On the surface, ruptures of early rupturing stages were observed also in the northwest part of the Spitak seismogenic rupture, which formed after the central rupture segment was generated. Folding and secondary superficial ruptures were also recorded there [14]. Therefore, Group 1 striations reflect this early stage of rupture formation. The late striations of the first group were formed more than 4 seconds after the rupturing started, by the time when the rupture had reached the surface. The orientation of these striations is consistent with the displacement observed at the surface. A significant part of the displacement took place during this stage.

As described above, once the central seismogenic rupture was formed, another rupture segment propagated to the southeast of Spitak and then to the northwest of the central segment. We believe that the second group of striations was created at this moment due to the passing of seismic waves. Since rock friction laws are insen-

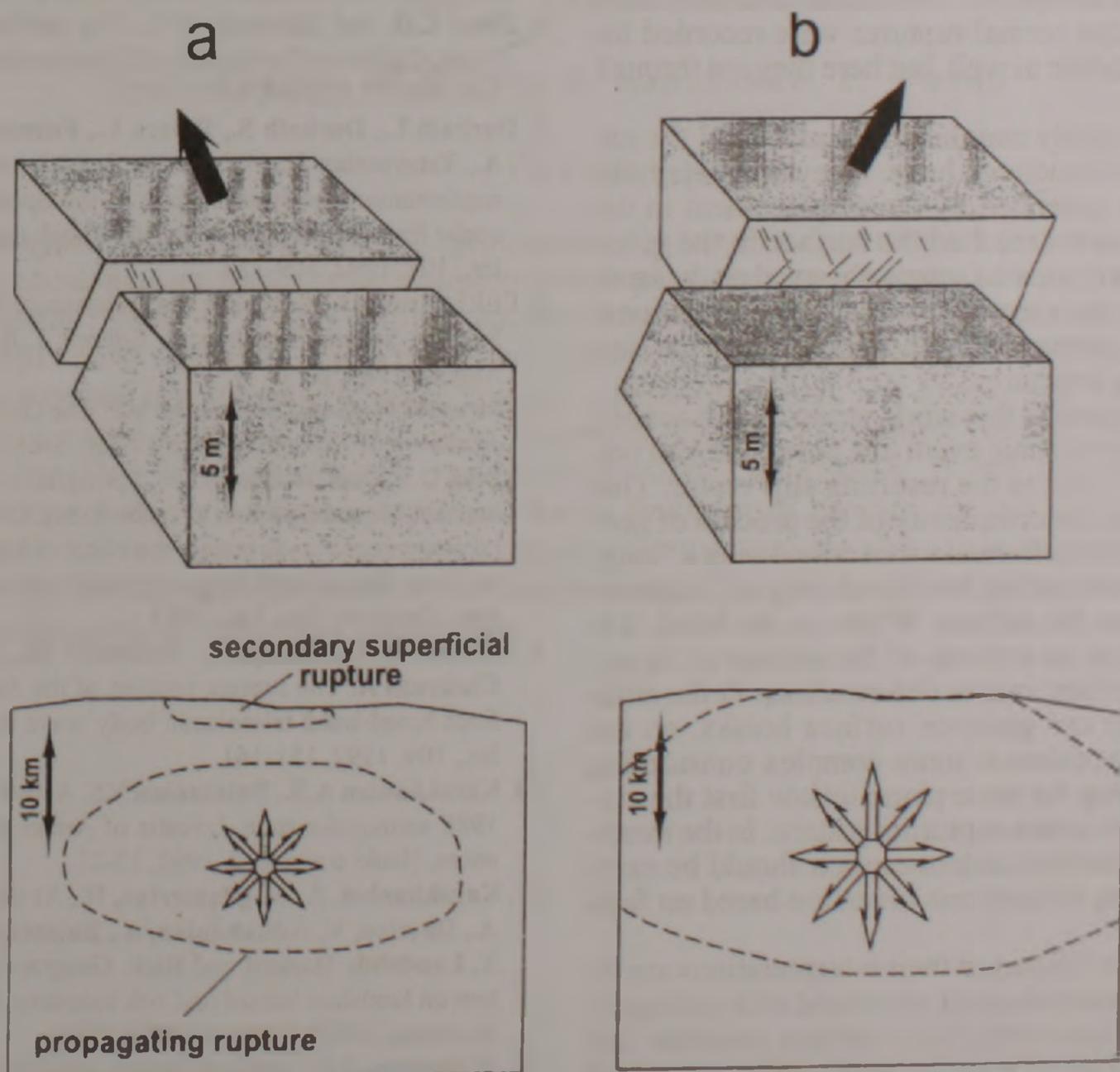


Figure 6: Two steps of rupturing process in the case of the Spitak earthquake.



sitive to transient stresses, the stresses in seismic waves are not as great as necessary to trigger rupturing [3]. On the other hand, as mentioned above, the effect of a strong aftershock influence on the neighboring segments was also observed [4]. These factors determined the limited length of striations in Group 2.

During this final stage of rupturing, the scarp height grew by about 60 cm without any friction between the two flanks near the surface, and the last observed sub-horizontal striae appeared above the footwall surface.

The described stages of the seismogenic destruction are all accommodated within the interval of 11 seconds, during which the shocks, jointly considered the main event of the Spitak 1988 earthquake, were recorded.

For some seismogenic surface ruptures it is still not clear whether they owe their origin to a primary effect, i.e., hypocentral rupture outcrop, or secondary one, i.e., seismic shaking. We have recorded such structures in the areas of giant seismogenic landslides in Garni and Artavan (Central and Southern Armenia) [11]. Flatly cut planes of clastic elements in medium cementation breccias, suggesting instantaneous motion along such plane, were recorded on the main scarp of the Garni Giant-Landslide located in the zone of the Garni active fault. Rectilinear and parallel normal ruptures, which have almost perpendicular orientation with respect to the strike of the right-lateral strike-slip Garni Fault, located to the north, were recorded on the body of this landslide.

The Artavan Giant Landslide is located in a region characterized by numerous landslides, forming an oval zone elongated NW-SE. This expansion of landslides across a seismically active region indicates presence of a seismogenic fault. Fragmentary breaks discovered till the present do not compose a continuous structure. Rectilinear and parallel normal ruptures were recorded for the Artavan Landslide as well, but here they cut through landslide flanks.

The present study may help to understand the nature this kind of structures have. They can represent surface ruptures generated by the displacement in the source, which has not reached the surface in the given sections. Therefore, some of scarps observed on the landslides could have not a secondary, or seismogravitational nature, but just a primary one. This may explain the limited size of these structures.

As demonstrated in this work, striations associated with a single large seismic event can have different orientations with respect to the resulting slip vector. This bears evidence on the complexity of the process of geological environment deformation not only during a "long-term" stage of deformation, but also during an "instantaneous episode" on the surface. While on one hand, it is not surprising that an outcrop of the source or its approaching the surface causes deformations in the adjacent volume and can generate surface breaks, on the other hand, the problem is more complex considering that ruptures along the same plane follow first the surface, and then the source rupturing pattern. In the meantime, this indicates that certain caution should be exercised in analyzing paleo-stress inversion based on fault slip data.

The presented facts and their interpretations are, in our opinion, of seismological, structural and geological importance. On one hand, they confirm complex and combined character of a strong earthquake and reveal

the contents of diverse processes of geological environment destruction during a strong earthquake. On the other hand, they demonstrate cinematic diversity of surface motions along a fault plane occurring instantly within a single tectonic stress field condition. The history of such motions can be reconstructed by the final pattern of breaks and displacements appeared. Therefore, it is with certain reservations that various striations on rupture surfaces should be used as indicators of changes in kinematic and geodynamic conditions during the geological history of the region.

Acknowledgements

This work was supported by the NATO post-doctoral award. The authors would like to thank Dr. V. Trifonov (Geological Institute of Russia) for promoting this research, Dr. Sosson (GeoSciences Azur, Sophia Antipolis, Dr. J. Chery (Université Montpellier II), Dr. H. Bagdassaryan («Georisk» Scientific Research Company) for their valuable advice and Y. Abgaryan for translation.

REFERENCES

1. **Angelier J.** Sur l'analyse de mesures recueillies dans des stries faillées: L'utilité d'une confrontation entre les méthodes dynamiques et cinématiques. *C. r. Acad. Sci., Paris* 281, 1975, 1805-1808.
2. **Cashman P.H. and Ellis M.A.** Fault interaction may generate multiple slip vectors on a single fault surface. *Geology*, 22, 1994, 1123-1126.
3. **Dieterich, J.H.** Nucleation and triggering of earthquake slip: effect of periodic stresses. *Tectonophysics* 144, 1987, 127-139.
4. **Dietz L.D. and Ellsworth W.L.** The October 17, 1989, Loma Prieta, California Earthquake and its aftershocks. *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 17, 9, 1990, 1417-1420.
5. **Dorbath L., Dorbath S., Rivera L., Fuenzalida A., Cisternas A., Tatevossian R., Aptekman J. and Arefiev S.** Geometric segmentation and stress regime of the Spitak (Armenia) earthquake from the analysis of the aftershock sequence. *Geophys. J. Int.*, 108, 1992, 309-328.
6. **EERI "Armenia Earthquake Reconnaissance Report" Earthquake Spectra, Special Supplement, Editors: L.A. Wyllie, J.R. Filson, August, 1989, p.175**
7. **Florensov N.A. and Solonenko V.P.** The Gobi-Altai Earthquake. Academy of Sciences of the USSR, Siberian Dept., available from U.S. Dept. of Commerce, Springfield, VA. 1965, p.424.
8. **Guatteri M. and Spudich P.** (submitted). On co-seismic temporal changes of slip direction: the effect of low initial shear stress on three-dimensional dynamic simulation of spontaneous rupture. *Geophys. Res. Lett.* 1997
9. **Hessler H., Deschamps A., Dufumier H., Fuenzalida H., and Cisternas A.** The rupture process of the Armenian earthquake from broad-band teleseismic body wave records. *Geophys. J. Int.*, 109, 1992, 151-161.
10. **Karakhanian A.S., Balasarian V.S.** Active dynamics of Spitak 1988 earthquake zone. *Izvestia of Armenian Academy of Sciences, Nauki o zemle.* 2, 1992, 12-21.
11. **Karakhanian, A., Bagdassarian, H., Arakelian, S., Avagyan, A., Davtian, V., Adilkhanian, A., Balassarian, V., Abgaryan, Y.** *Landslide Hazard and Risk: Geographic Information System on landslide hazard and risk assessment in the Republic of Armenia, UNDP, Yerevan, 2000, 274.*
12. **Khachian E.E.** Applied Seismology. "Gitutijun" publisher, Yerevan 2001, p.312

13. Otsuki K., Minagawa J., Aono M. And Ohtake M. On the curved striations of Nojima seismic fault engraved at the 1995 Hyogoken-Nambu earthquake, Japan. *J. Seismol. Soc. Japan.* 49, 1997, 451-460.
14. Philip H., Rogozin E., Cisternas A., Bousquet J.C., Borisov B. and Karakhanian A. The Armenian earthquake on December 7, 1988: Faulting and Folding, Neotectonics and Palaeoseismicity. *Geophysical J. Int.*, 110, 1992, 141-158.
15. Ritz J.F. Determining the slip vector by graphical constructions: use of a simplified representation of the stress tensor. *Journal of Structural Geology.* Vol. 16, 5, 1994, 737-741.
16. Trifonov V.G., Karakhanian A.S., Kogurin A.I. The Spitak earthquake as manifestation of modern tectonic activity. *Geotektonika*, 6, 1990, 46-60.
17. Wallace R.E. Geometry of shearing stress and relation to faulting. *J. Geol.* 59, 1951, 118-130.

ՄԱԿԵՐԵՍԱՅԻՆ ԽՉՎԱԾՔԻ ԵՐԿԱԿԻ ՄԵԽԱՆԻԶՄԸ ՍՊԻՏԱԿԻ 1988Թ. ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԻ ԺԱՄԱՆԱԿ (ՀԱՅԱՍՏԱՆ)

Ա. Ավագյան, Ժ-Ֆ. Ռից, Ա. Կարախանյան, Հ. Ֆիլիպ

Ա մ փ ո փ ու մ

Անալիզի է ենթարկված Սպիտակի 1988թ. երկրաշարժի խզման կենտրոնական սեգմենտի հարթության տարբեր ձևերի և կողմնորոշման քերժվածքավորումը: Այն թույլ տվեց վերականգնել մակերեսային խզվածքի պատռման ընդացքը և վեր հանել նրա երկակի մեխանիզմը: Նախնական քերժվածքավորումը ձևավորվել է երկրորդային մակերեսային խզման հարթության վրա մինչև հիպոկենտրոնային խզման մակերես դուրս գալը և չեն համընկնում գումարային տեղաշարժի ուղղության հետ: Հետագա քերժվածքավորումները առաջացել են հիպոկենտրոնային խզման մակերես դուրս գալու ժամանակ: Նրանց վրա վերադրված այլ տեսակի քերժվածքավորումը հետևանք է դինամիկ լարվածության փոփոխությունների:

ДВОЙНОЙ МЕХАНИЗМ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО РАЗЛОМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ СПИТАКСКОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 1988 г. (АРМЕНИЯ)

А. Авагян, Ж-Ф.Риц, А. Караханян, Г. Филипп

Резюме

Авторами проанализированы штриховки различных ориентаций и форм, которые сформировались на плоскости сейсмогенного разрыва центрального сегмента Спитакского землетрясения 1988г. Это позволило восстановить процесс разрывообразования на поверхности в период землетрясения и выявить двойной механизм его образования. Самые ранние штриховки первой группы сформировались на плоскости вторичного поверхностного разрыва до того, как очаговый разрыв с глубины достиг земной поверхности. Они не согласуются с результирующим смещением. Более поздние штриховки первой группы сформировались, когда фокальный разрыв достиг поверхности. Наложенные на них штриховки второй группы предположительно возникли в результате колебаний (динамическое изменение напряжения), связанных с распространением разрыва на соседних сегментах.

РУДНЫЕ ФОРМАЦИИ ЛОРИЙСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ, ИХ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ш.О.Амирян, М.С.Азизбекян, А.З.Алтунян

*Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 14.08.2003 г.*

Лорийская область Республики Армения характеризуется многочисленностью и разнообразием генетических и формационных типов руд. Проведенными работами обнаружены и оценены новые участки рудной минерализации, которые расширяют возможности Алавердского, Шамлугского и Ахтальского месторождений по производству меди. Предлагаются новые детальные и комплексные работы на других месторождениях области с целью окончательной оценки перспектив.

Северо-западная часть (Лорийская область) Республики Армения охватывает Туманянский и Чкнах-Базумский рудные районы, которые характеризуются многочисленностью и разнообразием генетических и формационных типов руд. Здесь обнаружены и в различной степени изучены месторождения и проявления магматических хромитовых, контактово-метасоматических железных, колчеданных, гидротермальных медных, медно-молибденовых, медно-мышьяковых, кварц-карбонат-полиметаллических, барит-полиметаллических, золото-полиметаллических, свинцовых, золото-вольфрам-молибденовых, золотосодержащих вторично-кварцитовых, сурьмяно-мышьяковых, ртутных и баритовых руд [1-4].

Известные здесь месторождения железа, меди, золота, полиметаллов разрабатывались еще в глубокой древности. В связи с интенсивной разработкой месторождений, запасы медных руд резко сократились и существующие запасы не могут считаться достаточными для реконструированного и расширенного по объему производства Алавердского медно-химического комбината согласно с требованиями развития рыночного хозяйства Республики. В связи с этим возник вопрос об изучении отмеченных рудных районов и полей с целью выявления новых промышленных объектов среди многочисленных рудных проявлений и расширения минерально-сырьевой базы на уже известных месторождениях. Для выполнения этой проблемы Институтом геологических наук Академии наук были проведены огромного масштаба комплексные геологические исследования в указанных рудных районах, задачей которых являлись выяснение условий образования находящихся здесь месторождений медных, медно-молибденовых, полиметаллических, железорудных, золоторудных и других генетических и формационных типов руд, выявление закономерностей в пространственном их размещении, перспективная оценка месторождений, определение направления дальнейших геологоразведочных работ.

С указанной целью были составлены геологические, прогнозно-металлогенические, геохимические карты. Изучены минерально-геохимические и структурно-текстурные особенности руд.

В результате проведенных работ были получены новые данные о геологическом строении

района, о металлогении и об условиях формирования различных типов месторождений, их распределении в пределах оруденения, о парагенезисах минералов и последовательности их образования, о возрасте оруденения и связи его с магматизмом, о перспективности разнотипной минерализации и дальнейшем направлении геологопоисковых, оценочных и разведочных работ.

В настоящее время в связи с восстановлением медного производства в республике геологические и научно-исследовательские работы для расширения минерально-сырьевой базы горно-металлургического производства должны продолжаться и расширяться.

Однако, следует отметить, что проведенные работы 20-50-летней давности имели свои цели и задачи, а сейчас требуются детальные комплексные исследования крупных масштабов, которые соответствовали бы нынешним требованиям геологической науки и производства. Такие работы следует организовать и финансировать по всем направлениям – и государственному, и частному, что приведет к раскрытию закономерностей образования и размещения разнотипного оруденения и расширению минерально-сырьевой базы различных отраслей народного хозяйства.

В ряду разнотипных месторождений важное место принадлежит медным. Проведенные за последние годы поисковые, поисково-разведочные и научно-исследовательские работы в рудном поле Алавердского, Шамлугского и Ахтальского месторождений привели к положительным результатам. На нижних горизонтах и флангах отмеченных месторождений вскрыты новые участки рудной минерализации в виде прожилково-вкрапленных руд, жил и прожилков (ниже гор. шт. 5,750 м Алавердского месторождения, участки Воскесар, Бендик, Анкасар, Меркасар, Жанг, Дарк и др. Шамлугского месторождения), которые по простиранию прослеживаются от 100 до 700 м, при мощности до 15-16 м (для зон прожилково-вкрапленной минерализации) [2-4].

На северном продолжении рудной зоны Алавердского месторождения, под гипсовым карьером и севернее поверхностными выработками и скважинами 10, 20, 21, 65, 97 вскрыты минерализованные породы с содержанием Cu – 0,02-0,1%, Pb – 0,07-0,52%, Zn – 0,08-1,3%. Такие же данные получены для участка Дарк, Акори, Жанг,

Ераванк, Сангляр и др. На правом склоне р. Лалвар, выше 150-200 м от поймы установлена жила халькопирита мощностью 10-15 см, которая на поверхности прослежена на 15-20 м. Кроме того, мелкие прожилки и вкрапленность медных минералов установлены по всему правому склону ущелья р. Лалвар до гребневой части. Все прямые признаки оруденения указывают на положительные перспективы глубоких горизонтов этих участков. Такие признаки оруденения наблюдаются и на восточном фланге меридионального разлома. С целью изучения этих флангов, предлагается проходка новых штолен или продолжение восточных и западных выработок от шт. 5 или 6 до пересечения швов зоны разлома [3].

На участке Бендик Шамлугского месторождения вскрыты жилы медных руд с содержанием Cu до 12,06-13,5% и зоны прожилково-вкрапленной минерализации мощностью до 15,9 м с содержанием Cu от 0,13 до 4,32%, Zn — до 5%, Pb — до 0,21%, которые скважинами и шт. 39 и 40 прослежены на 150-200 м. В 1979-80 гг. нами на южном, юго-восточном продолжении оруденелых участков выявлена зона прожилково-вкрапленной минерализации мощностью 15-20 м, которая прослежена на 350-400 м. Оруденение в зоне представлено пиритом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, блеклой рудой. Общее количество сульфидов составляет 20-25% с преобладанием пирита и халькопирита.

В рудах зоны установлены Cu — 0,18-4,2%, Zn — 0,003-2,4%, Pb — 0,001-0,01%, Au — 0,1 г/т, Ag — 2,1-18 г/т, Bi — 0,0013-0,0018%, Sb, As — 0,001-0,018%. Для изучения зоны на глубине предлагается из шт. 39 и 40 пройти горную выработку протяженностью 250-400 м на юго-восток, или же подземные скважины глубиной 300-400 м с веерообразным их расположением [2-3].

На Анкасарском участке Ахтальского месторождения установлены рудные тела с массивными сульфидами и зоны прожилково-вкрапленной минерализации, где содержание Cu составляет 0,43-1,26%. Зона падает на юг под $<45^{\circ}$ и на глубину слабо изучена. Массивные сульфидные руды подсечены скв. 1 и 2 на глубине 85 м. Они по простиранию не изучались [4].

Кроме того, некоторая часть руд в виде целиков или не соответствующих требованиям кондиций тогдашних времен осталась на отработанных горизонтах, в промежутках линз и штоков центрального участка, которые в настоящее время при применении новейших эффективных и рациональных методов добычи и обработки руд могут быть использованы. К примеру, на горизонте Сен-Жен (+19 саж.) Алавердского месторождения, между штоками «Принципал» и «Централь» оставлены целики с содержанием меди 1-3%. Такая же картина наблюдается в шт. 25 лет Октября (Эллен) +0 сажен — шток Луис-бис — шток 2 и др.

Наряду с этим следует доизучить тела полиметаллического состава (штоки Кат и Мадлен) на гор. +18,5 сажен и гор. +12 сажен (Сен-Жен) и выяснить условия их залегания, промышленную ценность и взаимоотношение с медной минера-

лизацией, имея в виду наличие вертикальной зональности оруденения. Для этого следует восстановить одну из старых штолен (шт. 140, 120, 108) или пройти новую выработку из одного горизонта отмеченных штолен.

Несомненно, значительные перспективы Алавердского месторождения связаны с горизонтами шт. 5, 6 и ниже. Буровыми работами (скв. 52, 63, 67, 84, 86, 88, 126, 130, 146, 147, 158, 160, 169, 172, 173, 225 и многие другие) оруденение в виде жил и зон прожилково-вкрапленной минерализации установлено ниже гор. шт. 5 (750 м) на 100-150 м. Около 40 рудных тел зоны прожилково-вкрапленной минерализации, жил, прожилков, линз и гнезд установлены в шт. 5, 6 и ниже. Разведкой подсчитаны запасы Cu (по кат. C₁ и C₂) более 150 тыс. тн, при содержании Cu — 1,48 — 2,95%. Рудные тела прослежены от 115 до 700 м, при мощности 15-16 м для зон и 0,87-0,96 м для жил.

О перспективах нижних горизонтов и флангов Алавердского, Шамлугского и Ахтальского месторождений говорят следующие факты:

1. Приуроченность рудных тел к крупным нарушениям и их оперениям, которые нередко прослеживаются на несколько километров, при мощности до нескольких десятков метров (Саннинское, Ахтальское и Алавердское меридиональные, Шамлугское близширотное, Маймех-Мегрутское и другие нарушения).

2. Парагенетическая связь оруденения с субвулканическими телами кератофилов, альбитофилов и кварцевых порфиров, прорывающими юрские отложения по всей мощности и имеющими широкое распространение на всех трех месторождениях.

3. Вертикальное и близвертикальное падение разрывных нарушений и нередко значительное перемещение блоков пород по ним.

4. Преобладание размеров рудных тел по падению по сравнению с их простиранием и мощностью.

5. Наличие благоприятных рудовмещающих и экранирующих, а также жильных пород на глубоких горизонтах месторождений. По новым данным (скв. «Саннин»), они прослеживаются на глубине 1020-1040 и более метров.

6. Зональность оруденения и наличие полиметаллических руд (Ахтала) гипсометрически ниже на 400-500 м по сравнению с медными рудами Шамлугского месторождения. Нередко полиметаллические руды проявляются ниже медных также на Алавердском и Шамлугском месторождениях.

7. Обнаружение слепых рудных тел на средних и нижних горизонтах и их переход к зонам прожилково-вкрапленной минерализации.

8. Наличие гидротермальных метасоматитов аналогичного состава, нередко с сульфидной минерализацией на глубинах от 700 до 120 м (скв. «Саннин»).

9. Проявление однотипных ассоциаций минералов: кварц-пиритовой, пирит-халькопиритовой и нередко полиметаллической на нижних горизонтах рудных тел и наличие в них тетрадимита, алтаита и гессита, которые характерны

приповерхностным условиям.

10. Наличие колломорфных и метаколлоидных структур и текстур минералов и руд на нижних горизонтах. Обычно они характерны для близповерхностных участков рудных тел.

11. Наличие геохимических аномалий в различных участках рудного района и рудного поля (Ованадзорская, Цицкарская, Агвинская, Одзунская, Ардвинская, Мгартская, Ходжорнинская, Бендикская, Даркская, Цахкашатская, Техутская (с сод. Мо – 0,01-0,088%, Си – 0,2-0,3 до 1,0%), Пиджутская, Воскепарская, Сарнахпюрская, Капутсарская, Мецдзорская, Леджанская и многие другие), где установлены сульфидные жилы и зоны прожилково-вкрапленной минерализации с содержанием Си до 1,84%, Zn до 13,25%, Pb до 1,65% и благородных и редких элементов.

Однако, приведенные данные еще не достаточны для полной и окончательной оценки перспектив рудных районов и полей Лорийской области, для этого необходимо проведение дополнительных геологических, минералогических и научно-исследовательских работ.

Детальными и комплексными работами следует выяснить перспективы южного продолжения зоны оруденения Алавердского месторождения, которая на правом берегу р. Дебед смещена на запад и далее к югу сочленяется с крупным Лалварским нарушением, контролирующим проявления рудной минерализации на участках Туманян, Дзагидзор, Марц, Спасакар, Агви, Мгарт, Когес и др. [2].

На Шамлугском месторождении поисковые и поисково-разведочные работы следует направить в висячий бок широтного нарушения, а также на доизучение Бендикского, Меркасарского, Мазлумского, Санглярского участков [2,3].

На Ахтальском месторождении перспективы оруденения связаны с глубокими горизонтами и северными, северо-восточными и юго-западными флангами (басс. рр. Ераванк, Назик, р-н с. В. Ахтала, уч. Анкасар), где необходимо прохождение скважин глубиной от 350 до 1000 м [4].

Для медного, полиметаллического, золоторудного оруденений кроме Алавердского, Шамлуг-

ского и Ахтальского месторождений немаловажное значение имеют медно-молибденовые и медные рудопрооявления и месторождения Техут (с сод. Мо – 0,01-0,088%, Си – 0,2-1,0%), Анкадзор, Карнут, Мецдзор, Чибухли, Агви, Мгарт, Арчут, Когес, Арцруни, Фролово, Спасакар, Алвард, полиметаллические и золото-полиметаллические – Привольное, Марц, Дзагидзор, Арманис, Караберд, Фиолетово, железорудные – Базум и др.

Для окончательной и промышленной оценки этих и других месторождений и рудопрооявлений нужно проводить дополнительные комплексные геологические и научно-исследовательские долговременные работы с составлением крупномасштабных геологических, геохимических, металлогенических и прогнозных карт. Для выполнения намеченных работ следует привлечь производственные геологические и геофизические организации (как частные, так и государственные), а также научно-исследовательские учреждения, с условием нормального финансирования сметной стоимости производимых работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян Ш.О., Пиджян Г.О., Фармазян А.С. Закономерности размещения и перспективы главных рудных формаций Армянской ССР. Сб. научных трудов института Армнипроцветмет, 1989, с.91-97.
2. Амирян Ш.О., Азизбемян М.С., Алтунян А.З. О перспективах медного и полиметаллического оруденения Алавердского рудного поля и предложения по направлению дальнейших поисково-оценочных, геологоразведочных и научных работ. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, т.47, N1-2, с.41-48.
3. Амирян Ш.О., Азизбемян М.С., Алтунян А.З. Характер распределения и формы нахождения цветных, благородных и редких элементов в рудах медных месторождений Алаверди и Шамлуг. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1998, т.51, N1-2, с.60-68.
4. Амирян Ш.О., Азизбемян М.С., Алтунян А.З., Фармазян А.С. Распределение и формы нахождения цветных, благородных и редких элементов в рудах полиметаллического месторождения Ахтала и золото-полиметаллического - Арманис. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1999, т.52, N1, с.27-34.

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԼՈՒՈՒ ՄԱՐԶԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ
ՖՈՐՄԱՑԻԱՆԵՐԸ, ՆՐԱՆՑ ԳԵՆԵՏԻԿ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ
ԵՎ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ**

Շ. Հ. Ամիրյան, Մ. Ս. Ազիզբեկյան, Ա. Ջ. Ալթունյան

Ա մ փ ո փ ո մ

Լոռու մարզը բնորոշ է մետաղային հանքավայրերի բազմատեսակ ֆորմացիոն տիպերով: Նրանց մեջ կարևոր են պղնձի, ոսկու, կապարի, ցինկի հանքավայրերը: Հայաստանի Հանրապետության շուկայական տնտեսության զարգացման տեսանկյունից նոր պահանջներ են ներկայացվում հատկապես պղնձի արդյունահանման միներալային հումքի ընդարձակմանը: Ելնելով այդ պահանջներից, Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի Թումանյանի մասնաճյուղի աշխատակիցները նոր ու մանրակրկիտ աշխատանքներ են կատարել Ալավերդու, Շամլուղի և Ախթալայի հանքավայրերում, որոնց շնորհիվ հայտնաբերվել և առաջ են քաշվել մի շարք հեռանկարային տեղամասեր (Բենդիկ, Հանքասար, Մերկասար, Դարկ և այլն): Բացի այդ առաջարկություններ են արվում կոնկրետ հանքավայրերում հեռանկարային տեղամասերն արդյունահանելու համար:

Պղնձի, ոսկու, կապարի, ցինկի, մոլիբդենի և երկաթի համար բացի վերը նշված երեք հանքավայրերից կարևոր նշանակություն ունեն նաև մյուսները՝ Թեղուտը, Հանքածորը, Կարնուտը, Հազվին, Չիբուխլին, Արչուտը, Չագիծորը, Մարցը, Արմանիսը, Բագումը և ուրիշներ, որոնց հեռանկարները բացահայտելու համար անհրաժեշտ են նոր, մանրամասն ու համալիր աշխատանքների կատարում:

**ORE FORMATIONS IN THE LORI REGION OF THE REPUBLIC
OF ARMENIA, THEIR GENETIC FEATURES AND PERSPECTIVES**

Sh. H. Amiryan, M. S. Azizbekyan, and A. Z. Altounyan

Abstract

The Lori Region in the Republic of Armenia is characterized by a multiplicity of diverse genetic and formational types of ores. The conducted research allowed identification and estimation of new areas of ore mineralization that extend existing copper production capabilities of the Alaverdi, Shamlough and Akhtala deposits. To make a final estimate of the perspectives, new detailed and complex activities on other deposits are proposed.

ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО ЗАНГЕЗУРА

© 2003 г. Р. Н. Таян, С. П. Саркисян, М. А. Арутюнян

Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: hrshah@sci.am
Поступила в редакцию 15.08 2003 г.

На основе данных разведочного и эксплуатационного бурения, а также материалов детальной документации, рассмотрены вопросы структурного контроля, условий локализации и размещения медно-молибденового оруденения промышленных месторождений Южного Зангезура. Рудные объекты формировались в отличающихся по сложности тектонических обстановках, в зонах рудоконтролирующих субпараллельных меридиональных разрывов. Объемы богатых руд, отличающихся содержаниями и морфологией, обусловленной структурной зональностью, отлагались в узлах пересечения вышеотмеченных и секущих их крутопадающих разрывов более низких порядков.

Изучению геологического строения, условий локализации и распределения рудной минерализации медно-молибденовых месторождений региона посвящены работы многих исследователей, преследующих как научные, так и практические цели. К отмеченным выше вопросам, как и особенностям рудной зональности этих месторождений обращались неоднократно – С.С. Мкртчян [3,4], С.А. Мовсисян [5,6], К.А. Карамян [2,3].

Крупные и средние по запасам промышленные месторождения руд медно-молибденовой формации Зангезурского рудного района – Каджаран, Агарак, Тхкут (Ехникасар), Линк, тяготеют к меридионально ориентированной Центральной магмо-рудоконтролирующей зоне и сконцентрированы в пределах Мегри-Тейской грабен-синклинальной структуры, сформировавшейся в ее восточном борту [7].

Накопившиеся в настоящем данные по разведке и эксплуатации медно-молибденовых месторождений региона дают возможность с большей детальностью рассмотреть ряд вопросов, касающихся распределения оруденения, его морфологических особенностей, зональности, а также выявления связи участков интенсивного развития оруденения с геолого-структурными элементами.

Использованные нами данные опробования скважин разведочного и эксплуатационного бурения, а также подземных и поверхностных горных выработок, – материалы, любезно предоставленные геологическими службами месторождений. Практика интерпретации этих данных на основе детальной документации, проводимой в процессе разведки и эксплуатации месторождений, во многом способствует выявлению условий их формирования.

Аларакское медно-молибденовое месторождение приурочено к осевой части наиболее опущенного южного блока Мегри-Тейской грабен-синклинали.

Рудный штокверк вытянут в меридиональном направлении на расстоянии 1500 м и разведан по 18 широтным разрезам, от XI–XI' на юге и до 04–04' на севере. Ширина развития промышленной минерализации Центрального участка достигает 500 м, при этом внешний контур медной

минерализации на западном фланге и по удлинению штокверка значительно шире молибденового.

Зона Спетринского разлома (система разрывов с аз. падения 265–280° и углами 55–75°) ограничивает промышленные медно-молибденовые руды на восточном фланге. В результате пострудных сбросовых перемещений, примерно с отметки горизонта 950 м на широте центральных разрезов и далее к югу контур медно-молибденовых руд значительно расширяется в связи с наличием промышленного оруденения и в лежащем боку основного шва Спетринского разлома. Вертикальный размах оруденения на месторождении по данным разведочных скважин, составляет примерно 600–650 м.

К настоящему времени месторождение отработано на глубину примерно 200 м, уступами высотой 15 м. Фактический материал анализировался по уступам отработки штокверка (в основном данные эксплуатационного бурения), а также по разрезам – данные разведочного бурения (табл.1).

В объеме отработанного штокверка высокие по месторождению содержания меди 0.44–0.50 вес. % (усредненные по уступу) находились на верхних 1150–1135 м горизонтах. С глубиной отмечается постепенное убывание содержания меди до значений 0.28%. Средние содержания молибдена по анализируемым уступам практически не меняются. Несколько повышены (0.045–0.046%) содержания молибдена на средних 1105–1030 м уступах. Высокие значения отношений содержания меди к молибдену приходятся на верхние срезы месторождения.

Усредненные по разведочным разрезам (табл.1) содержания меди в пределах 0.38–0.54% более характерны для южных флангов Центрального участка (разрезы III–III' по УIII–УIII'). Относительно высокие содержания молибдена 0.052–0.060% приходятся на средние разрезы.

Руды с наиболее высокими содержаниями меди и молибдена отмечены на восточном фланге месторождения в зоне субмеридиональных швов лежащего бока Спетринского разлома. Участки обогащения, наряду с отмеченными разрывами, обычно ограничены крутопадающими (65–70°)

разрывами северо-восточного (25-30°) и широтного простираций, с глиной трения и следами близвертикальных перемещений. Оруденение локализовано преимущественно в пологопадающих (35-45°) системах мелкой трещиноватости, среди которых выделяются системы с аз. падения 290-300°

Таблица 1

Средние содержания меди и молибдена по отработанным (1150-985 м) уступам и центральным разрезам Агаракского месторождения

Уступы	Средние содержания в %		Cu:Mo	Разрезы	Средние содержания в %*		Cu:Mo
	Cu	Mo			Cu	Mo	
1150	0,50	0,042	11,9	00 - 00 ¹	0,30	0,060	5,0
1135	0,44	0,042	10,4	I - I ¹	0,29	0,060	4,8
1120	0,36	0,043	8,4	II - II ¹	0,33	0,067	4,9
1105	0,34	0,046	7,4	III - III ¹	0,38	0,054	7,0
1090	0,32	0,046	6,9	IV - IV ¹	0,54	0,057	9,4
1075	0,32	0,041	7,8	V - V ¹	0,51	0,052	9,8
1060	0,31	0,046	6,7	VI - VI ¹	0,48	0,049	9,8
1045	0,28	0,045	6,2	VII - VII ¹	0,42	0,029	14,5
1015	0,29	0,042	6,9	IX - IX ¹	0,35	0,024	14,6
1000	0,27	0,041	6,6	X - X ¹	0,25	0,030	8,3
985	0,28	0,043	6,5	XI - XI ¹	0,27	0,047	5,7

* Данные разведочного бурения

Тхкутское (Ехникасарское) существенно молибденовое штокерковое месторождение Айгедзорского рудного поля расположено на левом берегу р. Мегри-гет, на небольшом удалении от ранее известного жильного месторождения. Локализовано оно в восточном борту Мегри-Тейской грабен-синклинали и приурочено к ее восточным швам. Рудный штокерк вытянут на 1,5 км при мощности 0,5-0,7 км.

По степени разведанности на месторождении можно выделить два участка: южный и северный. Первый из них, разведанный скважинами по 7-и северо-восточным разрезам, расположен на пересечении меридионального Ехникасарского (фрагмент восточных швов Мегри-Тейской грабен-структуры) и широтной зоны Бугакярского разлома [7].

В пределах южного участка, по данным скважин, отмечаются мощные зоны дробления и гидротермального изменения пород. Устанавливаются они и в штольне северного участка. Так, на 25 м квершлага 2 штольни №1 нами выделен тектонический шов мощностью до 8 м (аз. падения 90-95°, угол 80-85°). В квершлага 5 (133 м) той же штольни документирована мощная зона дробления с аз. падения 90°, под углом 80°. Выход этого меридионального шва на поверхность отмечен у с. Тхкут.

Рассматриваемый участок разведан в интервале глубин 1150-650 м [Тунян, 1994]. Наибольшие содержания молибдена (более 0,041%) приходятся на южные разрезы (в интервале между V-V¹ и VI-VI¹) и тяготеют к отмеченной выше зоне брекчирования.

Относительно высокие содержания меди, (больше 0,31%) приходятся на южный VII-VII¹ разрез. Участки концентрации медных руд в сравнении с молибденовыми смещены от отмеченной выше зоны разлома к западу примерно

на 70 м. Рудный штокерк на южном участке вытянут в меридиональном направлении.

Северный участок Тхкутского месторождения разведан лишь двумя уровнями штолен №№1 и 2 на отметках соответственно 1134 и 1235 м, что не дает возможности судить о развитии оруденения на глубину. Основная характеристика этого участка может быть дана по более протяженной штольне №1, прослеживающей рудный штокерк более чем на 800 м. Оруденение охарактеризовано данными содержания меди и молибдена по стволу и 18 квершлагам, протяженность которых от 50 до 250 м.

В штольне сближенные крутопадающие зоны гидротермально-измененных пород меридионального и северо-восточного простираций создают впечатление единой, сложнопроявленной структуры с раздувами в 10 и более метров на участках их пересечения и сочленения. Северо-восточные структуры уступают в мощности меридиональным и формировались, возможно, как системы оперения. Представлены они обычно зонами прожилкования, где оруденение приурочено к маломощным системам разрывов с падением на северо-запад (315-320°) и юго-восток (135-140°) и углами падения 65-75°. Менее проявлены мелкие рудовмещающие меридиональные разрывы, с азимутом падения 90° и углом падения 80°. Наиболее крупные на месторождении кварц-молибденитовые жилы имеют северо-восточное простираение и мощность до 35-40 см.

Площади относительно высоких содержаний молибдена, более 0,040% приходятся на интервал между XI-XI¹ и XIII-XIII¹ разрезами (ствол и первые метры квершлагов с 11 по 14) и тяготеют к участкам сочленения зон гидротермально-измененных пород. Небольшие интервалы (до 1 м) предельно высоких для месторождения содержания молибдена от 0,09 до 0,3% отмечаются на отдельных участках как по стволу штольни, так и квершлаг 3,5,7,9,10,13.

В размещении медного оруденения определенные закономерности не установлены. Непротяженные интервалы опробования с содержанием меди 0,3-0,4% чаще отмечаются на участках устья штольни и квершлагов 16 и 17.

На горизонте штольни №2 (1235 м), охарактеризованной до уровня разреза XIII-XIII¹ (протяженность 306 м), площадь разведанной медно-молибденовой минерализации значительно уже, уступает она и по интенсивности оруденения.

Личкское месторождение представлено существенно медным типом руд. Оруденение развивается в пределах узкого блока в экзоконтакте порфиридных гранодиоритов и приурочено, в основном, к штоку гранодиорит-порфиоров, заключенному между двумя падающими навстречу друг другу швами Дебаклинского разлома. В пределах месторождения швы разлома резко меняют простираение и прослеживаются в северо-западном 310-335° направлении. Третья, четко выраженная и ограничивающая оруденение на северо-западе, разрывная структура месторождения - Личкский разлом, с аз. падения 130-140°, под углом 55-60°. Относительно обогащенные медью участки представлены прожилково-вкрапленными зо-

Средние содержания меди и молибдена по горизонтам и разрезам Личкского месторождения

Уступы	Средние содержания в %		Cu: Mo	Разрезы	Средние содержания в %		Cu: Mo
	Cu	Mo			Cu	Mo	
1820	0,71	0,0020	355	I - I'	0,36	0,003	120
1800	0,68	0,0057	119	II - II'	0,71	0,004	177
1780	0,66	0,0028	235	III - III'	0,58	0,008	65
1760	0,49	0,009	54,4	IV - IV'	0,69	0,010	69
1720	0,46	0,0083	52,4	V - V'	0,54	0,010	54
1690	0,31	0,0088	35,2	VI - VI'	0,32	0,020	19
1660	0,35	0,0065	53,8	VII - VII'	0,16	0,010	16
1630	0,36	0,0057	63,1				

Каджаранское месторождение. Особенности проявления медно-молибденового оруденения в пределах Каджаранского штокверка уже рассматривались в публикациях [1,2,4,5,8] и были основаны на данных разведочного бурения, проведенного по сетке 100 x 100 м.

По крайне северному I-I' разрезе штокверка обогащенные медью (0,4-0,8%) участки прослеживаются узкой полосой по центру и в зоне восточных швов разлома, погружаясь с 1820 до 1720 м горизонта. На разрезе II-II', на фоне отмеченных обогащенных площадей выделяются обособленные участки с содержаниями меди до 1,6%, в интервале глубин 1800-1750 м. В больших объемах такие руды выделяются по центру разреза IV-IV' на глубинах 1680-1750 м. Далее к югу нижняя граница руд, обогащенных медью, и в том числе небольшие объемы с содержаниями меди более 1%, несколько погружается, фиксируя общее пологое падение штокверка к юго-востоку. Участки с относительно высоким содержанием вкрапленного оруденения меди подчинены эруптивному брекчиям в центральной части гранодиорит-порфирового штока.

В отличие от медного, более ранние молибденовые руды локализовались в юго-восточной части штокверка и подчинены близпараллельным, крутопадающим (аз. падения 210-220°, < 80-85°) швам восточной ветви Дебаклинского разлома, рассматриваемым нами, как и [5], в качестве основной рудоконтролирующей структуры месторождения.

Уровни максимальных содержаний меди (гор. 1820 м) и молибдена (гор. 1690 м) разнятся более чем на 120 м. На горизонте 1690 м отмечается наименьшее Си-Мо отношение, обусловленное, в большей мере, резким понижением содержаний меди, что отмечается и по крайне южному (VII-VII') разрезу.

В настоящем накоплен большой фактический материал, полученный в процессе эксплуатации площадей первоочередной отработки месторождения (Центральный участок), на интервале глубин 2145-1965 м. По результатам опробования эксплуатационных и буро-взрывных скважин рассчитывались средние содержания меди и молибдена в эксплуатационных блоках, параметры которых 100x100 м при высоте 15-20 м. По этим данным в пределах уступов выделялись блоки по классам содержаний меди и молибдена. Рассчитывались также соответствующие им объемы руд в процентах от объема промышленных руд отработанного уступа. (табл.3).

Объемы высоких концентраций молибденовой минерализации представлены содержаниями металла более 0,090%. Отмечаются и эксплуа-

Таблица 3

Средние содержания меди и молибдена по отработанным (2145-1965м) уступам и эксплуатационным блокам Центрального участка Каджаранского месторождения

Уступы	2145		2130		2085		2040		2025		2005		1985		1965	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Содер. Мо в %	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0,020-0,030	5	8,6	3	4,7	12	16,4	13	14,5	21	21	12	12,8	18	22	8	11,6
0,031-0,050	16	27,5	28	43,6	24	32,8	43	48,3	52	52	45	47,8	34	41,5	23	33,3
0,051-0,070	22	37,6	19	29,6	32	43,8	18	20,2	15	15	27	28,7	21	25,5	21	30,4
0,071-0,090	14	24,8	14	21,8	5	6,9	13	14,6	11	11	7	7,4	7	8,4	14	20,4
0,091 и >	1	1,7	-	-	-	-	2	2,2	1	1,0	2	2,1	2	2,4	3	4,3
Сред. сод. Мо по уступам	0,054		0,054		0,050		0,049		0,045		0,046		0,045		0,047	
Содер. Си в %	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0,20-0,40	23	39,6	29	45,2	42	57,4	71	79,7	94	94	87	92,4	77	93,8	65	94,1
0,41-0,60	27	46,4	31	46,5	25	34,2	12	12,9	6	6,0	7	7,3	5	6	3	5,3
0,61-0,80	8	13,7	4	6,2	6	8,2	4	4,4	-	-	-	-	-	-	1	1,4
0,81-0,90	-	-	-	-	-	-	2	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Сред. сод. Си по уступам	0,43		0,44		0,40		0,35		0,20		0,26		0,24		0,27	
Общ. кол. блоков	58		64		73		89		100		94		82		69	
Число скважин	2204		2560		2790		3415		3550		3450		3350		3200	
Общее количество скважин - 2 5 3 4 5																
Cu : Mo	7,9		8,1		7,4		6,5		4,8		4,8		4,4		5,0	

Примечание: 1 - количество блоков; 2 - площадь в %.

тационные блоки со средним содержанием 0,1% Мо. Наибольший объем (4,3%) таких руд приходится на нижний из рассматриваемых 1965 м уступ.

Единичные эксплуатационные блоки со средним содержанием меди 0,71-0,80% были погашены на площадях с отметкой выше 2000 м. Чаше выделяются участки концентрации меди со средним содержанием металла по блокам более 0,61%. Наибольшие объемы таких руд (около 13%) приходились на верхний 2145 м срез месторождения.

Объемы интенсивного развития оруденения, на фоне общей промышленной минерализации, отмечены на всех анализируемых срезах Центрального участка. Так, на западном фланге уступа 2145 м обрабатывались блоки с содержаниями молибдена 0,08-0,09%, составляющие 8,6% от объема молибденовых руд уступа. Прослеживались они практически по центру уступа, в зоне пересечения широтной Центральной дайки и меридиональных разрывов в полосе координат 11100-11200. С глубиной руды с высоким содержанием молибдена (0,08-0,09%) на рассматриваемом фланге сохранялись. От уступа к уступу изменялись лишь их контуры, как и контуры руд смежных классов содержаний. Отличалось и количество блоков с предельными по месторождению (более 0,091%) содержаниями молибдена (табл.3).

С расширением карьера (с уступа 2085 м), на восточном фланге штокверка вскрываются блоки молибденовых руд с содержанием Мо 0,07-0,08%. С глубиной количество блоков с высокими содержаниями молибденовых руд увеличивается. Представлены они содержаниями 0,081-0,09% Мо. На уступе 2005 метров участки обогащения на востоке представлены двумя обособленными объемами, содержащими молибден более 0,091%, при том, что на западном фланге того же уступа содержания не превышают 0,081-0,09% Мо.

Руды высоких классов содержаний молибдена на всех срезах восточного фланга прослеживаются меридионально, на расстоянии до 600 м, в полосе координат 11700-11900. Максимальные же концентрации отмечены на участках, ограниченных широтными координатами - 2400-2600. Как и на западном фланге, по срезам отмечается изменение конфигураций участков обогащения, количества и размещения наиболее обогащенных блоков.

В целом, средние содержания молибдена по уступам Центрального участка месторождения на глубину около 200 м не претерпевают значительных изменений и сохраняются в пределах 0,054-0,047%.

Богатые медные руды в пределах анализируемого объема штокверка выделены нами по содержаниям меди более 0,61%. Такие площади более всего отмечены на верхних уступах (2145-2130 м), в центральной части участка. С уступа 2130 м площади, обогащенные медью, вскрываются и на южном фланге Центрального участка, где, судя по средним содержаниям в блоках (0,51-0,70% и 0,90% на уступе 2040 м), прослежива-

ются до 1965 м. Обогащенные медью объемы руд обрабатывались на всех срезах восточного фланга месторождения, а также на уступах 2085 и 2040 м на западе, в пределах контуров, обогащенных молибденом. Содержания меди в них колеблются в пределах 0,61-0,70%, реже до 0,80%. Устойчивые высокие содержания меди отмечались на крайнем северо-востоке Центрального участка, где объемы высоких содержаний меди и молибдена приходятся на одни и те же эксплуатационные блоки.

Наибольшие значения отношения содержаний меди к молибдену (7,9-8,1) отмечены на верхних уступах с понижением до 5,0 на уступе 1965 м.

В целом, в анализированном объеме штокверка хорошо выражена вертикальная зональность структурных факторов. Прослеживаемые на глубину, по срезам штокверков, участки высоких содержаний медно-молибденовых руд отличаются объемами и содержаниями промышленных металлов, что должно отражать условия проницаемости рудоносных растворов в неоднородном объеме рудоотложения, в особенности, осложненном дорудными дайковыми образованиями. Отмеченное в большей мере отразилось в локализации медного оруденения. Эксплуатационные блоки на западе, с высокими содержаниями меди, на других срезах представлены рядовыми медными рудами. Резкие изменения в содержаниях меди по срезам характерны и для южной, и северо-восточной из выделенных площадей обогащения.

Заключение

Приведенные выше данные опробования рудных объектов (и в особенности, представительный объем данных по Каджарану и Агараку) дают возможность выделения в пределах месторождений объемов с различной концентрацией медно-молибденового оруденения. Очевидно, что наиболее информативными по выявлению геолого-структурных факторов, способствующих локализации оруденения, могут быть объемы с высокими концентрациями промышленных руд.

Анализ имеющихся данных представляет возможность установить различия в условиях формирования рудовмещающей трещиноватости рассматриваемых месторождений. На рудных объектах, сформировавшихся в относительно простых тектонических обстановках (Личк, Тхкут), оруденение локализовалось преимущественно в крутопадающих (65-75°) разрывах северо-восточного простирания (часто наследованных), развившихся как системы оперения при субгоризонтальных перемещениях блоков, ограниченных главными меридиональными разрывами. На этих месторождениях отмечаются редуцированность проявления стадий рудообразования (на Тхкуте - медной, на Личке - молибденовой), на основании чего они отнесены к разным субформациям медно-молибденовой формации руд [2], и практическое отсутствие продуктов кварц-полиметаллической стадии минерализации.

В пределах Каджаранского и Агаракского месторождений площади обогащения тяготеют

к зонам развития субпараллельных, наиболее протяженных на месторождениях, меридиональных разрывов, и в частности, к участкам сближения или пересечения их с крутопадающими (70-85°) разрывами широтного и северо-восточного простираний. Как это показано для Каджарана [8], и на Агараке формирование систем пологой оперяющей трещиноватости, вмещающей основной объем разобщенной во времени, многостадийной минерализации, связано с устойчивой тенденцией неоднократных, близвертикальных взбросовых и взбросо-сдвиговых перемещений блоков, ограниченных отмеченными выше разрывами.

Судя по размещению объемов богатых медно-молибденовых руд месторождений юга Зангезурского рудного района, можно заключить, что при их становлении рудоконтролирующими являлись меридиональные зоны крутопадающих разрывов. При этом, наиболее значительные объемы руд формировались в узлах пересечения или сочленения их с поперечными и диагональными (северо-восточными) крутопадающими разрывами более низких порядков. На участке первоочередной отработки Каджаранского штокверка основные объемы богатых медно-молибденовых руд размещены в зоне развития хорошо картируемых субпараллельных, меридиональных

швов, прослеживаемых по западному и восточному его флангам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алюян П.Г. Геология горно-рудных регионов Армении. Ереван: ГЕОИД, 2001, 241 с.
2. Карамян К.А. Геологическое строение, структура и условия образования медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1978, 177 с.
3. Мкртчян С.С. Зангезурская рудоносная область Армянской ССР. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1958, 245 с.
4. Мкртчян С.С., Карамян К.А., Аревшатян Т.А. Каджаранское медно-молибденовое месторождение. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1969, 330 с.
5. Мовсесян С.А., Исаенко М.П. Комплексные медно-молибденовые месторождения. М.: Наука, 1974, 340 с.
6. Мовсесян С.А. Закономерности размещения рудных месторождений Армении. М.: Недра, 1979, 219 с.
7. Таян Р.Н. О Центральной магмо-рудоконтролирующей зоне Зангезурского рудного района. Известия НАН РА, Науки о Земле, 1998, №3, с.20-26.
8. Таян Р.Н., Саркисян С.П., Арутюнян М.А. Геолого-структурные особенности размещения медно-молибденового оруденения Каджаранского месторождения. Сборник статей научной сессии, посвященной С.А.Мовсесяну. Ереван. 2002, с.32-44.

ՀԱՐԱՎԱՅԻՆ ՉԱՆԳԵԶՈՒՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՊՂՆՉԱՄՈՒԼԻԲԴԵՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՄԱՆ ՏԵՂԱԴՐՄԱՆ ԱՌԱՆՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ռ. Ն. Տայան, Ս. Պ. Սարգսյան, Մ. Ա. Հարությունյան

Ա Վ Փ Ո Փ Ո Մ

Հարավային Չանգեզուրի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրերի հանքանյութի տեղաբաշխման վերլուծությունը հիմք է տալիս եզրակացնելու, որ նրանց ձևավորման ժամանակ հանքավերահսկող են հանդիսացել կտրուկ անկում ունեցող խախտումների միջօրեական գանաները: Նրանց հետ մեկտեղ հանքանյութի առավել հարուստ ծավալները առաջացել են լայնակի և հյուսիս-արևելյան ավելի ցածր կարգի խզումների հատման հանգույցներում:

Ունեցած տվյալները հնարավորություն են տալիս վերականգնել ուսումնասիրվող հանքավայրերի հանքների փակող ճեղքերի առաջացման տեկտոնական պայմանները:

Առանձնացվում են հանքավայրեր, որոնք ձևավորվել են պարզ և համեմատաբար բարդեցված պայմաններում: Առաջիններում նշմարվում է հանքաառաջացման փուլային պրոցեսի կրճատված (թերի) զարգացում (Թղկուտում՝ պղնձային, Լիչքում՝ մոլիբդենային), ինչը թույլ է տվել նրանց դասել պղինձ-մոլիբդենային ֆորմացիայի հանքանյութերի տարբեր ենթաֆորմացիաներին:

FEATURES OF LOCATION OF COPPER AND MOLYBDENUM MINERALIZATION IN SOUTHERN ZANGHEZOUR DEPOSITS

R. N. Tayan, S. P. Sarkissyan, and M. A. Haroutiunian

Abstract

Exploratory and production drilling data, as well as detailed documentation materials, are used to consider issues of structural control, and conditions of location and disposition of copper and molybdenum mineralization in industrial deposits of Southern Zanghezour. The ore objects were forming in tectonic settings of different complexity, within the zones of ore-controlling, sub-parallel meridional breaks. The volumes of high-grade ores of contents and morphology, determined by structural zoning, formed at the nodes of intersection between the breaks mentioned above and cutting steep-dip ruptures of lower orders.

К ВОПРОСУ О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ СЕРПЕНТИНИЗАЦИИ В УЛЬТРАМАФИТАХ

© 2003 г. Н. О. Зулумян^{*)}, С. Б. Абовян^{**)}, З. Г. Оганесян^{*)}, С. Э. Казарян^{*)}

^{*)}Институт общей и неорганической химии им. М.Г. Манвеляна НАН РА
375051, Ереван, ул. Аргутяна, II пер., дом 10, Республика Армения

^{**)}Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: gubenhar@yahoo.com, hrshah@sci.am
Поступила в редакцию 06.06.2003 г.

Для выявления закономерностей развития процесса серпентинизации ультрамафитов образцы серпентинизированных ультрамафитов, характерные для различных участков Присеванской офиолитовой зоны и имеющие определенные морфологические различия, впервые подверглись одновременным комплексным микроскопическим, рентгенофазовым, термическим и химическим методам исследований*

Для развития народного хозяйства Армении важное значение имеет поиск путей использования нетрадиционных видов полезных ископаемых. Среди них большую ценность представляют ультрамафиты Присеванской офиолитовой зоны, обладающие громадными, практически неисчерпаемыми запасами. Эти породы слагают горные массивы, которые начинаются в Ширакской области и через Лорийскую область переходят на северо-восточное побережье оз. Севан и затем в бассейны рек Тертер и Акера. Площади выходов ультрамафитовых массивов составляют 1.5–75 км². Они представлены дунитами, перидотитами, пироксенитами, их серпентинизированными разновидностями и серпентинитами, а в минеральном отношении сложены железо-магнезиальными силикатами и содержат (%): 38–40 SiO₂, 37–41 MgO, до 4 FeO, 15 (Fe₂O₃, Al₂O₃, Cr₂O₃, NiO, CoO и др.) [1].

Кроме традиционных направлений использования ультрамафитов [12] намечаются новые направления их комплексной переработки. Так, при термокислотной обработке серпентинизированных разновидностей ультрамафитов Армении удалось перевести в раствор помимо солей металлов также часть SiO₂ в виде кремниевых кислот, которые золь-гель методом были превращены в силикагель [4, 13].

Дальнейшая продуктивная работа в этом направлении подразумевает детальное и обоснованное объяснение развития процессов серпентинизации, разложения серпентинитов и образования новых минеральных фаз при нагревании, исходя из генетики и структурных особенностей ультрамафитов.

Для осуществления поставленной задачи, нами были исследованы образцы, характерные для различных участков Присеванской офиолитовой зоны и имеющие определенные морфологические различия.

Результаты макро- и микроскопических исследований

Исследованиям были подвергнуты образцы ультрамафитов, отобранные из отдаленных друг от друга месторождений Присеванской офиолитовой зоны Армении: Шоржинского – 4135, 4147Б, Ашокского – 4246, 4247, 4248 и Кармракарского – 4254.

Образец 4135 – аподунитовая серпентино-карбонатная порода. Представляет мелкозернистую породу зеленовато-серого цвета с буро-желтой поверхностью выветривания.

Под микроскопом характеризуется микропетельчатой структурой замещения оливина серпентином (~60%) и карбонатом (~40%). Серпентин представлен лизардитом и слагает главным образом стенки петель, а карбонат – их внутренние части. Порода подверглась деформации в результате одностороннего давления, вследствие чего петли вытянуты в одном направлении. Наблюдается также более поздний лизардит, секущий породу в одном направлении в виде параллельных тонких прерывистых прожилков, а также более поздние серпентино-карбонатные прожилки, секущие породу в различных направлениях. При этом карбонат и серпентин в них развиваются перпендикулярно стенкам прожилков. Отмечаются также мелкие выделения брусита. Карбонат имеет мелкозернистое строение. Акцессорный минерал представлен идиоморфными зернами хромшпинелидов (0.5% объема породы).

Образец 4147Б – рассланцованный серпентинит. Внешне зеленовато-серая рассланцованная порода. Состоит из антигорита и неправильных выделений рудного минерала, вытянутых в одном направлении. Последние имеют изрезанные края, поперек которых развиваются пластинки антигорита. Вытянутость минералов соответствует направлению сланцеватости. Местами по серпентину наблюдается развитие тонкозернистого карбоната. Отмечаются также редкие

* Микроскопические исследования ультрамафитов проводились под поляризационным микроскопом ПОЛАМ Р-111, рентгенофазовые анализы – на рентгенографе ДРОН-3, а термические – на дериватографе Q-1500.

выделения брусита. По-видимому, порода возникла за счет изменения пироксенита, подвергшегося после изменения расщеплению в результате одностороннего давления. Выделения рудного минерала размером в 2-3 мм грубо очерчивают бывшие пироксеновые зерна.

Образец 4246 – аподунитовый серпентинит. Микроскопически мелкозернистая порода серовато-черного цвета с ровным изломом черного цвета. Под микроскопом имеет микропетельчатую структуру. Стенки петель толстые и сложены параллельным агрегатом лизардита, внутренние части петель – плотной разновидностью серпентина, слабо реагирующего на поляризованный свет. Местами совместно с лизардитом развивается брусит. При серпентинизации породы выделяется также тонкая рудная пыль черного цвета, располагающаяся вдоль лизардитовых агрегатов, слагающих стенки петель.

Акцессорный хромшпинелид (3%) образует зерна округлой формы и обычно окружен тонкой лизардитовой каемкой. Реже серпентин встречается в середине хромшпинелидовых зерен.

Образец 4247 – лерцолит серпентинизированный. Представляет мелкозернистую породу серовато-черного цвета с порфирированными вкраплениями пироксенов размерами до 0.7 см. Под микроскопом состоит из 70-75% оливина, 20-25% ортопироксена и 5-10% клинопироксена. Для оливиновых участков характерна микропетельчатая структура замещения серпентином. Оливины разбиты тонкими прожилками лизардита на мелкую сеть петель, во внутренней части которых оливин сохранился свежим.

Ортопироксены размером до 1 см свежие, но разбиты на многочисленные тонкие трещинки, располагающиеся параллельно отдельности минерала. Местами по их краям развивается лизардит. Клинопироксены слагают более мелкие зерна размерами до 2 мм, совершенно свежие. Они характеризуются тонкой параллельной отдельностью. Как оливин, так и пироксены обладают волнистым угасанием, обусловленным деформацией породы, вызванной односторонним давлением. Вдоль лизардитовых прожилков отмечается выделение тонкой непрозрачной рудной пыли. Акцессорный минерал представлен железистой шпинелью – плеонастом, просвечивающим коричневым цветом. В связи с выделением железа он местами не просвечивает. Порода серпентинизирована на 15-20%.

Образец 4248 – серпентинит. Мелкозернистая порода зеленовато-серого цвета с неровным изломом. Имеет микропетельчатую структуру, обусловленную замещением оливина лизардитом и в меньшей степени бруситом. Порода подверглась одностороннему давлению, вследствие чего петли вытянуты в одном направлении. Стенки петель сложены лизардитовым агрегатом, а внутренние части – плотным, слабо реагирующим на поляризованный свет серпентином (серпофитом). Порода рассекается более поздними прожилками серпентина с непросвечивающей рудной пылью в середине. Акцессорный минерал представлен хромшпинелидом, имеющим идиоморфные огра-

ничения. Они окружены тонкой каемкой лизардита.

Образец 4254 – серпентинит полевошпатовый. Мелкозернистая порода черного цвета с порфирированными выделениями пироксенов и редкими ксеноморфными обособлениями серо-белого полевого шпата. Характеризуется микропетельчатой структурой, образованной в результате замещения зерен оливина лизардитом. По-видимому, оливин был железистый, т.к. при его замещении лизардитом происходит одновременное выделение непрозрачного рудного минерала. Все лизардитовые прожилки, окружающие петли, пропитаны рудным веществом. Внутренние части петель сложены серпофитом. Сохранились реликты пироксенов, также замещенные вдоль трещин-отделенностей лизардитом. Отмечается незначительное развитие зерен брусита. Полевой шпат слагает ксеноморфные выделения между бывшими зернами оливина и пироксенов, и, как правило, он изменен – превращен в бурое пелитовое (глинистое) вещество. В качестве акцессорного минерала встречаются редкие зерна непрозрачного метаморфизованного хромшпинелида с изрезанными краями.

Результаты рентгенофазовых и термических исследований, химической обработки образцов и их обсуждение

Рассмотрение дифрактограммы образца 4135 указывает на то, что в нем процесс серпентинизации с образованием в основном лизардита завершен (рис. 1,а), а слабые рефлексы с $d=7.942$ и 3.818Å свидетельствуют о существовании одного из основных водных карбонатов магния $m\text{MgCO}_3 \cdot n\text{Mg(OH)}_2 \cdot p\text{H}_2\text{O}$ [8]. На термической кривой образца 4135 (рис. 2,а) кроме трех эндотермических эффектов с максимумами пиков при температурах 210; 335 и 530°C, относящихся к постепенному разложению основного водного карбоната магния, существует также среднесильный эндотермический пик в интервале температур 370-470°C (максимум пика 430°C), свидетельствующий о существовании в образце заметного количества брусита [2]. По-видимому, основной водный карбонат магния, обволакивая брусит, делает его незаметным под микроскопом и нечувствительным для рентгеновских лучей.

Рентгенометрические данные образца 4147Б свидетельствуют о том, что в нем серпентинизация с образованием антигорита также в основном завершена (рис. 1,б) [14]. Существующие на дифрактограмме рефлексы с $d=3.232; 3.000; 2.959; 2.899; 2.564\text{Å}$ указывают на примесь диопсида, а слабый рефлекс с $d=3.153\text{Å}$, вероятно, принадлежит самому сильному рефлексу энстатита [9]. Судя по термической кривой, в образце 4147Б кроме антигорита в некотором количестве имеется также лизардитовая или хризотиловая разновидность серпентина (эндотермический эффект в интервале температур 630-730°C, рис. 2,е) [11]. Отметим, что при повторных измерениях иногда в интервале температур разложения брусита выявляется эндотермический эффект с малозаметным пологим изгибом.

Процесс серпентинизации в образцах 4246 и 4248, как видно из результатов микроскопического и рентгенофазового исследований, в основном завершен. Однако в образце 4246 серпентинизация сопровождалась образованием большого количества брусита, о чем свидетельствуют максимум эндотермического пика при 420°C (рис. 2, б) и характерные рефлексы брусита с $d=4.745; 2.361$ и 1.793 \AA (рис. 1, в). Небольшая часть брусита успела превратиться в основной водный карбонат магния (выделение незначительного количества кристаллизационной воды, фиксируемой на кривой ДТА пологим эндотермическим изгибом в интервале температур 180-220°C (рис. 2, б), а на дифрактограмме – слабыми рефлексами с $d=7.942$ и 3.770 \AA (рис. 1, в)). В образце 4248 процесс серпентинизации протекает с незначительным выделением брусита (рис. 1, г и рис. 2, в). В обоих случаях в основном образуется лизардит.

В присутствии некоторого количества оливина ($d=2.763; 2.508; 2.455; 1.749 \text{ \AA}$) и энстатита

($d=3.164; 2.931; 2.867 \text{ \AA}$), среднесильные рефлексы с $d=7.314$ и 3.663 \AA (рис. 1 д), а также среднесильный эндотермический и слабый экзотермический эффекты с максимумами пиков при температурах 682 и 818°C соответственно (рис. 2, г) указывают на то, что образец 4247 серпентинизирован частично. Однако одновременно образовалось такое количество брусита, что разложение его отмечено на кривой ДТА в интервале температур 360-510°C (рис. 2, г).

Рентгенофазовый анализ образца 4254 показывает, что ультраосновная часть породы в основном серпентинизирована с образованием лизардита (рис. 1, е). Отметим, что наблюдаемый на дифрактограмме среднесильный рефлекс с $d=2.515 \text{ \AA}$ не относится к серпентинам, так как после разложения серпентиновой массы прокаливанием образца до 700°C этот рефлекс остается неизменным (рис. 3, б). На кривой ДТА этого образца максимум пика эндотермического эффекта, соответствующего разложению лизардита, несколько завышен (710°C). Кроме того, в виде

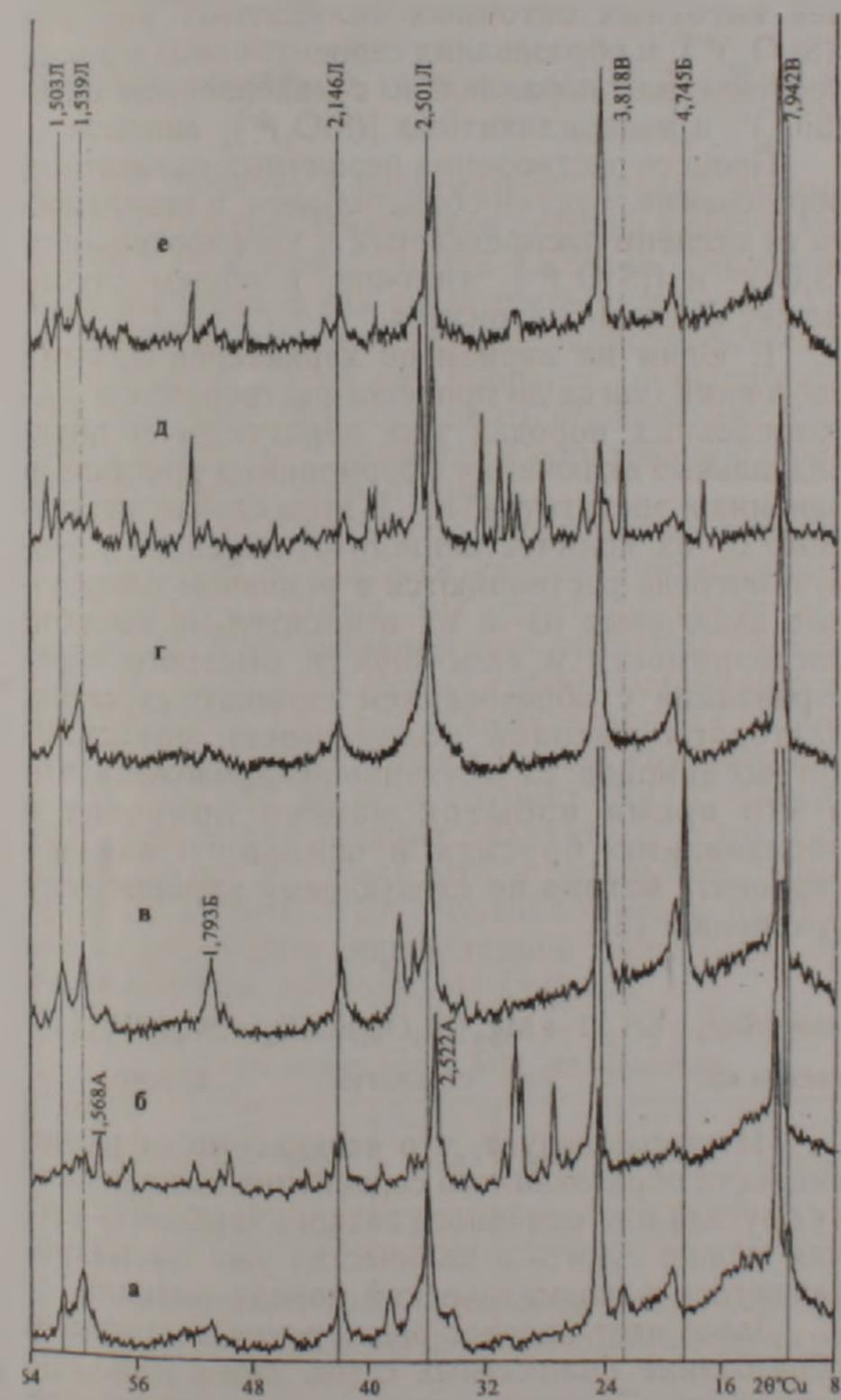


Рис. 1 Дифрактограммы серпентинизированных образцов ультрамафитов из различных участков Присеванской офиолитовой зоны: а – 4135, б – 4147Б, Шоржинское месторождение, в – 4246, г – 4248, д – 4247, Ашокское месторождение, е – 4254, Кармракарское месторождение. Б – брусит, В – водный карбонат магния, Л – лизардит, А – антигорит.

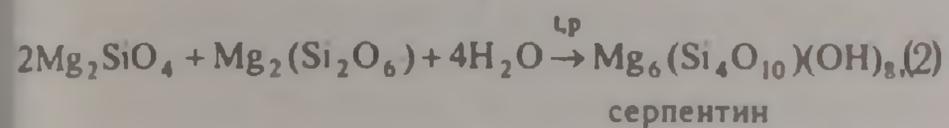


Рис. 2. Термограммы серпентинизированных образцов: а – 4135, б – 4246, в – 4248, г – 4247, д – 4254, е – 4147Б.

перешедших в раствор кремниевых кислот при термокислотной обработке пород.

Отметим, что такая последовательность процесса серпентинизации может стать причиной сосуществования двух или более разновидностей серпентинов.

2. Вторым вариантом процесса растворения первичных силикатных образований можно приписать тем состояниям, в которых примерно равномерное распределение сравнительных количеств $(\text{SiO}_4)^{4-}$ и $[(\text{SiO}_3)^2]^\infty$ анионов в магме, что может быть одной из причин [10], ставших препятствием для образования оформленных индивидуальных кристаллических решеток оливина и энстатита, в результате чего вся масса осталась в виде смешанных и плотно упакованных из разных сортов квазикристаллических образований. Такое состояние способствует параллельному переходу в серпентинизирующий раствор анионов $(\text{SiO}_4)^{4-}$ и $[(\text{SiO}_3)^2]^\infty$ и одновременному их участию в образовании силикатных сеток по уравнению



которое следует воспринимать не как взаимодействие сформировавшихся оливина и энстатита, которое, по мнению Боуэна и Таттла [15], также мало вероятно, а как совместное участие $(\text{SiO}_4)^{4-}$ и $[(\text{SiO}_3)^2]^\infty$ анионов из квазикристаллических образований. Такой вид процесса серпентинизации не может способствовать образованию брусита и в основном приведет к образованию одной разновидности серпентина.

Предложив варианты растворения силикатных анионов в процессе серпентинизации ультрамафитовых пород, мы отметили также возможность существования двух основных по текстуре, не связанных между собой состояний первичных пород. Они могут выявляться как отдельно, в "чистом" виде, так и в разных комбинациях.

О том, что во всех случаях $(\text{SiO}_4)^{4-}$ анионы участвуют в образовании силикатных сеток, свидетельствует тот факт, что в результате термокислотной обработки серпентинитов в раствор всегда переходит определенное количество ортокремневой кислоты [4] (табл.1).

Таблица 1

Степень извлечения SiO_2 из образцов

NN образцов	4135	4246	4248	4247	4254	4147Б
%	31.0	37.6	30.2	17.3	9.80	10.4

Как видно из табл.1, переход SiO_2 в раствор больше в образцах, представленных аподунитовым серпентинитом.

Следует отметить, что количества кремневой кислоты, приведенные в табл.1, не могут отождествляться с абсолютными количествами $(\text{SiO}_4)^{4-}$ анионов, участвовавших в процессе серпентинизации. Одним из доказательств сказанного является то, что на основе видоизменений предварительной обработки породы в некото-

рых случаях удается повысить извлечение кремниевых кислот в раствор до 60-70% (по SiO_2), и это еще не предел.

На основании всего сказанного попытаемся вкратце представить генетическую характеристику исследованных образцов.

В образцах 4135, 4246 и 4248 серпентинизация в основном завершилась образованием лизардита. Причем в образцах 4135 и 4246 серпентинизация осуществлялась по кристаллическому оливину, т.е. первичная порода в основном состояла из оливиновых индивидуальных включений, а в образце 4248 она проходила по уравнению (2), т.е. из квазикристаллических образований.

Образец 4247 в первичном состоянии имел четко сформированные оливиновые и пироксеновые индивидуальные включения. Однако частичная серпентинизация протекала по кристаллическому оливину.

В образце 4254 серпентинизация по части магнезиальной ультраосновной породы в основном завершена образованием лизардита. Причем незначительная часть протекала по кристаллическому оливину, а большая часть — по уравнению (2).

В образце 4147Б серпентинизация также завершена образованием в основном антигорита, частично хризотила или лизардита. Для последнего первичным состоянием мог быть либо кристаллический оливин в малом количестве, либо смешанное образование. Превосходящая антигоритовая разновидность образована по кристаллическому энстатиту, существующему в первичной породе в большом количестве, где учитывается и роль $(\text{SiO}_4)^{4-}$ анионов, участвовавших в этом процессе.

Выводы

1. Серпентиниты представляют нетрадиционный вид полезного ископаемого, в результате термокислотной обработки которых в раствор переходит ортокремневая кислота (до 37,6%), в некоторых случаях до 60-70%.

2. Данные рентгенофазового и термического анализов показывают, что в процессе серпентинизации происходит растворение первичных минералов ультрамафитов, причем при одновременном присутствии кристаллов оливина и пироксенов в первую очередь растворяется оливин, что подтверждается также данными микроскопических исследований.

3. Из первичных ультрамафитов, находящихся в квазикристаллическом состоянии, орто- и метасиликатные анионы переходят в раствор одновременно.

4. Во всех случаях определенную роль в серпентинизации ультрамафитов играет содержание ортосиликатных анионов, присутствующих в серпентинизирующих растворах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абовян С.Б. Геология и полезные ископаемые северо-восточного побережья озера Севан. Ереван: Изд АН

- АрмССР, 1961, 261 с.
2. Гинзбург И.И., Рукавишников И.А. Минералы древней коры выветривания Урала. М.: Изд АН СССР, 1951, 716 с.
 3. Дир У.А., Хаун Р.А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. М.: Мир, 1966, т.3, 319 с.
 4. Зулумян Н.О., Оганесян Э.Б., Оганесян З.Г., Караханян С.С. О термокислотной обработке серпентинитов северо-восточного побережья озера Севан. ДНАН Армении, 2002, т.102, N3, с.238-242.
 5. Зулумян Н.О., Оганесян З.Г., Караханян С.С. Термографические исследования серпентинизированных пород северо-восточного побережья озера Севан. Бюллетень строителей Армении, 2001, N 2(20), с.32-33.
 6. Зулумян Н.О., Оганесян З.Г., Караханян С.С., Овсепян Т.А., Казанчян А.М., Абовян С.Б. Физико-химические характеристики некоторых ультраосновных пород северо-восточного побережья озера Севан. Хим. ж. Армении, 2002, т.55, N4, с.33-41.
 7. Куколев Г.В. Химия кремния и физическая химия силикатов, М.: Высшая школа, 1966, 464 с.
 8. Михеев Я.Л. Рентгенометрический определитель минералов, М.: Госгеолтехиздат, 1957, 869 с.
 9. Соколова Е.П. Кристаллохимия и структурные особенности минералов. Л.: Наука, 1976, с.96-104.
 10. Соболев Н.Д. Проблема ультраосновной магмы. В кн.: Магматизм формации кристаллических пород, 1972, с.101-102.
 11. Термический анализ минералов и горных пород. Л.: Недра, 1974, 399 с.
 12. Хачатрян Л.А., Костанян К.А., Арутюнян В.В. О химических превращениях в процессе амфиболитизации серпентинита и дунита при образовании фторасбеста. Арм. хим. ж., 1981, т.34, N 1, с.7-12.
 13. Zulumyan N.H., Hovhannisyan Z.G., Karakhanyan S.S., Torosyan A.R. Serpentine as an attractive source for synthesis of soluble silicic acid sol-gel system and nanomaterials – Information technologies and management, Yerevan, 2002, N3, pp.129-131.
 14. Brindley G.W., Zussman J. Amer. Mineralogist, 1959, v.44, N1-2, p.185-188.
 15. Bowen N.L., Tuttle O.F. The system MgO – SiO₂ – H₂O. Bull. Geol. Soc. Am., 1949, 60, pp.439-445.

ՈՒԼՏՐԱՄԱՖԻՏՆԵՐԻ ՍԵՐՊԵՆՏԻՆԱՅՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅՆԵՐԻ ՉԱՐԳԱՅՄԱՆ ՕՐԻՆԱԶՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԱՐՅԻ ՄԱՍԻՆ

Ն. Հ. Չուլումյան, Ս. Բ. Աբովյան, Չ. Հ. Հովհաննիսյան, Ս. Է. Ղազարյան

Ա մ փ ո փ ո մ

Նախանշվում են սերպենտինացված ուլտրամաֆիտների համալիր մշակման նոր ուղղություններ: Կորզվող նյութերի մեծ ելքերի ապահովումը ենթադրում է, կախված ուլտրամաֆիտների ծագումնաբանությունից և կառուցվածքային առանձնահատկություններից, սերպենտինացման գործընթացների զարգացման, սերպենտինների ջերմային քայքայման և նոր միներալային ֆազերի առաջացման մանրամասն և հիմնարար ուսումնասիրություններ: Այդ նպատակով կատարվել են Սևանի օֆիոլիտային գոտու սերպենտինացված ուլտրամաֆիտների բնութագրական նմուշների առաջին անգամ միկրոսկոպիական, ռենտգեն ֆազային, ջերմագրային և քիմիական մեթոդներով ուսումնասիրություններ:

PROBLEMS ON DEVELOPMENT OF SERPENTINE-FORMING PROCESSES IN ULTRAMAFICS

N. H. Zulumyan, S. B. Abovyan, Z. H. Hovhannisyan, S. E. Ghazaryan

Abstract

For interpretation of the development of serpentine-forming processes in ultramafics the specimens of serpentinized ultramafics were examined by chemical, thermal, X-ray powder and microscopic methods, having certain morphological varieties and typical for various regions of Sevan ophiolite zone. The such simultaneous complex investigation of ultramafics Sevan ophiolite zone is conduct for the first time.

ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЭОЦЕНОВЫХ МАГМАТИТОВ МАРЦИГЕТСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

© 2003 г. К. Л. Галоян

Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: gamelk@sci.am
Поступила в редакцию 14.09.2003 г.

Изучены особенности вещественного состава разнофациальных, разнотипных эоценовых магматитов Марцигетского рудного поля. Геолого-петрографические, петро-геохимические и изотопные характеристики рассмотренных магматитов свидетельствуют о четких различиях вещественного состава средне- и позднеэоценовых магматитов. По петро-геохимическим особенностям изученные магматические образования соответствуют магматитам развитых островных дуг (P_2^2) и зон коллизий (P_2^3) и характеризуются преобладающим толеитовым (P_2^2) и известково-щелочным (P_2^3) химизмом. Определяющая роль в петрогенезисе обоих комплексов отводится процессам фракционной кристаллизации исходного мантийного расплава, при некоторой роли процессов коровой контаминации для позднеэоценовых кислых разностей.

Марцигетское рудное поле расположено в приграничной части Алавердского антиклинория и Севано-Ширакского синклинория. Географически район совпадает с бассейном р. Марцигет, в основном с его правобережьем.

Вопросы геологии, петрографии и рудоносности магматических образований рудного поля, с той или иной детальностью, рассмотрены в печатных и рукописных работах ряда исследователей (С.Исаакян, П.Сопко, К.Мкртчян, О.Саркисян, Г.Туманян, С.Алоян, П.Алоян, Г.Багдасарян, В.Пароникян и др.). Проведенные нами комплексные геолого-петрографические, минералогические, петрохимические и геохимические исследования [2,6,9,10,11] разновозрастных, разнофациальных, разнотипных магматитов района позволили выявить особенности их вещественного состава и геодинамических обстановок их формирования.

В рассматриваемом районе наиболее широким развитием пользуются магматиты эоценового возраста и в меньшей степени – вулканиты средней юры и интрузивные породы верхней юры-нижнего мела. Наиболее широким развитием пользуются магматиты среднего эоцена, которыми слагается единый Марцигетский вулкано-интрузивный комплекс. Верхнеэоценовые магматические образования имеют более ограниченное распространение. По геологическим данным (К.А.Мкртчян, 1960; Г.А.Туманян, 1970) и изотопным датировкам [1,7], к ним относятся эффузивные и субвулканические породы кислого состава, а также основные субвулканические породы, относимые условно к позднему эоцену, исходя из их петро-геохимических особенностей [6].

Нижние горизонты эффузивов эоценового возраста района являются составной частью базальт-андезитовой формации Севано-Ширакского синклинория, среди которых доминируют базальты, часто окремненные и спилитизированные, а также базальтовые андезиты, реже андезиты, переслаивающиеся с туфами того же и дацитового составов, различными туффитами и песчано-глинистыми образованиями. Проведенные нами петрографо-минералогические и петрохимические исследования среднеэоценовых изверженных

пород свидетельствуют о том, что породы комплекса относятся к дифференцированным толеитовым сериям, ранние образования которых формировались в прибрежно-морских, подводных условиях. В процессе дальнейшей эволюции магматизма, на фоне восходящих движений и смены субаквального вулканизма субаэральным, возрастает роль кислых вулканитов. В исследуемом районе хорошо прослеживается гомодромный характер эволюции указанной формации, где вверх по разрезу базальты, базальтовые андезиты и их туфы сменяются сначала андезитами, реже дацитами и еще менее распространенными риолитами. При этом, в составе этого комплекса редко встречающиеся дациты и риолиты имеют в основном субвулканическую или дайковую природу. Среднеэоценовый магматизм завершается становлением Дзагидзорского интрузива.

В позднем эоцене, на стадии замыкания морского бассейна с возрастанием мощности и жесткости коры формируются магматиты основного и кислого составов, характеризующиеся относительно повышенной калиевой щелочностью.

Согласно петрографо-минералогическим особенностям, а также петрохимической классификации [4], эоценовые вулканические образования района представлены, снизу вверх, следующими главными типами пород: средний эоцен – спилиты и миндалекаменные базальты, базальтовые андезиты, а также трахибазальты и базальтовые трахиандезиты с подушечной отдельностью, вместе с кристалло-литовитрокластическими туфами и туфолавами того же и более кислого (андезитового, дацитового) состава; лавы, туфы, туфобрекчии и туфолавы состава базальта и базальтовых андезитов без миндалекаменной текстуры; лавы и силлы более поздних (сравнительно свежих) базальтовых андезитов и андезитов. В среднеэоценовом разрезе встречаются также многочисленные тела субвулканических диабазов, кварцевых базальтов, габбро-диабазов, миндалекаменных оливиновых базальтов, базальтов, реже дацитов и риолитов, жильных оливиновых долеритовых базальтов, диабазов, оливиновых габбро-диабазов, базальтовых андезитов и андезитов. Указанный разрез среднеэоценовых образований

сечется небольшим Дзагидзорским массивом. Он представлен породами двух фаз. Первая фаза сложена габбро (крупно-, среднезернистые, порфирированные), роговообманковыми габбро, габбро-норитами, вторая фаза – кварцевыми монцогаббро, диоритами, кварцевыми диоритами. Жильно-магматические породы представлены габбро-диабазами, порфирированными габбро и поздними аплитами.

Среди позднеэоценовых магматитов, в отличие от среднеэоценовых, преобладают кислые разновидности – кристалло-литовитрокластические риолитовые туфы и лавы того же и дацитового состава, а также образования субвулканического облика, представленные плагиоклазовыми базальтами, порфирированными монцогаббро, дацитами и трахидацитами.

Характерной особенностью пород обоих комплексов является преобладание порфирированной структуры над афировой. Количество фенокристаллов в вулканитах не превышает 20-30% (в среднем 10-25%, реже до 40-50%), тогда как дайки, силлы и другие субвулканические тела более порфирированные (~40-50%), кроме некоторых олигофирированных разновидностей (~2-5%).

В среднеэоценовых базальтоидах, как правило, фенокристаллы представлены плагиоклазом нескольких генераций различного состава (№80-45) и клинопироксеном. Менее характерны реликтовые фенокристаллы оливина и ортопироксена, количество последнего, как и роговой обманки, увеличивается по мере возрастания кремнекислотности пород от базальтов к андезитах. Габброиды интрузива состоят из зонального плагиоклаза трех генераций (№84-30), клинопироксена, магнетита (или титаномагнетита) в качестве главных и оливина, ортопироксена, амфибола, биотита, кварца и калиевого полевого шпата в качестве второстепенных порообразующих минералов. Акцессорный апатит встречается во всех типах пород. Диориты и кварцевые диориты характеризуются наличием более кислого плагиоклаза (соответственно №65-52 и №48-28).

В позднеэоценовых дацитах фенокристаллы представлены, в основном, плагиоклазом двух генераций (№56-50, №45-34), а количество пироксена, кварца, реже амфибола и биотита не превышает 10-15%. В отличие от среднеэоценовых, основные породы позднего эоцена характеризуются сравнительно кислым составом плагиоклазовых фенокристаллов (№71-56 в порфирированных монцогаббро и №62-34 в плагиоклазовых базальтах). В качестве второстепенных встречаются оливин, клинопироксен, биотит и амфибол (до 10-35%).

В целом, среднеэоценовые образования на диаграмме *AFM* (Irvine, Baragar, 1971) и по соотношению $\text{SiO}_2\text{-FeO}^*/\text{MgO}$ (Myashiro, 1974) относятся к толеитовым сериям. Большинство этих вулканитов на диаграмме $\text{K}_2\text{O-SiO}_2$ (Le Maitre, 1989) попадают в среднекалиевое и, отчасти, низкокалиевое поле.

Среди пород среднеэоценового вулканического комплекса преобладают базальты, которые по своим петрохимическим особенностям при-

надлежат породам нормального ряда, резко обогащенным Na_2O по сравнению с K_2O (в среднем $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}=3.3-4.5$). Однако, отношение Na/K может заметно уменьшаться в измененных разностях. Некоторые отклонения от толеитового тренда миндалекаменных базальтоидов могут быть вызваны вторичными процессами, прежде всего их спилитизацией [5]. Так, на петрохимических диаграммах некоторые разности миндалекаменных подводных вулканитов проявляют двойственный характер. На диаграмме *AFM* (рис.1) фигуративные точки последних ложатся в поле известково-щелочных, а на диаграмме $\text{SiO}_2\text{-FeO}^*/\text{MgO}$ – в поле пород толеитовой серии.

Завершающие становление среднеэоценового магматического комплекса породы Дзагидзорского интрузива в целом характеризуются толеитовым химизмом с переходом к известково-щелочному. По соотношению $\text{K}_2\text{O-SiO}_2$, интрузивные породы массива соответствуют среднекалиевому ряду пород нормальной щелочности.

По сравнению со среднеэоценовыми вулканидами той же кремнекислотности, вулканиды позднего эоцена заметно богаче калием (до 1.5-2% K_2O в основных и до 3-8% в кислых разностях). На диаграмме *AFM* (рис.1) вулканиды позднего эоцена расположены в поле известково-щелочной и толеитовой магматических серий, с преобладанием разновидностей известково-щелочных. На диаграмме $\text{K}_2\text{O-SiO}_2$ они отвечают полю высококалиевых пород. Кроме того, отмеченные разновозрастные магматиты четко отличаются по общей щелочности ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) – более высокой для позднеэоценовых образований и по отношению ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$) – более высокой для среднеэоценовых магматитов. В частности, отношения $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ в среднеэоценовых базальтоидах (в среднем 3.3-4.5) значительно повышены сравнительно с позднеэоценовыми однотипными субвулканическими породами (до 1.4-2.2). Значение $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ отчетливо уменьшается в дацитах (0.9-1.2) и риолитах (до 0.17).

Петрохимически вулканиды позднего эоцена, в целом, являются кварц-нормативными, а их ос-

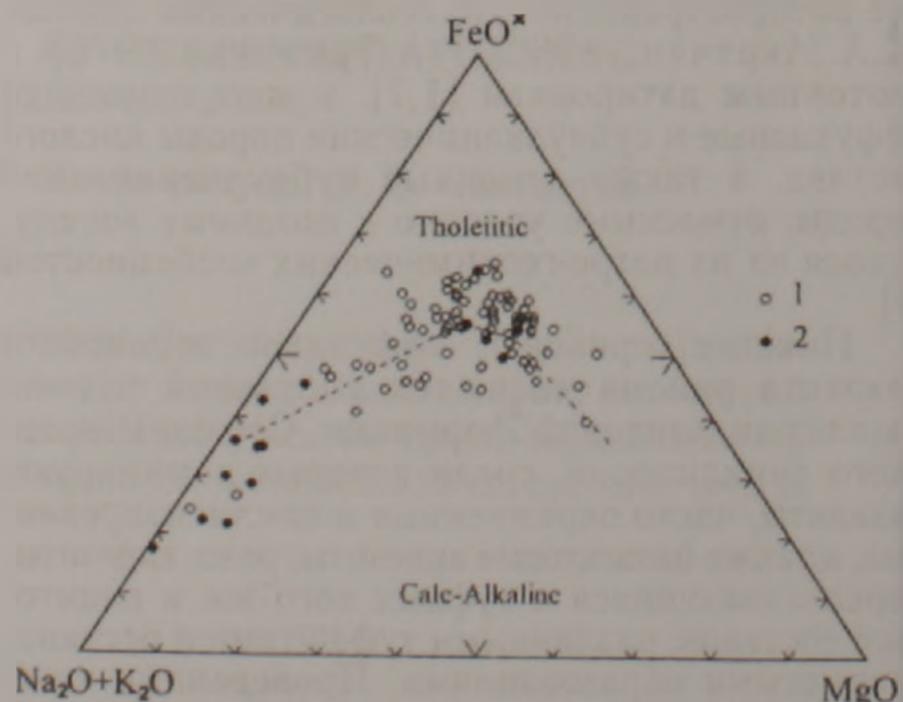


Рис.1 Диаграмма *AFM* для магматитов Марцигетского рудного поля 1-среднеэоценовые, 2-позднеэоценовые

новные различия — также гиперстен-нормативными, тогда как большинство среднеэоценовых магматитов являются гиперстен- и кварц-нормативными и, отчасти, оливин-нормативными (диабазы, габбро-диабазы и др.). В минералогическом отношении, известково-щелочные породы от толитовой различаются присутствием в них амфибола, тогда как для вторых этот минерал гораздо менее характерен.

По содержанию щелочей большинство пород эоценового возраста характеризуются нормальной щелочностью, а по отношению K_2O/Na_2O отно-

сятся в основном к натриевым и реже — калиево-натриевым типам [2]. Из других особенностей магматитов района можно отметить низкую концентрацию в них TiO_2 (менее 1%).

На диаграмме Si-K-Ti [3] в подавляющем большинстве среднеэоценовые магматиты размещаются в поле пород, характерных для зон субдукции, а по содержаниям TiO_2 , K_2O , Na_2O+K_2O , отношениям K_2O/Na_2O и FeO^{*2}/MgO они близки к соответствующим параметрам толитовых образований развитых островных дуг, в то время как позднеэоценовые образования размещаются

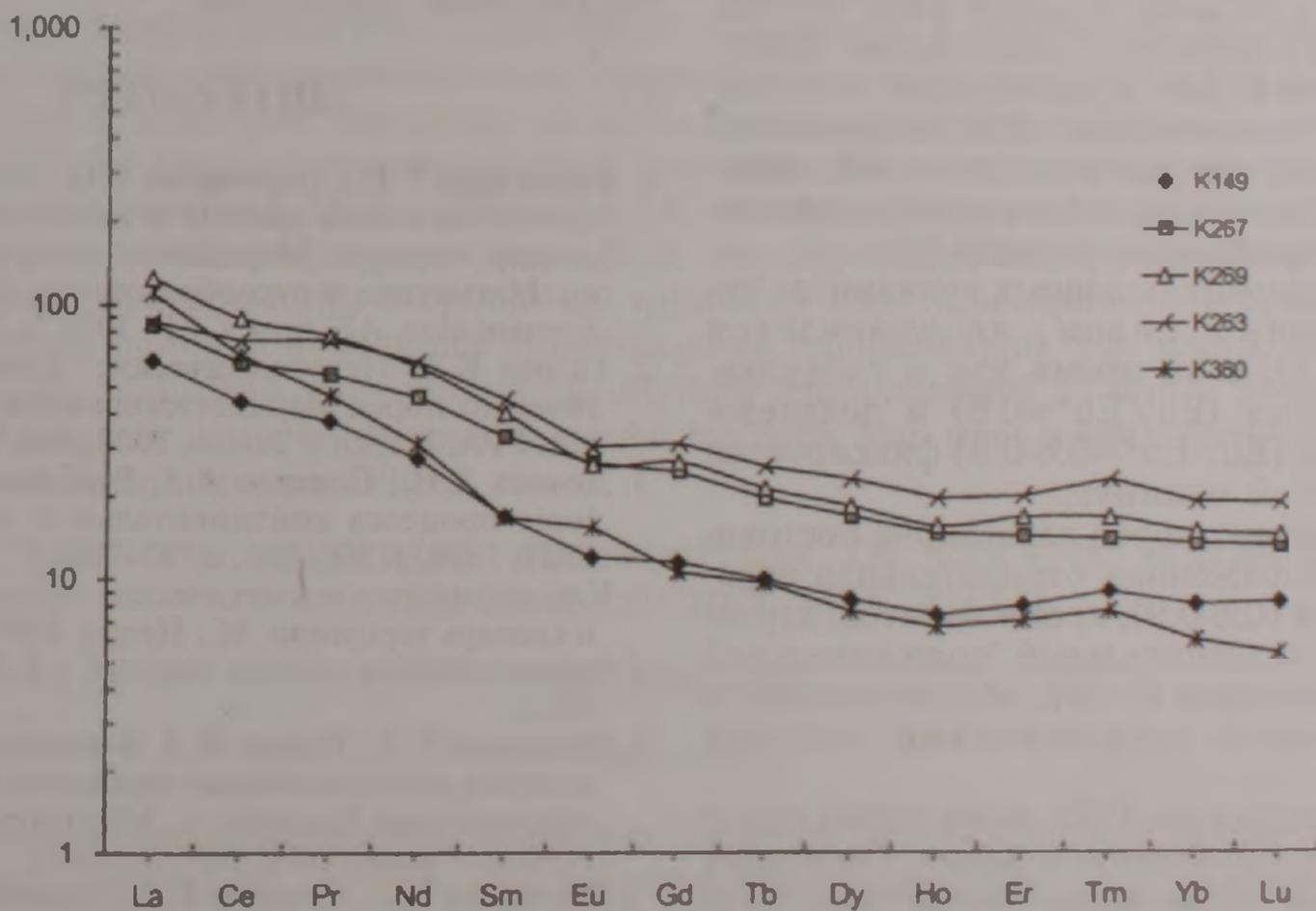
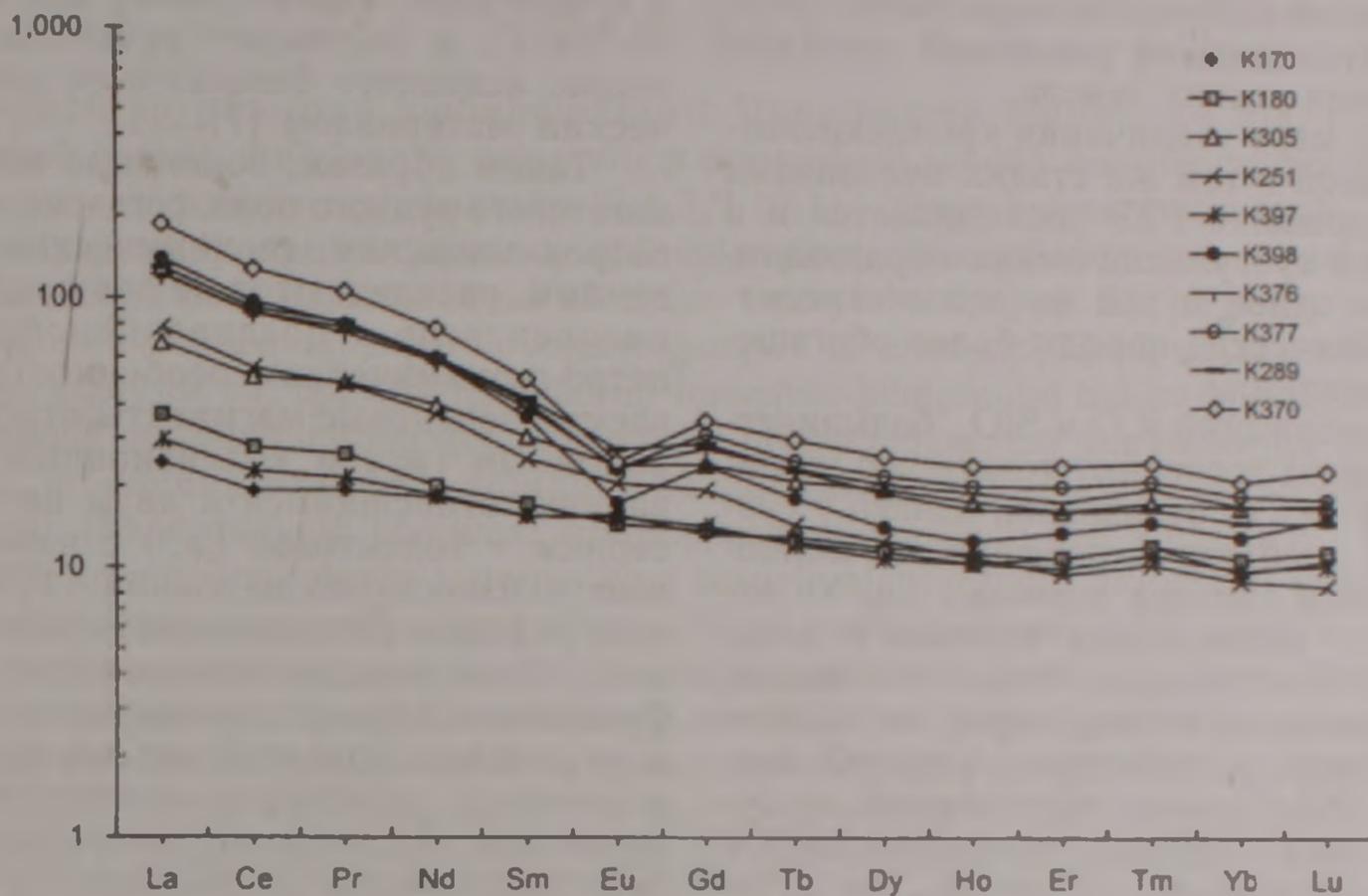


Рис.2. Распределение РЗЭ в магматитах Марцигетского рудного поля. Среднеэоценовые образования - эффузивные (1-3): 1-спилит, обр k170, 0.2 км Ю с.Шамут; 2-базальтовый андезит, обр k180, 1.5 км СЗ с Ахнидзор; 3-базальтовый андезит, обр k305, 1.3 км В г Марц; субвулканические(4-6): 4-диабаз, обр k251, 0.8 км В с Дзагидзор; 5-базальтовый андезит, обр k397, 2.5 км ЮЗ с Ахнидзор; 6-риолит, обр k398, там же. Верхнеэоценовые образования - эффузивные (7,8): 7-дацит, обр k376, 0.7 км ЮЗ с Марц; 8-дацит, обр k377, 1.2 км З с Марц; субвулканические (9,10): 9-порфировое монцогаббро, обр k289, 0.6 км СВ пос Туманян; 10-дацит, обр k370, 0.1 км Ю с Марц. Интрузивные образования (11-15): Атанский массив: 11-тоналит, обр k149, 0.5 км С с Атан; Дзагидзорский массив: 12-габбро, обр k267, 0.7 км СВ пос Туманян; 13-кварцевое монцогаббро, обр k269, 1 км СВ пос Туманян; 14- кварцевый диорит, обр k263, 2.2 км СВ с Дзагидзор; 15-аплит, обр k360, там же.

в поле пород коллизионных зон.

В геохимическом отношении изученные магматиты существенно различаются по уровням концентрации РЗЭ (определение проведено в 15 представительных образцах). Сумма РЗЭ изменяется в широких пределах – от 41.6 г/т в среднеэоценовых базальтоидах до 201.5 г/т в позднеэоценовых дацитах [6]. Как следует из нормированных по хондриту [12] данных, концентрация РЗЭ в кислых субвулканических образованиях от среднего эоцена к позднему, для тяжелых РЗЭ возрастает монотонно (рис.2), в то время как для легких лантаноидов отмечается возрастание темпа накопления, обусловленное различной степенью фракционирования редких земель.

В целом, по мере увеличения кремнекислотности пород одной и той же стадии вулканизма суммарное содержание РЗЭ увеличивается и в эффузивных, и в субвулканических образованиях, причем при одной и той же кремнекислотности субвулканические породы более обогащены РЗЭ, чем вулканиды.

С ростом содержаний K_2O и SiO_2 , большинство изученных пород проявляют тенденцию увеличения значений La/Yb отношения, однако у субвулканических диабазов и порфировых монцогаббро отмечаются высокие значения La/Yb отношения (~12) – аналогичные таковым у дацитов и риолитов. Соотношение легких и тяжелых РЗЭ (La/Yb) для интрузивных пород, по сравнению с вулканидами, колеблется в широких пределах (от 6 до 26). Однако, если переход от основных к кислым породам сопровождается повышением концентраций как легких, так и тяжелых РЗЭ, то в аплитах поздней фазы, отмечается увеличение содержаний лишь легких лантаноидов, в то время, как концентрации тяжелых РЗЭ несколько уменьшаются. Для интрузивных пород более четко, чем для вулканических, намечается хорошо выраженная корреляция отношения La/Yb с концентрациями калия [6].

В среднеэоценовых основных вулканидах дефицита европия, в целом, не отмечается ($Eu/Eu^*=0.9-1.1$), в то время как в субвулканических риолитах ($Eu/Eu^*=0.6$) и позднеэоценовых дацитах ($Eu/Eu^*=0.6-0.8$) фиксируется четкий европиевый минимум.

Для интрузивных пород характерна постоянная, но слабо выраженная отрицательная европиевая аномалия (0.8-0.9), кроме аплитов, характеризующихся незначительной положительной европиевой аномалией (1.16), обусловленной в них повышенными содержаниями полевых шпатов.

В целом содержание РЗЭ обоих типов пород коррелируется с содержанием калия. Поскольку среднеэоценовые образования характеризуются в основном толеитовым трендом, они, как правило, обеднены РЗЭ, концентрация которых увеличивается в кислых породах до 1.5-2 раз. Уровень концентраций и состав РЗЭ в среднеэоценовых магматитах, в целом, соответствует таковым толеитовых серий развитых островных дуг, в то время как те же параметры в позднеэоценовых кислых вулканидах наиболее близки к их концентрациям в однотипных породах колли-

зионных геодинамических обстановок [6].

Использование дискриминационных диаграмм $Ti-Zr$ (Pearce, Cann, 1973) и $Ti-V$ (Shervais, 1982) для среднеэоценовых базальтоидов также свидетельствует об их формировании в островодужной геодинамической обстановке. Общие пределы колебаний содержания Zr (60-150 г/т) связаны не с колебаниями общей кремнекислотности пород, а с их калиевостью.

Имеющиеся изотопные данные для позднеэоценовых дацитов, а именно величина первичного отношения $^{87}Sr/^{86}Sr = 0.70464 \pm 0.00013$ близка к отношению, характерному для островных дуг (0.70437), и позволяет предполагать контаминацию исходного базальтового расплава силикатным материалом [7].

Таким образом, эоценовые магматиты Марцигетского рудного поля, согласно геологическим, петрохимическим, геохимическим и изотопным данным, расчленяются на два комплекса – среднеэоценовый и позднеэоценовый. По своим петро-геохимическим особенностям рассматриваемые эоценовые магматиты относятся к островодужным (P_2^2) и коллизионным (P_2^3) образованиям, относящимся к двум петрохимическим сериям – толеитовой (P_2^2) с известково-щелочным и известково-щелочной (P_2^3) с субщелочным уклоном. Определяющая роль в формировании обоих комплексов отводится процессам фракционной кристаллизации исходного мантийного расплава, при этом кислые разности позднеэоценового комплекса являются результатом процессов смешения корового материала с дифференцировавшим до среднего состава исходным базальтовым расплавом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багдасарян Г.П., Пароникян В.О. Геолого-радиогеохронологические данные о палеогеновых магматических породах Марцигетского рудного поля. В кн.: Магматизм и рудообразование Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1978, с.5-10.
2. Галоян К.Л. Петрохимические особенности магматических пород Марцигетского рудного района. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2000, №1-2, с.67-73.
3. Демина Л.Н., Симонов Д.А. Вулканиды как индикаторы процесса континентальной коллизии. Докл. РАН, 1999, т. 366, №6, с.793-796.
4. Классификация магматических (изверженных) пород и словарь терминов. М.: Недра, 1997, 247 с.
5. Магматические горные породы. т.3. М.: Наука, 1985, 485 с.
6. Мелконян Р.Л., Галоян К.Л. Закономерности распределения редкоземельных элементов в магматических образованиях бассейна р. Марцигет. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2002, №1-3, с.9-15.
7. Мелконян Р.Л., Гукасян Р.Х., Галоян К.Л. К вопросу о возрастном расчленении эоценовых образований Марцигетского рудного поля. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2003, LVI, N1, с.23-25.
8. Мкртчян К.А. Новые данные о верхнеэоценовом возрасте трансгрессивной свиты Лорийского синклинория Армянской ССР. Докл. АН АрмССР, 1960, т.31, №1, с.49-52.
9. Хоренян Р.А., Галоян К.Л. Плагноклазы эоценовых магматитов Марцигетского рудного поля как

индикаторы некоторых петрогенетических процессов. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2003, LVI, N1, с.29-34.

10. Գալոյան Ղ.Լ. Մարցիգետի հանքային շրջանի հրաբխածին ապարների պետրոգրաֆիան. ՀՀ ԳԱԱ Երիտասարդ գիտաշխատողների հոդվածների ժողովածու. Երևան, 2001, №1(2), էջ 80-83.

11. Գալոյան Ղ.Լ. Չաղիձորի ինտրուզիվ մարմնի ապարների պետրոգրաֆիական կազմի առանձնահատկությունները. ՀՀ ԳԱԱ Երիտասարդ գիտաշխատողների հոդվածների ժողովածու. Երևան, 2001, №1(2), էջ 84-87.

12. Anders E., Grevesse N. Abundances of elements: Meteoric and solar. Cosmochim. Geochim. Acta. 1989, V.53, p.197-214.

ՄԱՐՑԻԳԵՏԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ ԷՈՑԵՆԻ ՄԱԳՄԱՏԻՏՆԵՐԻ ՆՅՈՒԹԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ԱՌԱՆՉՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ղ. Լ. Գալոյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածն իր բնույթով հանդիսանում է Մարցիգետի հանքային դաշտում լայն տարածված էոցենի մագմատիկ ապարների նյութական կազմի ուսումնասիրությունների վերաբերյալ ամփոփիչ աշխատանք [2,6,7,9,10,11]: Ըստ երկրաբանական, պետրոքիմիական, գեոքիմիական և իզոտոպային տվյալների, ուսումնասիրված շրջանի էոցենի մագմատիտներն ստորաբաժանվում են երկու ուրույն համալիրի՝ միջին և ուշ էոցենի:

Կատարված պետրոգրաֆա-միներալոգիական ու պետրոքիմիական ուսումնասիրությունները վկայում են, որ, մեկ ընդհանուր հրաբխա-ինտրուզիվ համալիրի պատկանող, միջին էոցենի վուլկանիտները վերագրվում են դիֆերենցացված տոլեիտային սերիային, որի վաղ առաջացումները ձևավորվել են մերձափնյա-ծովային, ստորջրյա պայմաններում: Մագմատիզմի հետագա էվոլյուցիայի ընթացքում, որն ուղեկցվել է տարածքի ընդհանուր բարձրացմամբ և սուբակվալ հրաբխականության անցումով սուբաերալի, ավելանում է թթու վուլկանիտների դերը: Միջին էոցենի մագմատիկ առաջացումների կտրվածքում բազալտները, բազալտային անդեզիտներն ու նրանց տուֆերն հերթափոխվում են անդեզիտային, դացիտային կազմի տուֆերով ու լավաներով և հազվադեպ ռիոլիտներով: Այս համալիրի կազմում հազվադեպ հանդիպող դացիտներն ու ռիոլիտները, հիմնականում, ունեն սուբվուլկանիկ կամ դայկային բնույթ: Միջին էոցենի մագմատիզմն ավարտվում է Չաղիձորի գաբրո-դիորիտային, հիպաբիսալ ինտրուզիվի ներդրումով:

Ուշ էոցենում, կապված ծովային ավազանի փակման և կեղևի հզորության ու կարծրության ավելացման հետ, ձևավորվում են հիմքային և թթու կազմի մագմատիտներ, որոնք բնորոշվում են համեմատաբար բարձր կալիումային ալկալայնությամբ:

Իրենց պետրո-գեոքիմիական առանձնահատկություններով, նշված համալիրները վերագրվում են համապատասխանաբար կղզադեղային ու կոլիզիոն տիպի առաջացումներին և պատկանում են տոլեիտային (P_2^2) ու կրա-ալկալային (P_2^3) սերիաներին, համապատասխանաբար կրա-ալկալային և սուբալկալային ուղղվածությամբ:

Նշված համալիրների ձևավորման գլխավոր դերը պատկանում է ելակետային մանթիական հալոցքի ֆրակցիոն բյուրեղացման պրոցեսներին, ընդ որում, ուշ էոցենի մագմատիկ համալիրի թթու տարատեսակներն հանդիսանում են մինչև միջին կազմը դիֆերենցացված առաջնային բազալտային հալոցքի հետ թթու կազմի կեղևային նյութի խառնման պրոցեսի արդյունք:

FEATURES OF MATERIAL COMPOSITION OF EOCENE MAGMATITES IN THE MARTSIGHET ORE FIELD

G. L. Galoyan

Abstract

Features of material composition were studied for diverse facies and polytypic Eocene magmatites of the Martsighet ore field. The geological and petrographic, petro-geochemical and isotopic characteristics of the considered magmatites attest to clear differences in material composition of the Middle and Late Eocene magmatites. By the petro-geochemical features, the studied magma formations correspond to magmatites of developed island arcs (P_2^2) and collision zones (P_2^3) and are characterized by predominance of tholeiite (P_2^2) and calc-alkali (P_2^3) chemistry. The determining role in the petrogenesis of both of these complexes is related to the processes of fractional crystallization of the initial mantle melt, but certain contribution of crustal contamination is, in the meantime, recognized for the Late Eocene acid diversities.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРАТИГРАФИИ ТРИАСА ДЖЕРМАНИССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЯ АРМЕНИИ

© 2003 г. А. Г. Григорян

Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: hrshah@sci.am
Поступила в редакцию 15.08.2003 г.

Рассмотрены актуальные вопросы стратиграфии морских отложений Джерманисского месторождения угля. Впервые выявлены особенности стратиграфического распространения конодонтов в нижне- и частично в верхнетриасовых отложениях. Разработана зональная схема расчленения изученных отложений, проведена внутри- и межрегиональная корреляция. Сделана попытка систематизации соотношений между ярусами и отделами триасовой системы.

Морские триасовые отложения Армении имеют ограниченное развитие в пределах Ереван-Ордубадского синклинория, согласно залегают над пермскими и несогласно перекрываются более молодыми образованиями. В них выделяются две совершенно различные по литологическому составу серии: карбонатная даралагезская (нижний триас) и угленосно-терригенная джерманисская (верхний триас).

В 60-х годах прошлого столетия Р.А. Аракелян [2] триасовые отложения были расчленены на уровне отделов – нижний, средний и верхний триас. В этой схеме породы среднего триаса выделены условно по положению между фаунистически охарактеризованными нижним и верхним триасом. Вместе с тем у него имелись сомнения о возможности сохранения среднетриасовых отложений из-за размыва, имевшего место до и во время позднемеловой трансгрессии. Спорным является сопоставление им верхнетриасовых угленосно-терригенных отложений, развитых на территории Армении, с мощной толщей доломитов Нахичевана.

Ранее А.Н. Назарян [5] верхнетриасовые отложения у с. Джерманис на основании изучения флоры и фауны были отнесены к норийскому ярусу и с некоторой условностью подразделены на шесть горизонтов.

В начале 70-х годов К.О. Ростовцевым и Н.Р. Азаряном [9] была значительно уточнена стратиграфия триасовых отложений верховья реки Веди. Фаунистически обосновывается наличие норийского и карнийского ярусов. Н.Р. Азаряном [1] впервые было указано на отсутствие слоев с *Claraia* в разрезе нижнетриасовых отложений Джерманисской антиклинали, а в отношении принадлежности верхних немых слоев разреза к среднему триасу он присоединился к общепринятой тогда точке зрения. Расчленение джерманисской серии по имеющимся материалам им не представлялось возможным [9].

Таким образом фаунистическая характеристика, как правило, небогата, зональное расчленение между ярусами и отделами триаса верховья реки Веди в значительной степени условны и слабо обоснованы. Неясными остаются соотношения не только между ярусами, но и между отделами триасовой системы.

Спорным является также соотношение джер-

манисской и даралагезской серий. По мнению одних исследователей, здесь имеет место непрерывный переход [1,5], а других – джерманисская серия трансгрессивно залегают на даралагезской [8,10].

Работы в области Джерманисской антиклинали обусловлены необходимостью подтверждения или уточнения ранее предполагавшегося Н.Р. Азаряном присутствия здесь верхов нижнего, среднего и верхнего триаса. Здесь находится единственный стратотипический разрез джерманисской серии верхнего триаса в Закавказье.

Разрез нижнетриасовых отложений расположен на левом берегу р. Джерманис, правого притока р. Веди, в 1 км северо-восточнее одноименного селения, слагая ядро одноименной антиклинали. Породы нижнего триаса падают на СВ 65° под углом 22-30° (табл.1).

Нижний триас. Оленекский ярус
*Зона *Platyvillosus costatus**

1. Известняки микро- и мелкозернистые, конгломератовидные, неравномерно перекристаллизованные, частично сахаровидные, темно-серые, серые, средне- и толстослоистые, с редкими прослоями фукоидных и оолитовых органогенных известняков ... 29 м.

Палеонтологическая характеристика: конодонты – *Platyvillosus costatus*, *Neospathodus dieneri*, *N. Waageni*, *N. crystagalli*, *N. pakistanensis*; пелециподы – *Anodontophora fassaensis* (Wissman), *Entolium ex gr. Microtis Bittner*, *Eumorphotis cf. Inaequicostata* (Benecke) *Entolium sp. Indet* (нижние 13 м).

2. Известняки тонко-, средне- (в основании слоя) и толстослоистые, серые, темно-серые, микро- и мелкозернистые, конгломератовидные, редко мраморизованные, с прослоями оолитовых и органогенных известняков ... 21 м.

Палеонтологическая характеристика: конодонты – *Pl. costatus* и пелециподы (нижние 7 м) – *Anodontophora fassaensis* (Wissman), *A. cf. fassaensis var. brevis Bittner*, *A. cf. Canalensis Catullo*, *Eumorphotis cf. Inaequicostata* (Benecke), *E. cf. Multififormis* (Bittner).

Слой с *Pachycladina*

3. Известняки темно-, светло-серые и серые, в нижней части слоя толстослоистые, в остальной – тонко- и среднеслоистые, трещиноватые, местами сильно рассланцованные, листоватые.

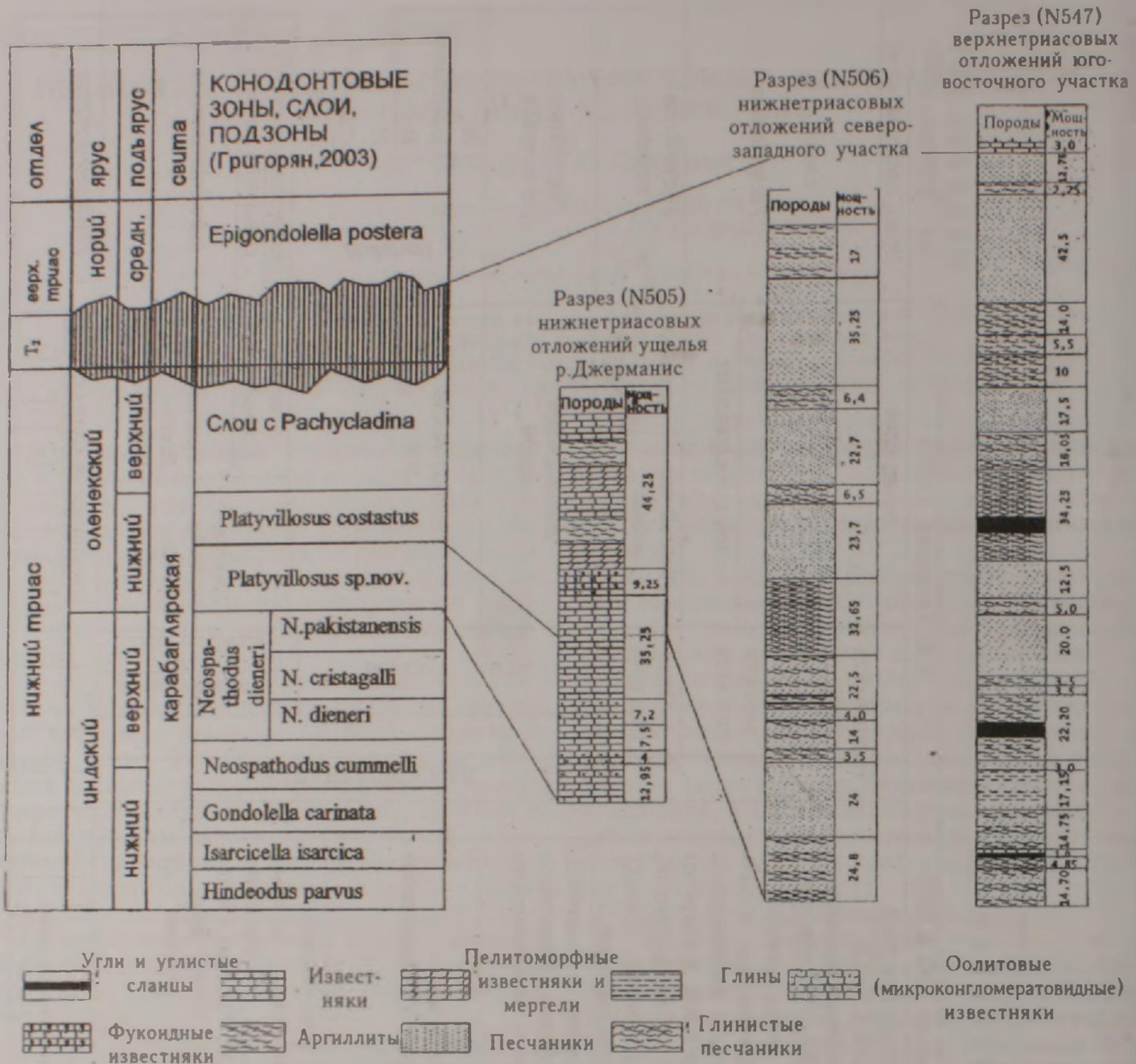


Рис 1. Схема сопоставления разрезов триасовых отложений Джерманисского месторождения угля по конодонтам.

мелко- и мелкозернистые, органогенные, большей частью слабо доломитизированные, с пачками фукоидных известняков и желтоватых, сильно известковых глин, листоватых ... 47,5 м.

Палеонтологическая характеристика: конодонты – *Pachycladina inclinata* St., *P. tricuspидата* St., *P. cf. Lata* St., *P. oblique* St., *P. bicuspidata*, *P. triangularis*, *P. symmetrica*, *P. longispinosa*; пеллициподы – *Anodontophora fassaensis* (Wissman).

4. Доломиты известковые, мелко- и среднекристаллические, тонко- и среднеслоистые, желтоватые, местами органогенные ... 15,5 м. Характерные конодонты – *Gondolella sp. Indet.*

На правом борту р. Джерманис расположен северо-западный участок, ранее считавшийся верхнетриасовым (норийский ярус), который сложен песчано-сланцевыми и угленосно-терригенными отложениями джерманисской серии общей мощностью 273 м. Из темно-серых аргиллитов

нижней части разреза, к которому приурочен пласт N1 угля, и из вышележащей пачки слабо известковых, светло-серых песчаников были отобраны пробы на конодонты. Выделенные в них конодонты рода *Pachycladina* указывают на верхнеоленекский возраст (нижний триас) вмещающих отложений. Ранее в этих отложениях были определены цератиты – *Nairites armenicus* Kipar. et Azarjan и двустворки – *Pecten aff. Clignetti var. glabra* Krumb., *Indopecten glabra* Dugl., *Myophoria verbeeki* Krumb., *Cassionella Pinna*, *Lima*, *Concodium* и др.

Верхний триас. Норийский ярус

На левом борту р. Джерманис обнажаются песчано-сланцевые и угленосно-терригенные отложения юго-восточного участка общей мощностью чуть более 300 м. Из известняков толстослоистых серых, темно-серых до черного с обильной макрофауной (мощн. 3 м), венчающих

разрез угленосно-терригенных отложений исследуемого участка, были отобраны семь проб на конодонты. В пробах ВЖ-4, 5, 7 и 9 выделены и установлены конодонты *Gondolella nawiculla Huckried* и *Epigondolella postera* (Kozur et Mostler), указывающие на верхнетриасовый (средний норий) возраст вмещающих отложений. Эти известняки на юго-восточном участке обнаружены впервые и в предшествующих работах они не отмечены. Из нижележащих слоев Н.Р. Азаряном были определены; *Cardita pichleri* Bittn., *Homomya matskoensis* Nakazawa, *H. aff. Kokeni* Phill., *Myophoria cf. verbecki* Boett. Em. Krumb., *Myophoriopsis cf. Gregaroides* phill., *Lingula cf. tenuissima* Bronn, *Burmessia* sp. Indet и другие. Флора представлена хвощевыми, плауновыми, цикадофитами, гингковыми, хвойными, папоротниковыми и другими группами.

Конодонты встречены во всем разрезе, хотя на некоторых стратиграфических интервалах они малочисленны или отсутствуют и имеют обедненный видовой состав, что затрудняет в некоторой степени зональное расчленение. Несмотря на незначительную информативность некоторых, очень узких стратиграфических интервалов в триасовых отложениях разреза Джерманис, выделяется ряд достаточно четких конодонтовых комплексов (рис. 1), имеющих большое значение как при стратиграфическом расчленении разрезов, так и для широких межрегиональных корреляционных построений.

Самый древний конодонтовый комплекс в разрезе Джерманис приурочен к средней части оленекского яруса, характеризует самую верхнюю часть нижнекарабаглярской подсвиты и среднекарабаглярскую подсвиту, где наиболее характерным видом является *Platyvillosus costatus*, который встречается совместно с *Neospathodus dieneri*, *N. Waageni*, *N. crystagalli*, *N. pakistanensis*. Присутствующие в составе данного конодонтового комплекса виды заканчивают свое существование на этом стратиграфическом уровне.

Следующий комплекс конодонтов приурочен к отложениям верхнекарабаглярской подсвиты и охватывает верхнеоленекский подъярус. Этот комплекс конодонтов почти полностью представлен характерными видами рода *Pachycladina* и единичными представителями рода *Ellisonia*, которые выделяются в слои с *Pachycladina*. Нижняя граница определяется по появлению видоиндексов *P. inclinata* и *P. tricuspидata*; верхняя граница не установлена.

Вышеуказанные конодонтовые зоны в полном объеме сопоставляются с одноименными зонами, выделенными в начале 80-х годов М.В. Пятаковой в аналогичных отложениях триаса на территории Нахичевана (табл. 1).

Самый молодой конодонтовый комплекс, выделенный в разрезе Джерманис, приурочен к самым верхам джерманисской серии, представлен характерными видами *Gondolella nawiculla Huckried* и *Epigondolella postera* (Kozur et Mostler) и соответствует зоне *E. postera* средненорийского подъяруса верхнего триаса конодонтовой шкалы Тетис. В стратифицированных

отложениях верхнего триаса Закавказья эта зона установлена впервые.

Наличие общих видов индексов конодонтов, имеющих весьма широкое, иногда субглобальное распространение, обеспечивает широкие корреляционные возможности в пределах Палеотетиса, а также в бореальной и нотальной областях и установление четких стратиграфических границ. Следует отметить, что в межрегиональной корреляции конодонты с успехом конкурируют с такими группами, как аммоноидеи, брахиоподы и фузулиниды. Это объясняется установлением в стратиграфических подразделениях фанерозоя разных регионов мира идентичных конодонтовых комплексов.

Конодонтовая зона *Platyvillosus costatus* среднекарабаглярской подсвиты сопоставляется с верхней частью смитского яруса Северной Америки, средней частью кампильских слоев Восточных Альп, слоем 10 разреза Абаде в Центральном Иране и зоной *Neogondolella milleri* Приморья.

Конодонтовый комплекс, характеризующий верхи нижнетриасовых отложений Закавказья (верхнекарабаглярская подсвита), представлен родом *Pachycladina*, сопоставляется с разновозрастными отложениями Приморья, Восточных Альп, Центрального Ирана, Тибета, указывающими только на оленекский возраст вмещающих отложений.

Последняя конодонтовая зона *Epigondolella postera* по присутствию вида индекса сопоставляется с "хальштатскими" фациями Альп, аммоноидной зоной *columbianus* Британской Колумбии, Севера Сибири, Арктической Канады, Памира, Северного Кавказа и др.

Как видим, конодонты приобрели существенное значение для стратиграфического расчленения отложений триаса Армении, которые ранее были слабо охарактеризованы по другим группам ископаемой фауны.

В заключение отметим, что по конодонтам в триасовых отложениях Джерманисского месторождения угля, как и в других разновозрастных образованиях Закавказья [3, 7], не подтверждено присутствие среднего триаса.

Впервые фаунистически доказано наличие верхнетриасовых отложений на юго-восточном участке Джерманисской антиклинали, что подтверждает ранее высказанное Н.Р. Азаряном мнение о присутствии в данном разрезе норийского яруса.

Уточнена стратиграфическая последовательность отложений триаса в разрезе Джерманис: нижнетриасовый разрез N505 (по Н.Р. Азаряну) — средний-верхний оленек; северо-западный участок разреза N506 — верхи верхнеоленекского подъяруса, верхняя граница не ясна; юго-восточный участок, разрез N547 — верхний триас (карнийский? и норийский ярусы).

Соотношения между ярусами и отделами триаса разреза Джерманис остаются неясными и требуют дальнейших детальных биостратиграфических исследований.

Результаты исследований приобретают важное практическое значение в связи с приурочен-

ностью к ней Джерманисского месторождения угля и могут быть использованы при проведении геолого-съёмочных и геологоразведочных работ, палеотектонических и палеоэкологических реконструкций и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азарян Н.Р. Стратиграфические подразделения триаса и юры Армянской ССР и Нахичеванской АССР. Изв. АН Арм. ССР. Науки о Земле. 1981. т.34, N1. с.8-24.
2. Аракелян Р.А. Стратиграфия палеозойских отложений юго-западной Армении и прилегающих частей Нахичеванской АССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1952. 96 с.
3. Григорян А.Г. Зональное расчленение нижнетриасовых отложений разреза Советашен (Армения) по конодонтам. Бюлл. МОИП. Отд. Геол., 1987. т.62, N3. с.111-112.
4. Кипарисова Л.Д. Триасовая система. Геологическое строение СССР. 1958. Т.1 — Стратиграфия. М.: Госгеолтехиздат. с.372-398.
5. Назарян А.Н. Верхнетриасовые отложения у сел. Джерманис Армянской ССР и связанная с ними угленосность. Изв. АН СССР. Сер. геол. N2. 1956. с.37-45.
6. Объяснительная записка к проектам схем стратиграфии триасовых отложений Кавказа. МСК СССР. Постоянная комиссия по триасовой системе. 1973. Л.: ВСЕГЕИ, с.1-67.
7. Пятакова М.В. Конодонты перми и нижнего триаса Закавказья и их стратиграфическое значение. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук, Москва, 1983. 18 с.
8. Ростовцев К.О. Общая шкала триасовой системы СССР. Объяснительная записка. МСК СССР. Л.: Недра, 1984. 120 с.
9. Ростовцев К.О., Аладатов Г.М., Азарян Н.Р. Триас Кавказа и Предкавказья. Изв. АН СССР. Сер. геол. 1966. N3. с.88-99.
10. Славин В.И. Триасовые отложения Кавказско-Карпатской части Тетиса. Докл. Сов. геол. МГК. XXII сессия. 1964.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՋԵՐՄԱՆԻՍԻ ԱԾԽԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՏՐԻԱՍԻ ՇԵՐՏԱԳՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇ ՀԻՄՆԱՀԱՐՑԵՐ

Ա. Գ. Գրիգորյան

Ա մ փ ո փ ո մ

Հայաստանի տրիասի ծովային հաստվածքները ունեն սահմանափակ տարածում և ներկայացված են երկու տարբեր լիթոլոգիական կազմով սերիաներից՝ դարալազյազի (կարբոնատային) և ջերմանիսի (ածխաբեր-տերիգենային):

Աշխատանքում դիտարկվում են Ջերմանիսի ածխի հանքավայրի տրիասի շերտագրության հիմնահարցերը: Նախկինում կատարված աշխատանքների վերլուծությունը ցույց է տվել, որ Վեդի գետի ավազանի վերին հոսանքում գտնվող տրիասի նստվածքների հնէաբանական բնութագիրը, որպես կանոն, հարուստ չէ, հարկերի և բաժինների միջև գոնալ ստորաբաժանումները շատ դեպքերում պայմանական են և թույլ հիմնավորված: Պարզ չեն նաև տրիասի համակարգի ոչ միայն հարկերի, այլ նաև բաժինների միջև հարաբերակցությունները:

Վերը նշված հիմնահարցերի պարզաբանման համար, Ջերմանիսի անտիկլինալի տարածքում տարվեցին հնէաբանական (ըստ կոնոդոնտների) աշխատանքներ, որոնց հիման վրա հնարավոր եղավ մանրակրկիտ ստորաբաժանել ստորին տրիասի հաստվածքները և մասնակիորեն հյուսիս-արևմտյան և հարավ-արևելյան տեղամասերը:

Ստորին տրիաս:

Ջերմանիս գյուղից 1 կմ դեպի հյուսիս-արևելք, համանուն գետի ձախ ավիում, տեղակայված է ստորին տրիասի կտրվածքը, որը նախկինում վերագրվում էր ստորին-միջին տրիասին: Հայտնաբերված կոնոդոնտների համալիրները ըստ բնորոշ *Platyvillosus* և *Pachycladina* սեռերի առկայության, բնորոշում են այդ նստվածքները, որպես միջին և վերին օլենեկյան:

Ջերմանիս գետի աջ ավիում գտնվում է հյուսիս-արևմտյան տեղամասը, նախկինում այն վերագրվում էր վերին տրիասին (նորիյան հարկ) և կազմված է ջերմանիսի սերիայի ավազա-թերթաքարային և ածխա-տերիգենային նստվածքներից: Հայտնաբերված *Pachycladina* սեռին պատկանող կոնոդոնտների համալիրը ցույց է տալիս պարփակող ապարների վերին օլենեկյան հասակը (ստորին տրիաս):

Վերին տրիաս:

Ջերմանիս գետի ձախ թևում մերկանում են ջերմանիսի սերիայի հարավ-արևելյան տեղամասի ածխա-տերիգենային նստվածքները: Ուսումնասիրվող կտրվածքի ամենավերին հատվածի կրաքարերում (նկարագրվում են առաջին անգամ և նախկին աշխատանքներում չեն նշվում) հայտնաբերված *Gondolella nawiculla* Huckried և *Epigondolella*

postera (Kozur et Mostler) կոնոդոնտները ցույց են տալիս պարփակող ապարների միջին նորիյան հասակը (վերին տրիաս):

Ջերմանիսի կտրվածքում սահմանված կոնոդոնտային զոնաները ունեն շատ լայն մոլորակային տարածում և համադրվում են ինչպես Պալեոտետիսի, այնպես էլ բորեալ և նոտալ մարզերի հետ:

Վերջում նշենք, որ ըստ կոնոդոնտների Ջերմանիսի ածխի հանքավայրի տրիասի նստվածքներում, ինչպես և Անդրկովկասի հասակակից այլ կտրվածքներում միջին տրիասի առկայությունը չի հաստատվում, իսկ ստորին տրիասի վերին սահմանը պարզ չէ:

Առաջին անգամ, հարավ-արևելյան տեղամասում, հնէաբանորեն հաստատված է վերին տրիասի նստվածքների առկայությունը:

Ճշտված է Ջերմանիսի կտրվածքի տրիասի նստվածքների շերտագրական հաջորդականությունը: Տրիասի հարկերի և բաժինների միջև հարաբերակցությունները մնում են անհայտ և պահանջում են հետագա մանրակրկիտ կենսաշերտագրական հետազոտություններ:

Հետազոտության արդյունքները, կապված Ջերմանիսի ածխի հանքավայրի հետ, ձեռք են բերում կարևոր գործնական նշանակություն:

SOME PROBLEMS OF THE TRIASSIC STRATIGRAPHY IN THE JERMANISS COAL DEPOSIT IN ARMENIA

A. G. Grigoryan

Abstract

Topical issues of marine deposit stratigraphy in the Jermaniss coal deposit are considered. Distinctive features of stratigraphic distribution of conodonts in the Early and, partly, Late Triassic deposits are revealed for the first time. For these deposits, a zoning stratification scheme is developed, and both regional and inter-regional correlation is conducted. An attempt is made to systematize relationships between layers and sections of the Triassic system.

ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА И СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДИАТОМИТОВ АРМЕНИИ

© 2003 г. Т. А. Авакян

Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: hrshah@sci.am
Поступила в редакцию 29.10.2003 г.

В статье рассмотрены химические, минералого-петрографические и физико-химические свойства диатомитов в зависимости от структуры панцирей диатомовых и их значение для характеристики качества диатомитового сырья.

Качество диатомитов и их разновидностей, как известно, в основном определяется их структурными особенностями: формой и величиной панцирей, их сохранностью, величиной и распределением пор, процентом пористости и удельной поверхностью пор, количеством цельных панцирей в 1 гр. осадка. Кроме того, нами впервые предложено учитывать также типы цементации панцирей.

Среди совокупности этих структурных элементов первоочередное значение имеет содержание аморфного кремнезема, являющегося основным компонентом диатомовых панцирей (табл. 1).

Таблица 1

Содержание аморфного кремнезема в диатомитах главных диатомитовых месторождений Армении

Наименование месторождения	Наименование пород	Содержание аморфного кремнезема в %
Нурнусское	Диатомит	95
Гидевазское	Диатомит	85
Арзнинское	Диатомит	72
	Диатомит глинистый Диатомитовая глина	65 50-60
Гюмрийское	Диатомит глинистый	69
	Диатомовая глина	55-63
	Диатомово-известковистая глина	10-30
Сиснанское	Диатомит и глинистый диатомит	77-65
	Диатомовая глина	57-60
Паракарское	Диатомит	71,5
	Диатомит глинистый	50-65
	Диатомовая глина	40-60
Джрадзорское	Диатомит	74-86
Парпийское	Диатомит	70-83

В диатомитах, кроме аморфного кремнезема, присутствует кремнезем в силикатной форме, а также кварц (от единичных зерен в собственно диатомитах до 30% в глинистых разновидностях). Содержание аморфного кремнезема колеблется в зависимости от типа пород, а также и от видов диатомовых. Известно, что в стенках панциря вида – *Coscinodiscus* содержание SiO_2 находится в пределах от 40 до 60%, иногда достигая 75%.

Структура панцирей сложная, образуется порами и ареолами, пронизывающими стенку панциря.

Ареолы бывают чаще круглыми, шестигран-

ными, линейными, а поры – четырехугольными, округлыми, полигональными. Отмеченные элементы панцирей придают породе пористую структуру, которая очень хорошо видна на электронно-микроскопических снимках. От структуры панцирей зависят не только химические и минералого-петрографические их характеристики, но и физические (пористость, объемный вес), а также и другие свойства. Высокопористые диатомитовые породы слабо набухают и, в отличие от глин, имеют более жесткую структуру. Петрографо-структурное изучение месторождений диатомитов Армении показало, что диатомовые панцири в основном слагаются аморфным кремнеземом. Вместе с тем, аморфный кремнезем присутствует не только в диатомовых панцирях, но нередко в виде опаловых глобуль, размером до 50 мкм, или бесформенных скоплений опала (рис 1), а также опаловых прослоев.



Рис 1. Опаловые глобулы диатомитов (Ув. 280 х).

Присутствие в породах скоплений опала говорит об избыточном количестве кремнекислоты в бассейне осадконакопления, которая не полностью использовалась диатомовыми водорослями и частично выпадала в виде геля. Помимо содержания диатомовых панцирей при качественной характеристике диатомитов важное значение имеют количество цельных панцирей и их сохранность, которые варьируют значительно. Так, качественные диатомиты в месторождениях Армении содержат 40-50 млн шт. цельных панцирей в 1 гр. осадка, а низко-среднекачественные диатомиты – 10-25 млн шт. (табл. 2).

Таблица 2
Содержание цельных панцирей в диатомитах месторождений Армении

Наименование месторождений	Количество цельных панцирей в 1 гр осадка (в млн шт)
Джрадзорское (Арагатский марз)	50 и более
Воротанское (Сюникский марз)	19-25
Арзнийское (Котайкский марз)	15-20
Нурнусское (Котайкский марз)	55 и более
Парпийское (Арагацотнийский марз)	45 и более
Дзорахпюрское (Котайкский марз)	10-25
Цовинарское (Гегаркуникский марз)	55 и более
Гндевазское (Вайоцзорский марз)	50 и более
Мармашенское (Ширакский марз)	10-20

Размеры панцирей в диатомитах диатомитовых месторождений Армении колеблются от 0,01 до 0,05 мм. Помимо цельных панцирей в диатомитах многих месторождений Армении (Сисианского, Гюмрийского и ряда других) содержание раздробленных панцирей высокое. Соответственно, важным показателем качества является соотношение цельных панцирей и общего количества панцирей в диатомитах ($P_{ц} / P_{общ}$). С увеличением количества цельных панцирей в диатомитах объемный вес соответственно уменьшается. С объемным весом корректируются такие характеристики, как фильтрационные, тепло- и звукоизоляционные свойства, прочность и ряд других. Наименьшим объемным весом обычно обладают диатомиты, состоящие из цельных, неразрушенных панцирей и без примеси глинистого вещества. От содержания панцирей зависит также пористость. Высокая пористость – это важный качественный показатель пригодности данного сырья. Сырье с высокой пористостью имеет небольшой объемный вес и большую фильтрационную способность. Пористость диатомитов Армении колеблется от 60 до 90%, а объемный вес колеблется от 0,1 до 0,7 г/см³. Из сравнения с другими месторождениями СНГ (табл. 3) видно, что диатомиты Армении обладают высокими показателями качества сырья.

Таблица 3
Объемный вес диатомитов месторождений Армении и некоторых месторождений СНГ

Наименование месторождений	Объемный вес, г/см ³
Джрадзорское (Армения)	0,21-0,7
Нурнусское (Армения)	0,1-0,32
Гндевазское (Армения)	0,1-0,4
Цовинарское (Армения)	0,1-0,3
Парпийское (Армения)	0,38-0,5
Сисианское (Армения)	0,6-0,7
Кисатибское (Грузия)	0,447-0,7
Атамарское (Мордовия)	0,44-0,72
Сингилевское (Ульяновская область)	0,49-0,55
Оз Масельское (Мурманская область)	0,1-0,15
Забалуйское (Ульяновская область)	0,63-0,82
Пионерское (Приморье)	1,2

Ухудшающими качество сырья являются песчанно-глинистая примесь, содержание окисла железа и органики. В кремнистых породах с малым количеством диатомовых панцирей или без них

(опоки, трепела) объемный вес увеличивается до 1,8 гр/см³. Особенно это свойственно глинисто-песчанистым разновидностям. Зависимость объемного веса диатомитов от содержания глинистого материала показана на рис 2

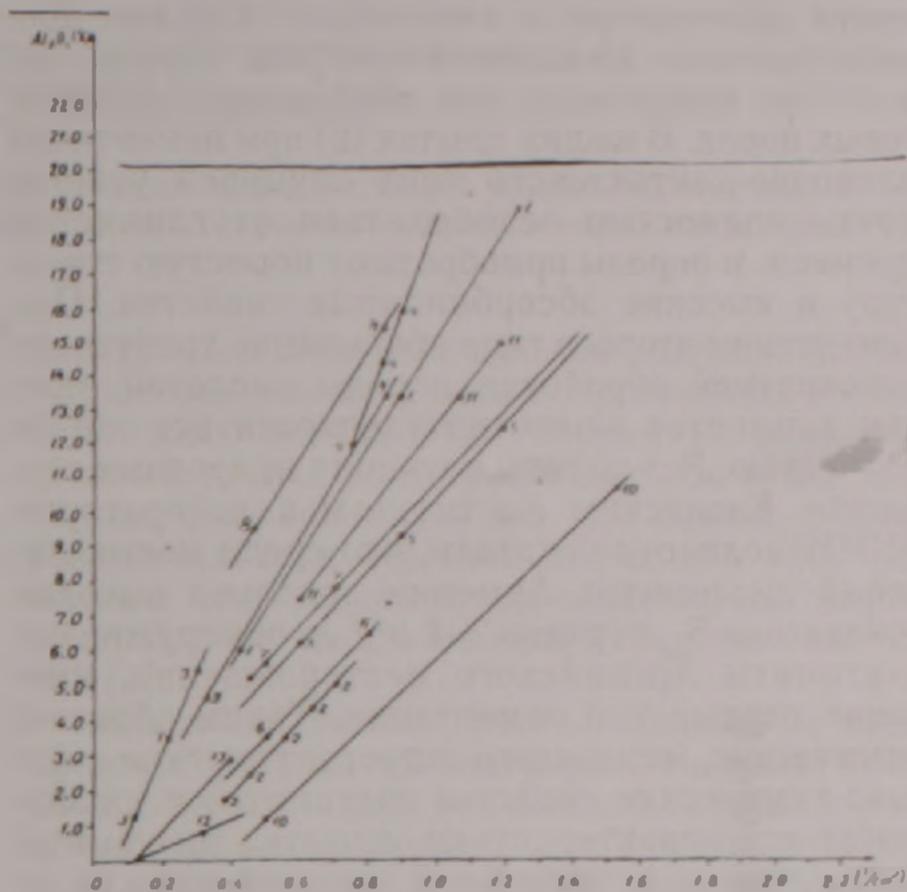


Рис 2 Зависимость объемного веса диатомитов от содержания глинистого материала в диатомитовых месторождениях Армении. Наименование месторождений: 1 Амурсарское (Сюникский марз), 2 Джрадзорское (Арагатский марз), 3 Цовинарское (Гегаркуникский марз), 4 Воротанское (Сюникский марз), 5 Шамбское (Сюникский марз), 6 Дзорахпюрское (Котайкский марз), 7 Парпийское (Арагацотнийский марз), 8 Арзнийское (Котайкский марз), 9 Покр – Джрадзорское (Арагатский марз), 10 Гегамское (Котайкский марз), 11 Паракарское (Армавирский марз), 12 Нурнусское (Котайкский марз), 13 Гндевазское (Вайоцзорский марз).

Увеличение глинистого компонента закономерно сопровождается увеличением объемного веса и уменьшением содержания кремнезема. Содержание окислов, их вариации в диатомитах обнаруживают корреляцию (прямую или обратную) относительно содержания кремнезема.

Наконец, в характеристике качества диатомитов важное значение имеет тип цементации. Различаются диатомиты с пленочно-контактным типом цементации глинистого, либо пеплового, пеплово-глинистого состава. Другой вид цементации – проникновение глинистого материала во внутрь пор диатомовых панцирей. Глинистый материал представляется различными ассоциациями глинистых минералов, среди которых по преобладанию того или иного минерала выделяются монтмориллонит-гидрослюдистая, гидрослюда-монтмориллонит-каолининовая, гидрослюда-монтмориллонитовая и другие разновидности [1]. В зависимости от преобладания в породе той или иной минеральной ассоциации определяются его структурные особенности. Среди отмеченных ассоциаций наиболее развита гидрослюда-монтмориллонитовая, с резким преоб-

ладанием монтмориллонитового компонента (Гюмрийское, Сисианское, Арзнийское и другие диатомитовые месторождения). Важно отметить, что от типа цементации зависят степень и сохранность цельных панцирей. Этот фактор является определяющим для установления пригодности диатомитов в некоторых областях промышленности. Немаловажную роль играют тип и состав цементации при обогащении диатомитовых пород. В наших опытах [2] при цементации пленочно-контактного типа панцирей удается почти полностью освободиться от глинистой примеси, и породы приобретают пористую структуру и высокие абсорбционные свойства. При цементации второго типа обогащение требует неоднократной обработки породы кислотой, причем глинистое вещество удаляется все же не полностью. Результаты изучения природных сорбентов Казанским институтом в лаборатории ВНИИГеолнеруд показали, что среди месторождений диатомитов Армении довольно высокие показатели $S_{\text{в}}$ порядка $204 \text{ м}^2/\text{гр}$ обнаруживают диатомиты Арзнийского месторождения, имеющие первый тип цементации. Таким образом, химические, минералого-петрографические и физико-химические свойства диатомитов и их значение для характеристики качества диатомитового сырья в значительной степени зависят от

структуры диатомовых панцирей. Сходные результаты улучшения качества диатомитовых пород получены на ряде других месторождений Армении [3,4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян Т.А., Мартиросян Г.Г., Князян Н.Б. Глинисто-диатомитовые породы вулканогенно-диатомовой формации и их применение в промышленности Армении. Изв. НАН РА. Науки о Земле, 1998. №1. с.95-100.
2. Авакян Т.А., Бозоян О.А. Опыты по обогащению диатомитов Джрадзорского и Сисианского месторождений. Научные труды НИГМИ, 1972, вып. IX. с.36-37.
3. Казначеева В.В., Зеленкин М.Б., Лобойко Л.Д. Исследование диатомитов Армянской ССР в качестве сырья для производства вспомогательных фильтрующих средств. В кн.: Сырьевая база кремнистых пород СССР и их использование в народном хозяйстве. М.: Недра. 1976, с.86-89.
4. Челидзе Д.Г., Хамхадзе Н.И., Акопова М.Я. Прогнозная оценка регионов СССР на опал-кристоболитовое сырье (Закавказье). В кн.: Кремнистые породы СССР. 1976, Казань: Татарское книжное изд-во. с.169-184.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԴԻԱՏՈՄԻՏՆԵՐԻ ՈՐԱԿԸ ԵՎ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ԱՌԱՆՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Թ. Ա. Ավագյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Բերվում են այն ստրուկտուրային էլեմենտների ուսումնասիրման տվյալները, որոնք անհրաժեշտ են դիատոմիտների և նրա տարատեսակների որակական հատկությունները գնահատելու համար: Բերվում են որակական հատկությունները գնահատող աղյուսակներ, գրաֆիկական տվյալներ և համեմատություններ մեր հանրապետության և ԱՊՀ-ի առանձին երկրների դիատոմիտային ապարների որակական հատկությունները գնահատող տվյալների հետ: Պարզվում է, որ Հայաստանի դիատոմիտային ապարները իրենց որակական և ստրուկտուրային առանձնահատկություններով ոչ միայն հավասար են այլ առանձին հատկություններով գերազանցում են նշված երկրների դիատոմիտային ապարներին:

CHARACTERISTICS OF QUALITY AND STRUCTURAL FEATURES OF DIATOMITES IN ARMENIA

T. A. Avakyan

Abstract

Chemical, mineralogical and petrographic, and physical and chemical properties of diatomites are considered in this paper based on the structure of shells of diatoms; their importance for characterizing the quality of diatomitic raw material is emphasized.

К ПРОБЛЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА

© 2003 г. Ю. Р. Каграманов

Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
37501 e-mail: hrshah@sci.am
Поступила в редакцию 12.08.2003 г.

В статье с позиций новой гипотезы космического происхождения нефти, новейшей раздробленности земной коры, размещения нефтяных и газовых скоплений и дегазации Земли обосновываются предположения о возможных условиях образования залежей нефти и газа.

В [4] была предложена новая гипотеза космического происхождения нефти. Она заключается в том, что солнечная система, вращаясь вокруг ядра галактики, в течение своей жизни неоднократно испытывала столкновения с межзвездными облаками, насыщенными углеводородами, близкими по составу к нефти, которые в результате аккреции захватывались Землей. Скопление углеводородов происходило только в пределах суши. Это прежде всего в песчаных берегах океанов и морей, в песчаных пустынях, в эрозионных участках карбонатных массивов и рифах, значительно выступающих над поверхностью моря, а также в руслах палеорек, в эрозионных участках метаморфических пород обнаженного фундамента и т.д. Об этом свидетельствует приуроченность основных ресурсов углеводородов Земли к зонам несогласного залегания осадочных отложений.

Насыщение пород углеводородами происходило либо до непроницаемой толщи, либо до первого водоносного горизонта. При благоприятных условиях верхняя часть пропитанной толщи запечатывалась битумом вследствие потери легких УВ, и нефть в определенном объеме сохранялась. Если нефть не успевала захорониться, то она либо рассеивалась, либо образовывала скопления битумов вследствие потери легких компонентов. Поэтому в земной коре можно встретить горизонты, насыщенные битумом иногда в рассеянном состоянии, а иногда в виде гигантских скоплений.

Наиболее крупные скопления битумов известны в Канаде (бассейн Альберта), Венесуэле (Ориноцкий битумный пояс), США (бассейн Уинта, Калифорния и др.), Франции (Рейнский грабен), ФРГ (месторождения Гайде, Витце), Румынии (месторождение Дерна), Албании (месторождение Селенице), Турции (месторождение Авгамасья и др.), на островах Мелвилл (Канада), Тринидат, Мадагаскар и др. На территории бывшего Советского Союза основные скопления битумов развиты в Волго-Уральском, Тимано-Печерском, Восточно-Сибирском, Прикаспийском, Прикуринском и других нефтегазоносных бассейнах.

К примеру, в Западно-Канадском бассейне доказанные геологические запасы высоковязкой тяжелой нефти составляют 144 млрд. м³, а прогнозные геологические запасы достигают 160 млрд. м³, что намного больше доказанных

мировых извлекаемых запасов обычной нефти. "Чтобы эти тяжелые нефти образовались в нижнемеловых песках Мак-Маррей из исходной обычной нефти, ее потребовалось бы в 2-3 раза больше (320-340 млрд. м³), что близко к прогнозным запасам обычной нефти и в 1000 раз больше, чем генерирующая способность "нефтематеринских" пород Западно-Канадского бассейна" [1].

Бассейн Ориноко, расположенный на краю древней Бразильской платформы, содержит только в олигоценовых песчаниках "асфальтового пояса" Офисина-Тембладор 477 млрд. м³ прогнозных геологических запасов тяжелых нефтей. Эта величина близка к максимальной оценке мировых извлекаемых запасов обычной нефти. Но, чтобы образовались тяжелые нефти "асфальтового пояса" потребовалось бы до 1.5 трил. м³ обычной нефти.

Такое скопление тяжелых углеводородов объясняется тем, что в период геологической истории Земли значительная часть поступившей из космоса нефти с потерей легких УВ перешла в разряд тяжелых нефтей и битумов, составляющих основную долю УВ земной коры.

Скопления углеводородов (битумов, нефтей и газов) в нефтегазоносных провинциях мира отличаются разнообразием. В одних встречаем скопления главным образом битумов и нефтей, в других – нефтей и газов, в третьих – преимущественно газов. Так, в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, в которой выделяются 9 нефтегазоносных областей, в Татарской, Пермско-Башкирской, Верхнекамской, Бирской областях преобладают местоскопления нефти и битумов, в Уфимско-Соль-Илецкой – местоскопления газа. В остальных областях (Мелекес-Абдулинской, Жигулевской, Саратовской, Доно-Медведицкой) не отмечается преобладание тех или иных углеводородов по фазовому состоянию [6].

В Туранской нефтегазоносной провинции основные ресурсы газа сосредоточены в Амударьинской и Мургабской нефтегазоносных областях, а нефти – в Южно-Мангышлакской нефтегазоносной области.

В Западно-Туркменской нефтегазоносной провинции выделяются два основных нефтегазоносных района: Прибалханский и Гограньдаг-Окаремский. В первом сосредоточены основные скопления нефти. Второй район характеризуется газоконденсатными и нефтегазовыми залежами.

В Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции нефтяные местоскопления приурочены в основном к центральной части провинции, а газовые – к более погруженной северной.

Такое неравномерное распределение битумо- и нефтегазоскоплений наблюдается во всех нефтегазоносных провинциях мира.

Многими исследователями обращается внимание на приуроченность скоплений нефти и газа к зонам дробления фундамента и флексур осадочного чехла. В работе [7], посвященной проблеме нефтегазоносности земной коры, отмечается, "что в большинстве регионов дизъюнктивная тектоника согласуется с расположением зон нефте- и газонакопления, причем наиболее отчетливо она согласуется с размещением месторождений газа". Там же отмечается, что "размещение скоплений нефти и газа зависит, кроме того, от общей гипсометрической приподнятости плит и от степени герметичности земных недр", а также "наблюдается приуроченность газонакопления к зонам наиболее интенсивной новейшей раздробленности, а нефтегазонакопления – к относительно менее мобильным зонам". В качестве примера приводится Западно-Сибирская плита, где область преимущественного газонакопления приурочена к наиболее раздробленной активизированной северной ее половине, а область нефтенакпления – к сплошной южной части плиты, а также Скифско-Туранская плита, где, по мнению автора работы [7], газоносность отвечает относительно приподнятым и более раздробленным в новейшее время районам Бухаро-Хивинской ступени, Ставропольскому и Центрально-Каракумскому сводам, а нефтеносность – преимущественно погруженной и менее активизированной области, окаймляющей впадину Каспийского моря.

Однако эта закономерность в распределении нефти и газа от степени раздробленности структур недостаточно убедительна. Так, в пределах Туранской нефтегазоносной провинции гигантские скопления газа приурочены к глубоко погруженной Мургабской нефтегазоносной площади, менее тектонически нарушенной, чем Центрально-Каракумский и Ставропольский своды. В Западно-Туркменской нефтегазоносной провинции нефтяные скопления сосредоточены главным образом в интенсивно тектонически нарушенном Прибалханском нефтегазоносном районе, а газовые скопления в основном приурочены к менее раздробленному Гограньдаг-Окаремскому нефтегазоносному району.

Ранее в работе [5], посвященной вопросам генезиса нефти и газа, отмечалось: "Мы не можем объяснить почему на одном этапе катагенеза образуются только сложное битумное вещество и определенного состава нефтяные углеводороды, но почти не образуются газы, а на другом, наоборот, образуется только газ, но не образуются нефтяные углеводороды".

Установлено, что в земной коре основную долю углеводородов составляют битумы. Они развиты по всему осадочному чехлу и в стратиграфическом отношении приурочены к отложениям от протерозоя до современных. Они обнаружены в пределах как древних, так и молодых

платформ, в краевых прогибах и межгорных впадинах, сопутствуя зонам промышленного нефтенакопления. Последние, как было показано в работе [4], обусловлены генетическим единством образования скоплений битумов и залежей нефти.

В процессе осадконакопления битумонасыщенные толщи, погружаясь и попадая в благоприятные термодинамические условия, под действием поступающих с верхов мантии УВ-газов, могут стать источником образования нефти. Важную роль в процессе нефтеобразования играют глубинные перегретые и высокосжатые парогазовые струи, насыщенные водородно-углеводородными газами, которые периодически прорываются в осадочные толщи под большим давлением из-под коровых очагов. Встречая сопротивление экранирующих толщ, глубинные газы не только создают аномально высокие пластовые давления и аномально высокие пластовые температуры, но и вступают во взаимодействие с битумными скоплениями, растворяя их до состояния нефти.

Экспериментально доказана реальность растворения углеводородов и асфальто-смолистых компонентов в метане и его гомологах. Лабораторные исследования [6] показали, что вязкость и поверхностное натяжение нефти сильно понижаются растворенным в ней газом. При давлении 3.5 МПа и температуре 21.6°C в нефти растворяется природный газ в количестве, достаточном, чтобы понизить ее вязкость на 50%, а при давлении 12.6 МПа в нефти может раствориться газ в количестве, достаточном для того, чтобы снизить ее вязкость почти до вязкости керосина. При температуре 100°C и давлении 40 МПа в 1 м³ газа, состоящего из 93% метана и 7% этана, пропана, бутана, азота и углекислоты, переходят в газовую фазу от 25 до 36 кг нефти [3]. Исследования привели к заключению, что обычная нефть и низкомолекулярные углеводороды растворяются и переносятся в сжатом газе. Расчеты показали [8], что одним млрд. м³ газа (взятом при атмосферном давлении) при давлении от 40 до 80 МПа и температуре от 70 до 200°C может быть перенесено от 100 до 800 тыс. т нефти.

Участки пересечения эндогенных и экзогенных глубинных разломов являлись зонами основной углеводородной дегазации мантии. Именно этим объясняется приуроченность скоплений нефти и газа к зонам значительной тектонической нарушенности земной коры. Степень битуминозности пород и закрытости недр и интенсивность дегазации тех или иных участков земной коры, видимо, существенно влияли на образование залежей нефти и газа. В тектонически нарушенных зонах с битумными скоплениями под действием поступающих с глубин высокосжатых углеводородных газов формировались нефтяные залежи. Интенсивность и продолжительность прорыва газа и мощность битумоскоплений влияли на характеристику образующихся нефтяных залежей, нефти которых отличаются различной плотностью и степенью их газонасыщенности. Нефть образовывалась либо в местах залегания битумов, либо вымывалась сжатыми газами в по-

крывающие отложения. Именно о таком механизме нефтеобразования свидетельствует металлоносность некоторых нефтей и битумов. В природных нефтях выявлено около 60 микроэлементов, которые могут привноситься в газовом растворе УВ, а также при высоких температурах в виде паров этих микроэлементов. Этот процесс может повториться при возможном разрушении залежи нефти с последующим образованием скоплений битумов.

В зонах, характеризующихся низкой битуминозностью пород или отсутствием сколько-нибудь битумных скоплений, под влиянием дегазации Земли, видимо, образовывались либо газоконденсатные, либо газовые скопления. Многочисленные газовые и газоконденсатные залежи, встречающиеся в разных районах Земли, могут свидетельствовать об этом. Степень раздробленности и литологическая характеристика разреза мест скоплений углеводородов влияют на структуру распределения залежей нефти и газа, которые, как известно, отличаются большим разнообразием.

Таким образом, представленный механизм образования залежей нефти и газа позволяет понять причину раздельного местоскопления нефти и газа. Базируясь на данном механизме и используя информацию о битуминозности осадочного разреза и тектоники той или иной территории, можно со значительной достоверностью про-

гнозировать открытия залежей нефти и газа при поисковых работах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бескровный Н.С. Специфика углеводородов активных геодинамических поясов и их связь с крупнейшими скоплениями нефти. Дегазация Земли и геотектоника. М.: Наука, 1980, с.235-236.
2. Доленко Г.Н. Происхождение нефти и газа и нефтегазообразование в земной коре. Киев: Наукова Думка, 1986, 25с.
3. Жузе Т.П., Юшкевич Г.И. Сжатые углеводородные тела – растворители нефти и нефтяных остатков. Изв. АН СССР, сер. геол., 1957, N11, с.63-68.
4. Каграманов Ю.Р., Егикян А.Г. К вопросу о генезисе нефти. Геология нефти и газа. 2000, N5, с.53-60.
5. Неручев С.Г. Обоснование и еще не решенные вопросы генезиса нефти и газа и их значения для прогноза нефтегазоносности. Условия образования нефти и газа в осадочных бассейнах. М.: Наука, 1977, 37 с.
6. Нефтегазоносные провинции и области СССР. В кн. под ред. А.А.Везирова. М.: Недра, 1979, 453 с.
7. Розанов Л.Н. Новейшая раздробленность земной коры и размещение нефтегазоносности. Дегазация Земли и геотектоника. М.: Наука, 1980, 201 с.
8. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти. М.: Мир, 1981, 279 с.

ՆԱՎԹԻ ԵՎ ԳԱԶԻ ՀԱՆՔԱՇԵՐՏԵՐԻ ԱՌԱՋԱՅՄԱՆ ՀԻՄՆԱՀԱՐՅԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Յու. Ռ. Կագրամանով

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում, նավթի տիեզերական առաջացման նոր վարկածի տեսանկյունից, երկրակեղևի նորագույն կոտրատման, նավթային և գազային կուտակումների և Երկրի դեգազացիայի տեսանկյունից հիմնավորվում են նավթի և գազի հանքաշերտերի առաջացման հնարավոր պայմանները:

ON THE PROBLEM OF FORMATION OF OIL AND GAS DEPOSITS

Yu. R. Kagramanov

Abstract

In this article, possible conditions of formation of oil and gas deposits are substantiated from the viewpoint of a new hypothesis of cosmic origin of oil, recent fragmentation of the earth crust, disposition of oil and gas accumulations, and degassing of the Earth.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ РАЗДАН В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА ЕРЕВАНА

© 2003 г. А. К. Сагателян, М. А. Налбандян, Л. П. Григорян

Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА
375001, Ереван, ул. Абовяна, 68, Республика Армения
E-mail: ecocentr@sci.am ramelk@sci.am
Поступила в редакцию 05.04.2003 г.

Объектом исследования являлись воды реки Раздан. Цель изучения - определение характера и уровня загрязнения реки на территории города, изменения химического состава и гидрохимического стока по протяжению и во времени. Базой для исследований служили данные ежемесячного мониторинга качества вод за 2001 г. В ходе анализа исследовались закономерности динамики содержания основных ионов, тяжелых металлов, биогенных веществ. Дана оценка ирригационных свойств воды в настоящее время. Проведен сравнительный анализ качественного ряда геохимического потока за 1998-2001 гг.

Качество речных вод является важной характеристикой экологического состояния реки и водосборного бассейна в целом.

Оно в значительной мере определяет условия водопользования, тем самым обуславливая актуальность гидрохимических исследований, в том числе исследований закономерностей изменения химического состава речных вод и гидрохимического стока по территории и во времени. В данной работе отражены результаты исследований в бассейне реки Раздан, который находится под активным воздействием антропогенных факторов.

Река Раздан - водный объект Армении хозяйственного, культурно-бытового и рыбохозяйственного пользования. Река вытекает из озера Севан, течет в западном направлении до села Джрарат, затем в юго-западном - до г. Еревана, пересекает Араратскую долину и, достигая реки Аракс, впадает в нее на высоте 820 м. Длина реки - 141 км, площадь водосборного бассейна - 2560 км². Средний многолетний расход реки - 16,3 м³/с, годовой сток - 526 млн. м³ [1]. В черте города ее длина составляет 32 км, слой стока (Н) - 56 мм, модуль стока (М) - 1,78 л/с км², объем стока (W) - 0,11 км³.

Материал и методы исследований

Исследования проводились по семи мониторинговым пунктам пробоотбора (рис. 1). В расчетах использовались среднемесячные значения определяемых веществ за 2001 год. Исследования велись также в пункте р. Раздан - ст. Масис. Пробы воды отбирались на стрежне потока с глубины 0,2-0,5 м от поверхности. Воду сливали в полиэтиленовую тару и без консервации доставляли в лабораторию [4]. Пробоотбор осуществлялся по протяжению реки, а также из Ереванского водохранилища в основные гидрологические фазы (весеннее половодье - летне-осенняя межень - зимняя межень).

В пробах определялись концентрации основных ионов, биогенных элементов, тяжелых металлов (взвешенная и растворимая формы). Разделение проб на взвешенную и растворимую части проводили фильтрацией пробы через фильтр с диаметром пор 0,45 мкм.

Содержание металлов в пробах определялось атомно-абсорбционным методом.

Основные ионы и биогены определялись спектрофотометрическим, атомно-абсорбционным методами, а также титрованием [2].



Рис. 1. Схема расположения пунктов мониторинга на р. Раздан (в черте г. Еревана). Условные обозначения: ◀ - Пункты мониторинга (отбора проб). 1. Ул. Раздана (выше Ереванского вдхр.). 2. Ереванское водохранилище. 3. Ниже станции очистки "Аэрация" 50 м. 4. У Давидашенского моста. 5. Выше Киевского моста (650 м). 6. У Киевского моста. 7. У моста Победы

В пробах определялись концентрации основных ионов, биогенных элементов, тяжелых металлов (взвешенная и растворимая формы). Разделение проб на взвешенную и растворимую части проводили фильтрацией пробы через фильтр с диаметром пор 0,45 мкм.

Содержание металлов в пробах определялось атомно-абсорбционным методом.

Основные ионы и биогены определялись спектрофотометрическим, атомно-абсорбционным методами, а также титрованием [2].

В расчетах использованы данные, предоставленные Армгидрометом по количественным характеристикам воды для гидростов р. Раздан – г.Ереван, выше водохранилища и р.Раздан – ст.Масис.

Результаты исследования

Общие показатели. В исследуемом отрезке реки Раздан воды преимущественно гидрокарбонатно-сульфатные (табл.1), рН колеблется в пределах 7,7-9,6. Жесткость воды равна 3,8-4,0 мг-экв./л. Сток реки зарегулирован, используется в хозяйственных целях в течение всего года.

Таблица 1

Минерализация вод реки Раздан (мг/л)

Пункт наблюдения	Месяцы									Ср. год
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
г. Ереван – выше водохранилища	577,2	712,6	635,7	848,6	417,7	474,9	862,5	645,2	593,6	640,8
Ст. Масис	612,1	815,4	565,2	620,5	449,6	625,2	909,6	692,5	729,9	668,9

Как показывают данные табл. 2, расход химических элементов изменяется в течение года и находится в прямой зависимости от объема воды. Так, в черте города, в частности, выше водохранилища максимальные химические расходы наблюдаются осенью, тогда как за пределами города ниже по течению максимум приходится на весенний период и совпадает с периодом половодья.

Ионный сток в пределах г. Еревана составляет 4,9 т/год, у ст. Масис – 39,1 т/год.

Таблица 2

Среднемесячные и среднегодовые расходы воды (м³/с) и химических элементов (г/с) р. Раздан

Пункт наблюдения		Месяцы									Ср. год
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
г. Ереван – выше водохранилища	Q воды	2,56	2,64	2,54	2,71	3,98	4,14	3,32	3,41	3,43	3,58
	хим. элем.	0,96	1,88	1,61	2,29	1,66	1,96	1,86	2,20	2,04	1,94
Ст. Масис	Q воды	27,6	25,3	14,8	16,9	19,9	20,3	21,8	28,7	24,6	21,4
	хим. элем.	16,9	20,6	8,4	10,5	8,9	12,7	19,8	19,9	18,0	15,1

Характеризуя воду по общей минерализации, необходимо оценить также степень пригодности ее для орошения, что выражается в показателях ирригационных свойств. В пределах Ереванской городской агломерации для периода апрель-декабрь 2001 г. ирригационный коэффициент $K_{и}$

составил 22,7. Согласно принятой классификации [3] вода с такой щелочной характеристикой относится к удовлетворительной.

Однако определение пригодности воды для орошения по минерализации дает лишь ее общую характеристику. Учитывая, что р. Раздан на данном исследуемом участке находится не только под влиянием природных, но и многих антропогенных факторов, для полноценной характеристики ее ирригационных свойств необходима оценка других качественных показателей воды, в частности, количества и состава биогенных веществ, тяжелых металлов и т.д.

Содержание тяжелых металлов. В результате исследований содержания ТМ в воде р. Раздан выявлена сезонная динамика в основные гидрологические фазы (рис.2). Для таких элементов как свинец, железо, титан, никель характерна тенденция спада их содержания в воде от весеннего половодья к летне-осенней межени и роста к зимнему сезону. Молибдену и меди свойственно увеличение концентрации от весеннего периода к летне-осеннему и незначительное уменьшение – к зиме. Анализ имеющейся информации позволил установить, что в период весеннего половодья чаще отмечаются высокие содержания ванадия, в летне-осенний – марганца, меди, хрома, цинка, в зимний – железа, свинца, титана и никеля. Интересно, что ряд аналогичных закономерностей выявлен при исследовании вод р. Томи в створе г. Томска [5].

На качественный состав вод р. Раздан существенное влияние оказывают воды р. Гетар – одного из притоков реки, протекающего по территории г. Еревана. Содержание ТМ в ней не превышает допустимых концентраций. Определенную тревогу вызывают обнаруженные в р. Гетар высокие концентрации хлоридов (до 300 мг/л) и бора (до 200 мг/л), так как делают ее токсически опасной.

Таблица 3

Изменение качественных и количественных показателей геохимического потока в воде р. Раздан за 1998 – 2001 гг.

Год	Качественный ряд геохимического потока	Интенсивность потока
1998	Pb ₍₁₀₂₀₎ -Cu ₍₉₃₀₎ -Cr ₍₈₉₀₎ -Mo ₍₇₃₀₎ -Ag ₍₁₃₀₎ -Ni ₍₈₀₎ -Co _(14,0)	3827
1999	Pb ₍₇₆₀₎ -Cr ₍₁₄₀₎ -Ag ₍₁₀₆₎ -Ni ₍₂₁₎ -Mo, Cu ₍₃₎	1033
2000	Pb ₍₆₀₎ -Ag ₍₆₀₎ -Cr ₍₃₇₎ -Ni _(6,1) -Mo ₍₅₎ -Cu ₍₂₎	170
2001	Ag ₍₄₃₎ -Cr ₍₂₁₎ -Pb ₍₁₇₎ -Mo ₍₁₁₎ -Cu _(3,2) -Ni ₍₂₎	98

Анализ содержания ТМ по сравнению с периодом 1998–2000 гг. показал наблюдающуюся тенденцию уменьшения их концентраций (табл.3). В то же время необходимо отметить изменение не только количественного, но и качественного состава геохимического потока.

Содержание биогенов. В черте города Еревана содержания нитратов (NO₃⁻), фосфатов (PO₄³⁻) и аммонийного азота (NH₄⁺) – в пределах допустимых норм и в среднем за год составляют

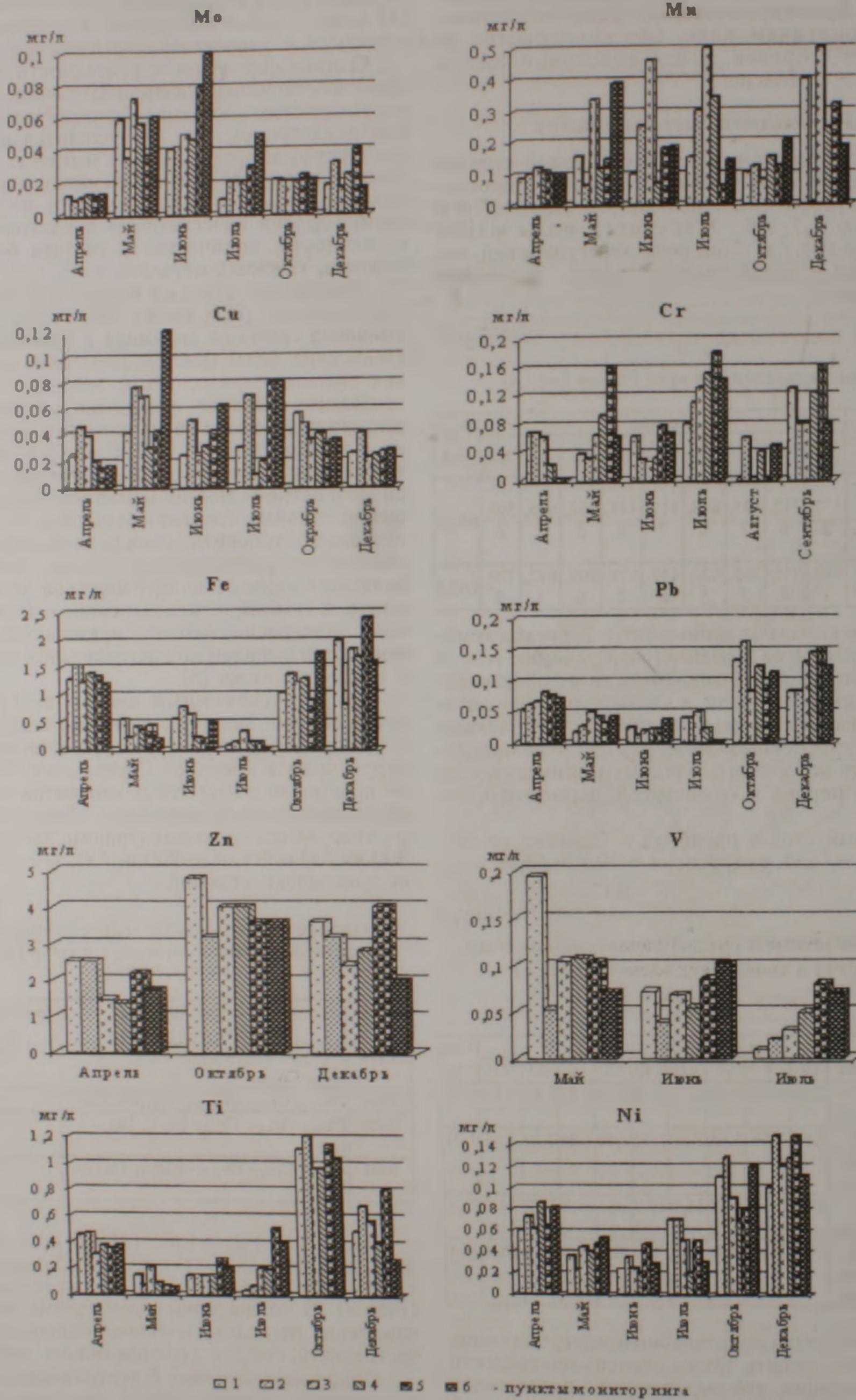


Рис. 2. Сезонная динамика содержания ТМ (мг/л) в различных пунктах мониторинга р Раздан

соответственно 8,1 мг/л, 0,4 мг/л и 0,27 мг/л. Данные величины являются превышением над фоновыми для нитратов – в 6-7 раз, аммонийного азота – в 3-4 раза, фосфатов – 1,5 – 2 раза. При выходе же из города (пункт 7 – ниже неработающей станции очистки "Аэрация") резко возрастает их содержание, а концентрация аммонийного азота даже превышает ПДК в среднем за год в 3 раза.

Выводы

1. В результате исследований определены закономерности зависимости расхода химических элементов от объема воды, а также их изменчивость как по территории, так и во времени.

2. На исследованном участке реки установлено значительное антропогенное влияние на качественный состав вод реки. Оно выражается в многократном, по сравнению с фоновым, повышении содержания нитратов, аммонийного азота, а также ряда микроэлементов, в частности, свинца, никеля, цинка, меди и других, имеющих техногенное происхождение. Данный факт является отражением того, что на территории города сформирована техногенная геохимическая ассоциация, представленная преимущественно элементами, чуждыми природному гидрохимическому ланд-

шафту.

3. Зафиксировано уменьшение загрязнения воды в 2001г. и изменение его специфики, обусловленные некоторым спадом в одних отраслях промышленности и ростом в других, а также рядом мероприятий, направленных на охрану окружающей среды. Так, например, уменьшение содержания свинца связано с запретом с 2000г. ввоза в республику этилированного бензина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оганян К.О. Реки и озера Армянской ССР. Ереван: 1961, 327 с.
2. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Под ред. проф. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеиздат, 1977, 532 с.
3. Радлов А.С., Пустой И.В., Корольков А.Р. Практикум по агрохимии. 1990, 375 с.
4. Методические указания гидрометеорологическим станциям и постам по отбору, подготовке проб воды на химический и гидробиологический анализ. М.: 1983, 23 с.
5. Савичев О.Г. Пространственные и временные изменения химического состава речных вод бассейна средней Оби. География и природные ресурсы, N2, 2000, с.60-65.

ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԻ ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ ՀՐԱԶԴԱՆ ԳԵՏԻ ՋՐԵՐԻ ՈՐԱԿԻ ՏԱՐԱԾԱԿԱՆ ԵՎ ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա. Կ. Սաղաթելյան, Մ. Ա. Նալբանդյան, Լ. Պ. Գրիգորյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հետազոտությունների արդյունքում պարզաբանվել են հիդրոլոգիական պայմաններից կախված հիդրոքիմիական բնութագրիչների օրինաչափությունները: Գետի ողջ հատվածում գրանցվել է ջրի որակի վրա զգալի անթրոպոգեն ազդեցություն: Բացահայտվել են ինչպես ծանր մետաղների, այնպես էլ բիոգենների բարձր խտություններ: Հաշվարկվել է իրիգացիայի գործակիցը, որի համաձայն գետի ջրերը գնահատվում են որպես բավարար: Պարզաբանված են ջրի աղտոտման առանձնահատկությունները: Համեմատած նախկին տարիների հետ, 2001 թվականին գրանցվել է ընդհանուր աղտոտման նվազեցում:

SPATIAL AND TEMPORAL CHANGES OF THE HRAZDAN RIVER WATER QUALITY WITHIN THE CITY OF YEREVAN

A. K. Saghatelyan, M. A. Nalbandyan and L. P. Grigoryan

Abstract

Waters of the Hrazdan River represent the subject of this study. The purpose of the study was to define the character and rate of river contamination within the city area, and trace changes of chemical composition and hydrochemical flow both in space and in time. The research was based on the monthly data of water quality monitoring for 2001. In the course of the analysis, we studied regularities of content dynamics for main ions, heavy metals, and biogenic substances. An estimate of present-day irrigation properties of the water is provided. A comparative analysis of the geochemical flow quality series for 1998-2001 was performed.

НОВАЯ ВЕРСИЯ ГИС ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

© 2003 г. А. А. Авакян*, А. Ю. Арутюнян**, Г. Г. Ерицян*,
В. О. Мовсесян*, В. Э. Степанян**

*Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
e-mail: anss@readicom.am

**УЧС при правительстве РА
375010, Ереван, ул. Пушкина, 25, Республика Армения
Поступила в редакцию 27 02 2004 г.

В статье описываются структура, функции и основные принципы работы Геоинформационной системы (ГИС) для хранения и анализа данных по оползням Армении. Одним из основных компонентов ГИС является электронная карта РА масштаба 1:200000, на которую нанесены 260 активных оползней, представляющих собой потенциальную угрозу жизни и имуществу людей. Каждый из представленных на карте оползней имеет описание в виде унифицированного паспорта, содержащего текстовую, картографическую части, в том числе крупномасштабные геологические планы и разрезы, а также фотографии и результаты лабораторных исследований грунтов.

Известно большое развитие оползневых процессов на территории РА, изучение которых начато давно, и на это потрачены значительные силы и средства (рис.1). Однако, по мнению многих специалистов, до сих пор изученность подавляющего большинства из них считается неудовлетворительной для систематизации по геотехническим признакам и для разработки инженерных мероприятий по стабилизации оползневых тел. Ввиду того, что проведение новых полевых исследований в настоящее время достаточно проблематично, возможность повышения изученности мы видим в более интенсивном использовании уже существующих данных.

Обсуждаемая ГИС дает такую возможность – организует регистрацию, анализ и обобщение имеющихся данных, а также пополнение новыми данными. Работа над ГИС начата несколько лет назад, ее результаты были опубликованы ранее [1]. Первоначальная версия данной работы основана на растровой основе карты 1:500000, а управляющие программы разработаны средствами Delphi. В статье представляется новая версия ГИС, которая, во-первых, основана на электронной карте масштаба 1:200000 (рис 2), и, во-вторых, представляет возможность трехмерного картирования, расчета устойчивости склонов с удобным графическим представлением результатов. Цифровая карта построена в системе координат World Geographic System (WGS), что делает ее совместимой с аналогичными мелко-масштабными картами европейских и других стран.

Особо следует остановиться на электронной карте оползней м-ба 1:200000, которая, по замыслу авторов, является одной из серии электронных карт этого масштаба, имеющих различное тематическое геолого-географическое содержание. Современное определение электронной карты подразумевает совокупность тематического содержания в цифровом выражении и программных средств, обеспечивающих функции обработки цифровых данных и визуализации карты. Совместно

карты можно рассматривать как электронный геолого-географический атлас РА м-ба 1:200000. Такая работа под силу только большому коллективу специалистов. Поэтому, вовсе не претендуя на создание полноценного электронного атласа, авторы имеют целью обратить внимание специалистов на реальную техническую и методологическую возможность ее создания, а также на большие преимущества электронного картирования.

В настоящее время близки к завершению соединение электронной карты рельефа, речной сети, селеносных русел Армении с базами данных об их аномальных стоках при весеннем половодии. Интересные геологические результаты получены морфометрическим анализом цифровой модели рельефа, однако они могут быть обсуждены несколько позже.

В качестве матрицы для решения геоэкологических задач составлены уточненные электронные карты населенных пунктов, автомобильных дорог и других народнохозяйственных объектов Армении.

В работе использован большой объем литературных данных, а также получены консультации Р.Б. Ядояна, К. О. Дургаряна и других специалистов. Основными системными компонентами ГИС являются взаимосвязанные карты и базы данных.

На электронную карту оползней РА масштаба 1:200000 нанесено более 260 активных оползней, которые представляют собой потенциальную угрозу жизни и имуществу людей. По поводу их числа имеются некоторые расхождения, которые всегда можно учесть и при необходимости дополнить карту, что является очевидным преимуществом электронной карты. Она используется как обзорная, для оценки общей оползневой ситуации РА, а также для отбора оползня и перехода к его детальному описанию. Каждый из представленных на карте оползней имеет описание в виде унифицированного паспорта, содержащего текстовую, картографическую части, в том числе крупномасштабные геологические

планы и разрезы, а также фотографии и результаты лабораторных исследований грунтов. Описание содержит следующую структурированную информацию:

1. Общие сведения об оползневом участке и склоне, данные о размерах, мощности, морфологии, инженерно-геологическом строении (характеристика и разрез), степень активности.

2. Физико-механические характеристики грунтов, определяющие динамические характеристики оползневой тела.

3. Данные об изученности, месте хранения материалов, сведения о застроенности оползневой тела и прилегающих территорий, которым угрожает оползень.

В настоящее время в ГИС включено более 50-и паспортов оползней в основном марза Сюник, составленных В.Э. Степаняном.

Крупномасштабный картографический мате-

риал, кроме традиционных инженерно-геологических целей, используется для построения трехмерной модели оползневой тела и расчета стабильности склона. Для этой цели используются стандартные, достаточно апробированные программные средства, работающие как приложения к представляемой ГИС. Трехмерное моделирование, кроме наглядности представления, позволяет также использовать плоскую геологическую карту для объемных построений. Схематически функции ГИС и решаемые ею задачи представлены в табл.1.

Расчет устойчивости склона проводится по известным классическим методикам Бишоп, Спенсера, Джанбу, Моргерштерна и др., учитывающим объемный вес, угол внутреннего трения, удельное сцепление грунтов, составляющих разрез, уровень грунтовых вод и сейсмический фактор. Удобство в обращении с используемой программой

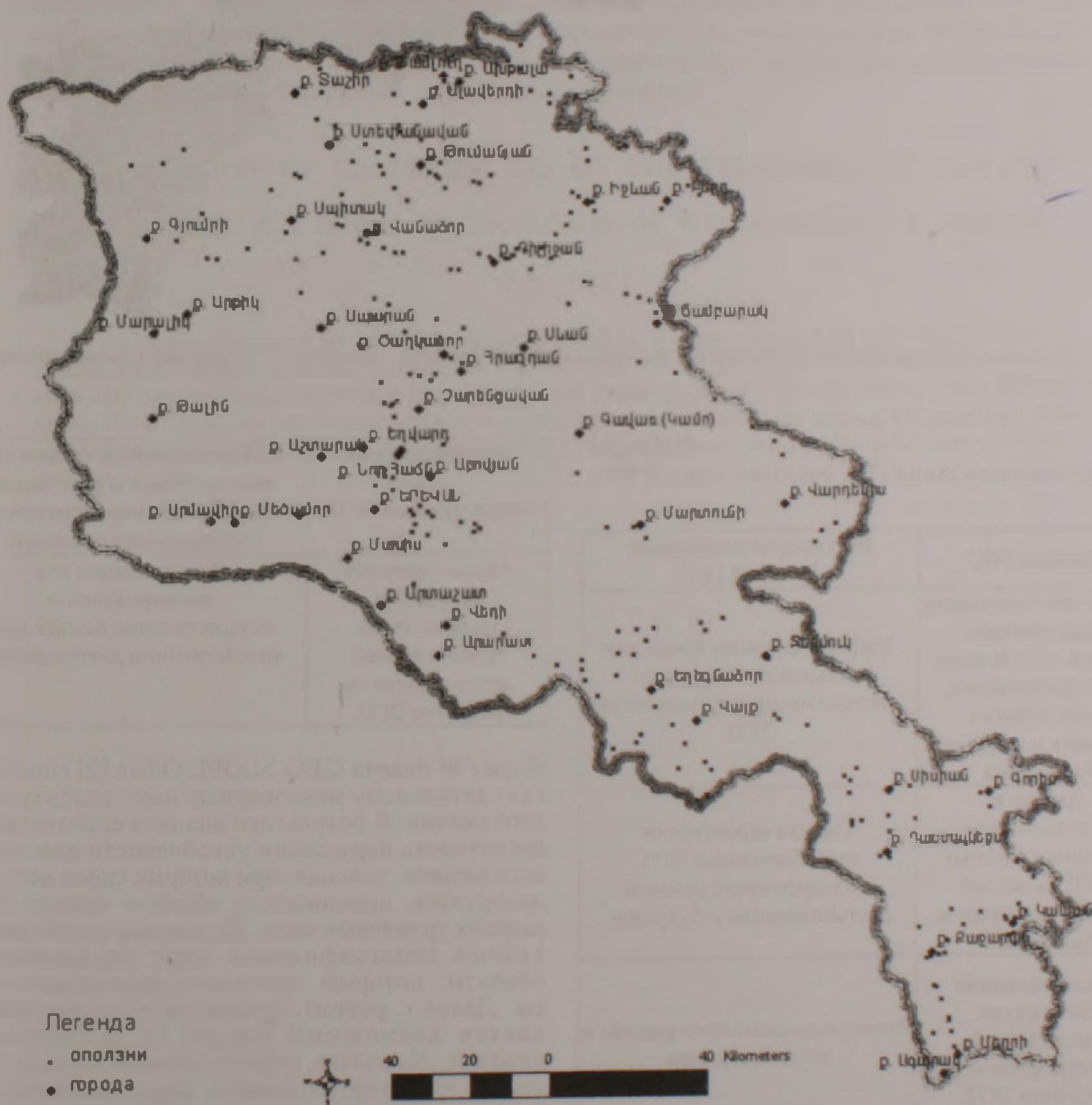


Рис 1 Карта активных оползней РА, уменьшено и разгружено с цифровой карты на топографической основе масштаба 1:200000.



Рис 2 Цифровая карта рельефа и распространения активных оползней Армении Масштаб – 1 : 500 000, оползни обозначены белыми точками

Таблица 1
Функциональная схема ГИС оползней и др. ЭГП*

Функции ГИС	Результаты реализации функций ГИС
Сбор и систематизация существующих данных, составление картографических, описательных текстовых и цифровых баз данных	Информационная среда для дальнейшего анализа, систематизации и типизации ЭГП.
Анализ и моделирование динамики опасных ЭГП на основе электронных карт и баз данных	Оценка вероятности дестабилизации ЭГП, моделирование условий дестабилизации в будущем.
Моделирование физических последствий катастрофического развития ЭГП.	Расчет материального ущерба и людских потерь.

*ЭГП – Экзогенные геологические процессы

Моделирование условий стабилизации ЭГП	Информационная основа для планирования и реализации инженерных мероприятий по стабилизации оползней.
Анализ влияния текущей и планируемой хозяйственной деятельности на развитие ЭГП.	Рекомендации для планирования и осуществление безопасной хозяйственной деятельности.

Slope / W пакета GEO-SLOPE Office [2] способствует детальному многовариантному анализу каждого склона. В результате анализа определяются вероятность нарушения устойчивости для заданного разреза, условия, при которых склон дестабилизируется, оцениваются объем и контур сползающих грунтовых масс. По данным крупномасштабных топографических карт определяются объекты, которым угрожают сползающие массы. Далее с учетом стоимости объектов оценивается возможный ущерб от активизации оползня. Комплекс перечисленных оценок позволяет систематизировать представленные на карте оползни по степени опасности, включающей вероятность активизации, размеры оползня и материальный ущерб.

ЛИТЕРАТУРА

Авакян А.А., Бойнагрян В.Р., Ядоян Р.Б. Геоинформационная система оползневых процессов на терри-

тории Армении. Сб. Конверсионный потенциал Армении и МНТУ. Ереван, 2000, с.180.

2. Slope/W for slope stability analysis. 1998. Geo-Slope International Ltd, Calgary, Canada.

ՀՀ ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ ԳՏՆՎՈՂ ՍՈՂԱՆՔՆԵՐԻ ԳՏՀ-Ի ՆՈՐ ՏԱՐԲԵՐԱԿԸ

Ա. Ա. Ավագյան, Ա. Յ. Հարությունյան, Հ. Հ. Երիցյան,
Վ. Օ. Մովսիսյան, Վ. Է. Ստեփանյան

Ա մ փ ո փ ո մ

Հոդվածում քննարկվում են ԳՏՀ-ի կառուցվածքը, ֆունկցիաները և աշխատանքի հիմնական սկզբունքները, որոնք մշակված են ՀՀ տարածքում զարգացած սողանքների մասին տվյալների պահպանման, վերլուծության և ընդհանրացման համար: ԳՏՀ-ի հիմնական բաղադրիչներից է 1:200000 մասշտաբի էլեկտրոնային քարտեզը, որի որա նշված են 260 ակտիվ սողանքներ, որոնք սպառնալիք են ներկայացնում մարդկանց կյանքին և սեփականությանը: Ներկայացված սողանքներից յուրաքանչյուրն ունի իր նկարագրությունը անձնագրի ձևով, որն իր մեջ ներառում է տեքստային, քարտեզագրական ինֆորմացիա (մեծ մասշտաբի երկրաբանական պլաններ և կտրվածքներ), ինչպես նաև լուսանկարներ և գրությունների ուսումնասիրման լաբորատոր տվյալներ:

NEW VERSION OF LANDSLIDE GIS ON THE TERRITORY OF ARMENIA

A. A. Avagyan, A. Y. Haroutunyan, H. H. Yeritsyan, V. O. Movsesyan, V. E. Stepanyan

Abstract

This article discusses the structure, functions and main principles of GIS for analysis and summarization of data on Armenia's landslides. GIS includes the digital map of The Republic of Armenia with 260 active landslides, which may damage the property and kill people living in the adjacent areas. Each landslide has its description as a certificate, which contains textual information, maps (including geological maps and cross-sections), as well as pictures and results of laboratory investigations of soils.

ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА РУДОНОСНОСТИ НА ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ РУДЫ

© 2003 г. А. Г. Оганесян

Государственный инженерный университет Армении
375009, Ереван, ул. Теряна, 105, Республика Армения
E-mail: minsect@seua.am
Поступила в редакцию 03.09.2003 г.

В статье рассматривается выбор оптимальной системы подземной разработки для случая, когда распределение полезного компонента в рудном теле очень неравномерное. В таких условиях технико-экономическому сравнению необходимо подвергнуть технологии подземной добычи, позволяющие и не позволяющие произвести селективную выемку руды. Обосновано, что на выбор систем подземной разработки большое влияние оказывают коэффициент рудоносности, мощность рудного тела и содержание полезного компонента. Показано, что включение в состав параметров кондиций «допустимого коэффициента рудоносности» неправомерно.

Известно, что на многих золоторудных месторождениях жильного типа распределение золота по простиранию рудного тела крайне неравномерное: выделяются обогащенные участки, менее богатые и безрудные. Очень неравномерное распределение оруденения приводит к расчленению рудного тела по простиранию на ряд отдельных блоков, разделенных друг от друга участками с убогим оруденением (некондиционных по качеству полезных ископаемых) или безрудных (пустых пород) интервалов. Размеры этих участков зависят от степени их выдержанности в пространстве. Такие месторождения и их участки, согласно [5], по степени изменчивости содержания золота относятся к 3-ей и 4-ой группам, где коэффициент вариации полезного компонента составляет 100-160% и свыше 160%, соответственно.

При подземном способе разработки, когда участки некондиционных руд (или пустых пород) имеют большие размеры и увязываются между смежными разведочными горизонтами, то они, как правило, во время подсчета запасов оконтуриваются по данным геологоразведочных работ для оставления их в виде целиков. Что касается случаев, когда кондиционные и некондиционные интервалы по простиранию рудного тела часто перемежаются и отсутствует четко выраженная закономерность в их пространственном размещении, то определяются общие контуры промышленного оруденения и статистическое распределение в нем полезного ископаемого и пустых пород, т.е. подсчет запасов производится с использованием коэффициента рудоносности ($K_{ру}$). Последний, кроме функции количественной оценки запасов, позволяет установить степень прерывистости оруденения, охарактеризовать сложность формы жильных зон, учесть основные направления изменчивости, помогает определить оптимальную плотность разведочной сети, категорию запасов, количественное соотношение сортов руд, в значительной мере определяет систему разработки и в результате влияет на рентабельность освоения месторождения.

В таких условиях задача выбора оптимальной системы подземной разработки становится более сложной, так как необходимо произвести срав-

нение систем, позволяющих и не позволяющих производить селективную выемку руды [1].

В контексте вышеизложенного рассмотрим системы разработки с отбойкой руды из восстающих (I) и с нисходящей слоевой выемкой с закладкой подрываемыми вмещающими породами (II), которые по техническим возможностям применимы для отработки тонких (0,6-2,0 м) крутопадающих рудных тел, представленных неустойчивыми рудами и вмещающими породами.

Сущность I системы разработки заключается в следующем [2 и 3]. Этаж подготавливается левыми откаточным, вентиляционным штреками, пройденными на контакте лежачего бока рудного тела и рудными восстающими, проведенными на полную высоту этажа и расположенными друг от друга на расстоянии около 5,0 м, тем самым разделяя блок на отдельные короткие секции. Для бурения руды в коротких секциях в крепи оставляют окна. Восстающие имеют два отделения – рудосвалочное и ходовое. Днища секций оборудуются погрузочными люками для выпуска руды из очистного пространства.

Выемку руды ведут сплошным забоем по восстанию с отбойкой руды горизонтальными слоями. Обуривание слоя руды из восстающих производится с помощью легких перфораторов. Горизонтальные шпуровые предусматривается располагать в шахматном порядке. Одновременно взрываются по три шпура из смежных восстающих. Перед взрыванием окна обшиваются досками. Затем взрывается комплект шпуров и производится частичный (при магазинировании) или полный выпуск отбитой руды.

После завершения очистной выемки в секции начинается интенсивный выпуск замагазированной руды, а затем сразу из вентиляционного штрека подается сухая закладка, с целью предотвращения обрушения вмещающих пород и земной поверхности. В качестве закладочного материала могут быть использованы дешевые легкие заполнители – вулканические шлаки или пемзы.

Система разработки с отбойкой руды из восстающих была применена на рудниках «Дарасун» (Россия), «Оурей» и «Моуат» (США) и другие.

Сущность II системы разработки заключа-

ется в следующем [8]. Блок подготавливается рудными откаточным, вентиляционным штреками и восстающими с тремя отделениями.

Очистные работы начинают с выемки горизонтального слоя под вентиляционным штреком. Руда отбивается мелкошпуровым способом. Для доставки руды применяются скреперные лебедки. По окончании выемки первого слоя выработанное пространство закладывают породой, полученной при проведении выработок. Перед закладкой на почве слоя укладывают деревянный настил (мат), который служит кровлей при выемке последующего слоя. На почве нового слоя также укладывают мат и на него перепускают закладочный материал из первого слоя. Образовавшиеся пустоты в первом слое вновь закладывают породами. Аналогично ведется выемка третьего и последующих слоев, но с закладкой выработанного пространства за счет подрывки вмещающих пород висячего и лежащего боков.

Вмещающие породы отбиваются шпурами, которые обуриваются с наклоном вверх, чем обеспечивается необходимая устойчивость висячего и лежащего боков, принимающих на себя основное давление закладочного массива.

Эта система разработки применялась на «Приморском» оловянном руднике (Россия).

Не приводя основные достоинства и недостатки рассматриваемых систем, отметим лишь, что I система разработки допускает только валовую выемку руды (совместно с кондиционной рудой добывается, транспортируется и перерабатывается на обогатительной фабрике также некондиционная руда), а II система разработки позволяет вести селективную выемку интервалов (по простиранию) кондиционных и некондиционных руд (отбитая некондиционная руда вывозится на поверхность в специальные отвалы). I система разработки характеризуется невысокими значениями качественно-количественных показателей. Одновременно она по сравнению со II системой разработки обеспечивает более низкие затраты на добычу 1 т руды, которые не зависят от $K_{руд}$. Затраты на добычу 1 т руды при II системе разработки зависят от $K_{руд}$. Чем меньше величина $K_{руд}$, тем большее количество некондиционной руды или пустой породы вывозится на поверхность и уменьшается объем скреперования кондиционной руды.

Очевидно, что количество и качество балансовых запасов руды по отмеченным системам разработки отличаются друг от друга.

Если обозначить балансовые запасы эксплуатационного блока при применении I системы разработки через $Q^6_{I^*}$, то при использовании II системы разработки балансовые запасы эксплуатационного блока составят:

$$Q^6_{II} = K_{руд} Q^6_{I^*} \quad (1)$$

При этом очевидно, что:

$$C^6_{\phi I} = K_{руд} C^6_{\phi II} \quad (2)$$

где $C^6_{\phi I}$ и $C^6_{\phi II}$ — фактическое содержание полезного компонента в массиве рудного тела при валовой и селективной добыче руды.

Произведенными технико-экономическими расчетами получены следующие зависимости прибыли на 1 т погашаемых балансовых запасов от мощности рудного тела (m) и $K_{руд}$ (и прочих равных условиях):

$$\text{по I системе} - \Pi_I = 8,1 K_{руд} C^6_{\phi II} - 21,9 - 30,8/m, \$/m; \quad (3)$$

$$\text{по II системе} - \Pi_{II} = 8,0 C^6_{\phi II} - 24,2 - 24,9/m - 6,7/K_{руд} - 14,6/(m K_{руд}), \$/m. \quad (4)$$

Приравняв выражения (3) и (4) и решив полученное уравнение относительно m , получим значения «критических мощностей» ($m_{кр}$), при которых сравниваемые системы равноэффективны.

$$m_{кр} = (14,6 - 5,9 K_{руд}) / [C^6_{\phi II} K_{руд} (8,0 - 8,1 K_{руд}) - 2,3 K_{руд} - 6,7], м. \quad (5)$$

В таблице приводятся результаты расчета значений $m_{кр}$ в зависимости от $C^6_{\phi II}$ и $K_{руд}$. При этом максимальное значение мощности рудного тела принято в 2,0 м.

Таблица
Значения $m_{кр}$ в зависимости от $C^6_{\phi II}$ и $K_{руд}$

Фактическое содержание полезного компонента (золота) в массиве рудного тела при селективной добыче руды, г/т ($C^6_{\phi II}$)	Критическая мощность рудного тела ($m_{кр}$), м					
	Коэффициент рудоносности, $K_{руд}$					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,93
1	2	3	4	5	6	7
10	1,33					
15	0,66	0,78	1,04			
20			0,64	0,96		
25				0,65	1,35	
30					0,93	
35					0,70	
40						1,13

При $m \leq m_{кр}$ оптимальной является система разработки с отбойкой руды из восстающих (I), а при $m > m_{кр}$ — система разработки с закладкой подрываемыми вмещающими породами (II).

При $C^6_{\phi II} = \text{const}$, с ростом $K_{руд}$ увеличивается область применения I системы разработки, и, наоборот, с понижением $K_{руд}$ — область применения II системы разработки.

При $K_{руд} = \text{const}$, с повышением $C^6_{\phi II}$ расширяется диапазон применения системы разработки, позволяющей вести селективную выемку руды (II), а при сравнительно невысоком качестве руды — сокращается диапазон ее применения.

В литературах и нормативно-методических документах РФ по промышленной оценке рудных месторождений [4,6 и 7] в качестве одного из параметров кондиций предусматривается определение «минимального (допустимого) коэффициента рудоносности», что считаем неправомерным; это убедительно доказано в работе проф. Ю.А. Агабаляна [1].

Вышеприведенный пример свидетельствует о том, что разным значениям $K_{\text{раз}}$, m и $C_{\text{фил}}$ соответствуют определенные системы разработки. В свою очередь система разработки оказывает значительное влияние на технико-экономические показатели горнорудного предприятия и параметры кондиций. Поэтому при промышленной оценке рудных месторождений и проектировании подземных рудников дифференцированному подходу при выборе систем разработки и обосновании параметров кондиций следует уделять повышенное внимание, что вытекает из требований «Инструкции о ...» [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Агабян Ю. А. Теория и практика оптимального освоения недр. М.: Недра, 1994. 174 с.
2. Агабян Ю. А., Наджарян А. М., Оганесян А. Г. Новые технологии подземной разработки золоторудных месторождений. Глобус Науки, т.2, 2002.
3. Агабян Ю. А., Оганесян А. Г., Наджарян А. М. Выбор оптимальной системы разработки маломощных рудных тел в условиях Меградзорского золоторудного месторождения. Известия НАН РА, Науки о Земле, 2001, LIV, № 1-2.
4. Каждан А. Б., Кобахидзе Л. П. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1985. 205 с.
5. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (ГКЗ). Ереван, 1998, 28 с.
6. Крейтер В. М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Часть 2. М.: Госгеолтехиздат, 1961. 390 с.
7. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев) (ГКЗ). М., 1999, 75 с.
8. Оганесян А. Г., Наджарян А. М. Выбор системы разработки рудного месторождения с помощью показателя «критическая мощность». Научные труды ЗАО «Горнометаллургический институт» – Ереван: Изд. "Егея", 2002.
9. Հրահանգ պինդ օգտակար հանածոների հանքավայրերի արդյունաբերական գնահատման և կոնդիցիաների պարամետրերի հիմնավորման նյութերի բովանդակության, ձևավորման և պետական փորձաքննության ներկայացման կարգի մասին: Երևան, ՀՀ գերատեսչական նորմատիվ ակտերի տեղեկագիր N 12(75) 14.06.2001: «Տիգրան Մեծ» ՓԲԸ հրատարակչություն, 2001, էջ 82-99:

ՀԱՆՔԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ԱՉԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԱՆՔԱՔԱՐԻ ԱՏՈՐԳԵՏՆՅԱ ԱՄԴՅՈՒՆԱՀԱՆՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ԸՆՏՐՄԱՆ ՎՐԱ

Ա. Հ. Հովհաննիսյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում դիտարկվում է ստորգետնյա մշակման օպտիմալ հանակարգի ընտրության խնդիրը այն դեպքի համար, երբ օգտակար բաղադրիչի բաշխվածությունը հանքամարմնում չափազանց անհավասարաչափ է. առանձնանում են հարուստ, քիչ հարստացված և անհանք տեղամասեր: Այդպիսի պայմաններում տեխնիկատնտեսական համեմատումն անհրաժեշտ է կատարել ստորգետնյա արդյունահանման այնպիսի տեխնոլոգիաների միջև, որոնց կիրառման դեպքում հնարավոր է և հնարավոր չէ իրականացնել հանքաքարի սելեկտիվ հանույթ:

Հիմնավորվել է, որ ստորգետնյա մշակման հանակարգի ընտրության վրա մեծ ազդեցություն է գործում հանքաբերության գործակիցը, հանքային մարմնի հզորությունը և օգտակար բաղադրիչի պարունակությունը:

Տույց է տրված, որ կոնդիցիաների պարամետրերի կազմի մեջ «հանքաբերության թույլատրելի գործակցի» ներառումը ճիշտ չէ:

INFLUENCE OF ORE CONTENT RATIO ON THE CHOICE OF DEEP ORE MINING TECHNOLOGY

A. H. Oganessyan

Abstract

The article considers choice of an optimal system of deep mining for the case of rather irregular distribution of useful component within the ore body. In such conditions, technologies of deep mining, and among them those allowing and not allowing for selective extraction of ore, should undergo technical and economic comparison. It is substantiated that choice of deep mining systems is largely influenced by the ratio of ore content, ore body thickness, and content of the useful component. It is demonstrated that inclusion of "permissible ore-content ratio" into the parameters of conditions is not appropriate.

КРЕСТОВАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ ОБРАЗЦОВ

© 2003 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 05.11.2001 г.

Теоретические исследования обобщенных петрофизических (электрических) характеристик многокомпонентных гетерогенных и слоистых сред при наличии микроанизотропии удельного электрического сопротивления и поляризуемости [1,2,7,8,13,14] привели к заключению, что они подвергаются существенному изменению в зависимости от особенностей проявления микроанизотропии электрических свойств каждой разности пород, слагающих исследуемую геоэлектрическую модель.

Кроме этого, в настоящее время особое значение приобретают электроразведочные исследования с использованием многоэлектродных систем возбуждения электрического поля (с возможностью вращения направления прилагаемого электрического поля в требуемой области геоэлектрической среды) [4,6,9,10,15,16]. Истолкование результатов таких исследований требует наличия более полноценной информации о распределении (в частности, проявления микроанизотропии, природной дисперсии) электрических свойств среды.

В связи с этим возрастают требования, предъявляемые к изучению обобщенных параметров, выраженные в необходимости проведения исследований в зависимости как от направления, так и в широком амплитудно-временном режиме приложенного электрического поля.

Однако известные лабораторные установки и соответствующие им методики исследования [1,3,5,11,12,14] не дают возможности получения необходимой и достаточно достоверной (хорошо экспериментально воспроизводимой) информации о распределении удельного электрического сопротивления (УЭС) и поляризуемости (особенно при изучении в широком временном интервале временных и амплитудных характеристик вызванной поляризации: переходной характеристики и ее производных, нелинейных процессов) исследуемой модели или образца горной породы.

Перечисленные требования к современным экспериментальным исследованиям электрических характеристик могут быть реализованы при использовании крестовой лабораторной установки, создающей в исследуемой среде высокостабилизированное однородное электрическое поле требуемого направления.

На рис. 1 приведена структурная схема предлагаемой лабораторной установки, которая пред-

ставляет собой крестообразную электролитическую ванну (1), которая разделена пористыми (керамическими) перегородками (2) на отсеки, четыре из которых (расположенные в торцовых частях установки) являются неполяризуемыми питающими электродами (A, B, C, D), затем с каждой стороны находятся по два буферных отсека (6) (для исключения "заражения" питающих электродов электролитом вмещающей среды) и (7) (вмещающей среды ионами медного купороса), в которых предусматривается обновление электролитов в процессе проведения продолжительных (при регистрации амплитудно-временных характеристик вызванной поляризации) измерений. В центральной части расположен основной крестообразный отсек, служащий резервуаром исследуемой среды. Такая конструкция питающих электродов позволяет создавать в центре установки, куда помещают исследуемый образец, однородное электрическое поле заданного направления, путем соответствующего подбора соотношения величин токов [4,9]. Регистрацию разностей потенциалов выполняют системой приемных электродов (8), расположенных в требуемых частях исследуемой среды радиально вокруг оси вертикально погруженного цилиндрического образца, которыми измеряют параметры электрического поля в исследуемой среде в требуемом амплитудно-временном режиме возбуждения электрического поля. В ряде случаев (особенно при изучении неоднородных образцов) можно использовать центральный приемный электрод, устанавливая его над образцом, а также систему приемных электродов, радиально размещенных на различной глубине. Установка снабжена двумя съемными непроводящими перегородками (3), позволяющими при необходимости производить измерения установкой формы прямоугольного параллелепипеда. Уровень электролита в питающих электродах, в буферных областях и исследуемой среде одинаков.

Для калибровки установки используют эталонные (с известными электрическими свойствами и геометрическими размерами, совпадающими с размерами предстоящих к изучению образцов) модели и набор электролитов с достаточно большим диапазоном значений удельного электрического сопротивления (соразмерных с предполагаемыми величинами УЭС исследуемых образцов).

В зависимости от варианта подсоединения питающих электродов к источнику (источникам) тока осуществляют регистрацию различных составляющих векторов напряженности первичного и вторичного электрических полей в центре установки при заданном направлении приложенного электрического поля в требуемом временном режиме измерений (на постоянном или переменном токе низкой частоты) без изменения условий проведения эксперимента, что особенно важно при изучении тонкой структуры образцов.

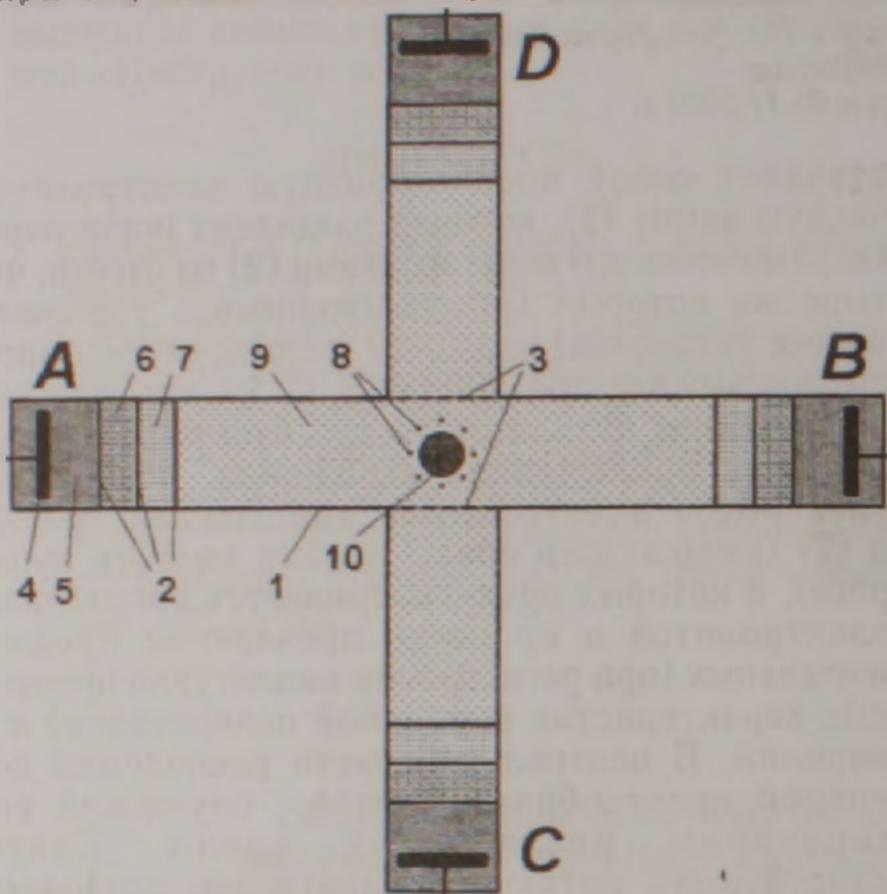


Рис 1. Структурная схема лабораторной крестовой установки (вид сверху).

Цифрами обозначены: 1 – электролитическая ванна; 2 – пористые перегородки; 3 – съемные непроводящие перегородки; 4 – медная пластина; 5 – концентрированный водный раствор медного купороса с желатином; 6 – буферный отсек с электролитом вмещающей среды; 7 – буферный отсек с насыщенным раствором медного купороса; 8 – приемные неполяризуемые электроды; 9 – вмещающая однородная изотропная проводящая химически нейтральная среда; 10 – исследуемый образец.

Методика исследования сводится к следующему:

- в отсутствие образца проводят регистрацию необходимых составляющих первичного и вторичного электрических полей (основным) временным режимом измерений при различных (в частности $AB-CD$, ABC , ABD , ACD , BCD) системах возбуждения электрического поля (с использованием питающих электродов A , B , C , D и двух автономных источников тока) (в нормальном поле) и определяют значения напряженностей первичного E_{ox} , E_{oy} и вторичного $E_{впх}(T)$, $E_{впу}(T)$ полей, как путем непосредственных измерений приемными линиями вдоль осей x и y , так и после соответствующих преобразований других измеренных составляющих этих полей в центре установки, согласно [10] (I цикл измерений);
- выполняют те же измерения, что и в предыдущем пункте, в присутствии исследуемого

цилиндрического образца (в частности, керна горной породы), погруженного в центральной части вмещающей среды, с осью, направленной вертикально, и в результате этих измерений аналогичным образом определяют значения E_{ox} , E_{oy} и $E_{впх}(T)$, $E_{впу}(T)$ (II цикл измерений);

- для каждой системы возбуждения и системы регистрации определяют различные параметры кажущегося сопротивления (КС) и кажущейся поляризуемости (КП) в требуемые моменты времени и строят соответствующие круговые (амплитудно-временные) диаграммы рассматриваемых параметров в зависимости от ориентировки нормального (для КС) и первичного (для КП) электрических полей [4,9,10] в изучаемом временном интервале, позволяющие судить об анизотропии и неоднородности образца по исследуемым электрическим свойствам в плоскости, перпендикулярной оси цилиндра;
- при необходимости проводят такие же измерения, поворачивая образец вокруг оси (в частности, ориентируя его по проявлению экстремальных значений КС и КП вдоль осей x и y) (III цикл измерений);
- с целью калибровки данных при определении истинных значений удельного электрического сопротивления и поляризуемости выполняют измерения на заранее изготовленных эталонных моделях с известными электрическими свойствами и размерами, соответствующими исследуемым образцам (I способ), либо двумя непроводящими перегородками закрывают (перекрывают, загораживают) часть установки (вертикальные отсеки, как показано на рис. 1) и определяют (в частности, способом, предложенным в [5]) УЭС образца при требуемой его ориентировке путем пропускания тока через два питающих электрода AB (II способ).

ЛИТЕРАТУРА

1. Комаров В.А. 1980. Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 391 с.
2. Матвеев Б.К. 1990. Электроразведка. М.: Недра, 368 с.
3. Матевосян А.К. 1984. Способ геоэлектроразведки. Авторское свидетельство СССР №1179243.
4. Матевосян А.К. 1984. Способ геоэлектроразведки. Авторское свидетельство СССР №1249607.
5. Матевосян А.К., Бадалян С.В. 1984. Способ определения удельного сопротивления образцов. Авторское свидетельство СССР №1300369.
6. Матевосян А.К. 1988. О системе параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, №4, с.58-64.
7. Матевосян А.К. 1993. Особенности проявления амплитудных и временных электрических параметров многокомпонентной гетерогенной среды. Известия НАН РА, Науки о Земле, XLVI, №1, с.62-66.
8. Матевосян А.К. 1993. Исследование обобщенных амплитудных и временных электрических характеристик слоистого разреза. Известия НАН РА, Науки о Земле,

XLVI, №3, с.54-59.

9. Матевосян А.К. 1999. Исследование особенностей электрических полей многоэлектродных систем возбуждения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, LII, №1, с.53-63.
10. Матевосян А.К. 1999. Оценка влияния выбора системы регистрации при исследовании анизотропии геоэлектрической среды. Изв. НАН РА, Науки о Земле, LII, №2-3, с.83-87.
11. Определение петрофизических характеристик по образцам. 1977. Под ред. В.Н.Дахнова. М.: Недра, 432 с.
12. Руководство к лабораторным работам по курсу "Петрофизика". 1982. Под ред. В.Н.Дахнова. М.: Недра, 216 с.
13. Сысков С.С. 1986. О продольной и поперечной поляризуемости слоистого разреза. — Известия ВУЗ, Геология и разведка, №7, с.126-129.
14. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. Справочник геофизика. 1984. М.: Недра, 455 с.
15. Bibby Н. М. 1986. Analysis of multiple-source bipole-quadripole resistivity surveys using the apparent resistivity tensor. Geophysics, 51, №4, p.972-983.
16. Martire O., Andrieux P., Lagabrielle R. 1997. Synthetic focusing multielectrode arrays in electrical tomography. 59th Mtg. Eur. Assoc. Expl. Geophys.

К 15-ЛЕТИЮ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Памяти Мхитарян Лизы Агасиевны



11 мая 1994г. на 55 году жизни скоропостижно скончалась одна из ведущих научных сотрудников Института Геофизики и Инженерной Сейсмологии (ИГИС) НАН РА, кандидат техн. наук, заведующая службой сети инженерно-сейсмометрических станций Л.А. Мхитарян. Она родилась 15 ноября 1939 г.

в Ленинакане (ныне Гюмри) в семье железнодорожного служащего. Л.А. Мхитарян по специальности инженер-строитель, без отрыва от производства окончила строительный факультет Ленинаканского филиала Ереванского политехнического института им. К.Маркса в 1968г.

После окончания с отличием техникума жел.дор. транспорта в 1962г. поступила на работу в институт. Следуя по стопам крупнейших ученых академиков НАН РА А.Г. Назарова, непосредственного научного руководителя Б.К. Карапетяна, она специализировалась в области инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства. Во время работы в институте она занимала должности от лаборанта до ведущего научного сотрудника и проявила себя как высококвалифицированный специалист. После Зангезурского землетрясения 9 июня 1968 года в Армении начаты регулярные наблюдения за сильными землетрясениями; с этой целью она приложила огромные усилия по созданию и оснащению 10 инженерно-сейсмометрических станций в г. Гюмри и сети станций регистрации сильных землетрясений в городах и населенных пунктах республики. В 1985 году на основе этих станций организована служба сильных движений территории Армении, которая объединила сеть инженерно-сейсмометрических станций на грунте с сетью ИСС на зданиях и сооружениях.

Вся научная деятельность в должности заведующей ИСС Л.А. Мхитарян была направлена

на создание сети ИСС для получения и накопления материалов о поведении различных зданий и сооружений при сейсмических воздействиях, для объективной оценки силы землетрясений, уточнения существующих нормативных положений, выбора оптимальных конструктивных решений и количественной оценки влияния грунтовых условий на поведение зданий и сооружений при сейсмическом воздействии. 6 ноября 1982 года в Тбилиси она успешно защитила кандидатскую диссертацию по теме "Инструментальное исследование колебаний сооружений и их оснований при сейсмических воздействиях". Л.А. Мхитарян является автором более 60-и научных статей и отчетов, руководства по организации ИСС. После Спитакского землетрясения многие станции остались под развалинами, а ценные информации бесследно потеряны. Большой заслугой Л.А. Мхитарян является получение единственной качественной записи ускорения грунта (акселерограммы) главного удара Спитакского землетрясения, близкого к эпицентральной зоне, в райцентре Гукасян (Ашоцк), на расстоянии 33 км от эпицентра. На основании этой записи проведено и до сих пор во всем мире проводят всесторонний анализ Спитакского землетрясения, объясняя, уточняя и обнаруживая новые закономерности этих процессов. После Спитакского землетрясения 7 декабря 1988г. вместе с сестрой, старшим научным сотрудником ИГИС, канд. техн. наук Д.А. Мхитарян, провела большую работу по макросейсмическому обследованию в городах и населенных пунктах, а также по обследованию архитектурных и надгробных памятников в эпицентральной зоне республики, в особенности в г. Гюмри, в районах Ахуряна и Ашоцка. За добросовестную и активную работу награждена медалями "За доблестный труд" и "Ветеран труда", "Говестагиром" Президиума НАН РА, почетными грамотами ИГИС и НАН РА. После Спитакского землетрясения за активную научно-организаторскую деятельность Правительством РА посмертно награждена дарственной грамотой и памятной медалью. Светлый образ безупречной чистоты души, опытного специалиста, незаурядной личности, отзывчивого товарища навсегда останется в памяти коллег, друзей и всех тех, кто знал и общался с ней.

ИГИС НАН РА
ИГН НАН РА

ԷՄԻԼ ՎԱՂԻՆԱԿԻ ԱՆԱՆՅԱՆ



Հայաստանի Հանրապետության երկրաբանական գիտությունը ծանր կորուստ կրեց: 2003թ. դեկտեմբերի 13-ին, կյանքի 66-րդ տարում, հանկարծամահ եղավ երկրաբանահանքաբանական գիտությունների թեկնածու, ավագ գիտաշխատող Էմիլ Վաղինակի Անանյանը: Կյանքից հեռացավ մի

գիտնական որի աշխատանքները մեծ նշանակություն ունեին մեր հանրապետության տեկտոնական կառուցվածքը ճիշտ պատկերացնելու գործում:

Է.Վ.Անանյանը ծնվել է 1937թ. սեպտեմբերի 17-ին, Երևանում: 1959թ. ավարտել է Երևանի Պետական համալսարանի Երկրաբանական ֆակուլտետը և ընդունվել ԳԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի տեկտոնիկայի բաժինը: 1962թ. ընդունվել է Հայաստանի ԳԱ ասպիրանտուրա և համալրել Վ.Վ.Բելոուսովի ստեղծած դպրոցի աշակերտների շարքերը:

1968թ. հաջողությամբ պաշտպանել է թեկնածուական թեզ՝ «Կապանի բրախիանտիկլինորիումի և հանքային դաշտի առաջացման մեխանիզմը» թեմայով և ստացել երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածուի աստիճան:

1967թ-ից Է.Վ.Անանյանը մասնակցել է երկրաշարժերի կանխատեսման, ինչպես նաև երկրակեղևի և վերին մանթիայի խորքային կառուցվածքի ու զարգացման պրոբլեմների լուսաբանմանն ուղղված աշխատանքներին: Միևնույն ժամանակ նա մասնակցել է Ալպ-Հիմալայան ծալքավոր գոտու խզումնային խախտումների քարտեզի կազմման աշխատանքներին:

1971թ-ից Ալավերդու օգտակար հանածոներն ուսումնասիրող արշավախմբի կազմում Է.Վ.Անանյանը զբաղվել է Դեբեդ-Աղստև միջագետքի և Հյուսիսային Հայաստանի երկրաբանական կառուցվածքին, օգտակար հանածոների տեղաբաշխմանը և ծալքավոր ու խզումնային խախտումներին վերաբերվող ուսումնասիրություններին:

1975թ-ից Է.Վ.Անանյանը մասնակցել է Հարավ-Ուկրաինական և Ղրիմի ատոմակայանների տեղի որոշման և երկրաբանական քարտեզների կազմման աշխատանքներին: Այդ տարիներին նա կատարել է նաև աշխատանքներ նվիրված օֆիոլիթների պրոբլեմին:

1981-85թթ. Է.Վ.Անանյանը կատարել է տեկտոնական ուսումնասիրություններ Հայաստանի երկրակեղևի բլոկային կառուցվածքի, տեկտոնական գոտիների անջատման, նստվածքային ծածկույթի ստրուկտուրային բնույթի և երկրաշարժերի կանխատեսումնային ծրագրերին: Այդ աշխատանքների արդյունքում նրա կողմից կազմվել է «Հայաստանի Հանրապետության տարածքի խզումնային խախտումների քարտեզը», ՀՀ տարածքի տեկտոնական շրջանացման սխեման, տարանցիկ երկրաֆիզիկական կտրվածքներ և այլն:

1990թ. ձեռնամուխ է եղել «ՀՀ տարածքի ծալքավոր ու խզումնային կառույցների» ուսումնասիրմանը և ներկայացրել ամփոփիչ հաշվետվություն՝ ՀՀ տարածքի 1:200000 մասշտաբի երկրաբանա-կառուցվածքաբանական քարտեզով հանդերձ:

Է.Վ.Անանյանը 45 գիտական աշխատանքների և բազմաթիվ գիտա-արտադրական ու երկրաբանական առաջարկությունների հեղինակ է:

Է.Վ.Անանյանը մեծ հարգանք էր վայելում իր ընկերների, կոլեգաների և հարազատների շրջապատում: Նրա հիշատակը միշտ վառ կմնա հարազատների և ճանաչողների սրտերում:

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ