

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



2011

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

Գլխավոր խմբագիր՝
Ռ.Տ. ՋՐԲԱՇՅԱՆ

Պատասխանատու քարտուղար՝
Ռ.Ս. ՄՈՎՍԵՅԱՆ

Խմբագրական կոլեգիա՝
Ա.Վ. ԱՎԱԳՅԱՆ, Ա.Հ. ԱՂԻՆՅԱՆ, Հ.Ռ. ԲԱԴԴԱՍԱՐՅԱՆ,
Ս.Վ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Է.Ե. ԽԱՉԻՅԱՆ, Ա.Ս. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ,
Ս.Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Խ.Բ. ՄԵԼԻՔՍԵԹՅԱՆ, Ռ.Լ. ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ,
Ռ.Տ. ՄԻՐԻՋԱՆՅԱՆ, Ս.Ն. ՆԱԶԱՐԵԹՅԱՆ, Ն. Հ. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ

Главный редактор
Р.Т. ДЖРБАШЯН

Ответственный секретарь
Р.С. МОВСЕСЯН

Редакционная коллегия
А.В. АВАГЯН, А.О. АГИНЯН, А.Р. БАГДАСАРЯН,
С.В. ГРИГОРЯН, А.С. КАРАХАНИЯН, Х.Б. МЕЛИКСЕТИАН,
Р.Л. МЕЛКОНЯН, Р.Т. МИРИДЖАНИЯН, С.Н. НАЗАРЕТЯН,
С.М. ОГАНЕСЯН, Э.Е. ХАЧИЯН, Н. А. ГАБРИЕЛЯН

Editor in Chief
R.T. JRBASHYAN

Senior Secretary
R.S. MOVSESYAN

Editorial Board
A.V. AVAGYAN, A.H. AGHINYAN, H.R. BAGHDASARYAN,
S.V. GRIGORYAN, S.M. HOVHANNISIAN, A.S. KARAKHANYAN,
E.Y. KHACHIAN, Kh.B. MELIKSETIAN, R.L. MELKONYAN,
R.T. MIRIJANYAN, S.N. NAZARETYAN, N. H. GABRIELIAN

Խմբագրության հասցեն՝ 0019, Երևան-19, Մարշալ Բաղրամյանի պող. 24ա
Адрес редакции: 0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а
Editorial address: 24a, Marshal Baghramyan ave., Yerevan, 0019, Republic of Armenia
E-mail: geoscience @ geology. am
© Издательство “Гитутюн” НАН РА
Известия НАН РА, Науки о Земле, 2011

ՀՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ

ԹԻՎ 2	ՀԱՏՈՐ 64	2011
-------	----------	------

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Շ.Հ.Ամիրյան, Պ.Գ.Ալոյան, Ֆ.Մ.Մալաջիկյան. Նուրբ դիսպերս ոսկին
Հայաստանի որոշ ոսկեբեր հանքավայրերի հանքաքարերում և նրա
տեխնոլոգիական նշանակությունը3

Վ.Ա.Աղամալյան, Հ. Մայրինգեր, Տ.Կ. Լորսաբյան, Ա.Գ. Բարայեյան.
Հայկական բյուրեղային զանգվածի մինչքեմբրյան ամֆիբոլիտների
որպես Պան-Աֆրիկյան օվկիանոսային կեղևի հատվածի մետամոր-
ֆիզացված բազալտների երկրաքիմիական առանձնահատկություն-
ները15

Թ.Ա. Ավագյան, Բ.Ա. Թալիաշվիլի. Որոտան-Գորիս դիատոմիտաբեր
ավազանի ֆոսֆորիտային ապարների հարստացման մեթոդների մի
քանի առանձնահատկությունների և որպես պարարտանյութ դրանց
օգտագործման հեռանկարների մասին.....24

Ա.Ե. Ղազարյան. Հայաստանի տարածքի սելսմադինամիկ վիճակի
վերլուծությունը որպես ընթացիկ սելսմիկ վտանգի գնահատման
գործոններից մեկը29

Թ.Ա.Ավագյան, Ն.Բ.Կնյազյան, Ն.Մ. Հարությունյան. Որոտան-Գորիս
դիատոմիտաբեր ավազանի նոր միներալային հումքը և նրա օգտա-
գործման հեռանկարները43

Ա.Ա.Առաքելյան, Ա.Ս. Փիլոյան. Աղստև գետի ավազանի օրինակով
բնապահպանական ռիսկերի ենթակա ջրային մարմինների բացա-
հայտում և տարանջատում ըստ որակական և քանակական հատ-
կանիշների54

ՔՆՆԱԴԱՏՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ԲԱՆԱՎԵՃ

Ա.Խ.Մնացականյան, Յու.Գ. Ղուկասյան. Գրախոսական Դ.Ս. Ջրբաշյա-
նի “Արագած հրաբուխի լավաների պետրոլոգիան” գրքի վերաբերյալ65

ՀԻՇԱՐԺԱՆ ՏԱՐԵԹՎԵՐ

Սուրեն Հ. Մովսեսյան (ծննդյան 100-ամյակին).....69

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՆՍՏՆԵՐ

Անդրանիկ Ս. Ֆարամազյան (1926-2011)73

СОДЕРЖАНИЕ

Ш.О.Амирян, П.Г.Алоян, Ф.М.Маладжикян. Тонкодисперсное золото в рудах
некоторых золоторудных месторождений Армении и его технологическое
значение 3

В.А.Агамалян, Ф.Майрингер, Т.К.Лорсаян, А.Г.Исраелян. Геохимические
особенности докембрийских амфиболитов Армянского кристаллического
массива, как фрагмента метаморфизованных базальтов Пан-Африканской
океанической коры 15

Т.А.Авакян, Б.А.Талишвили. О некоторых особенностях методов обога-

шения фосфоритовых пород Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна и перспективах их использования как удобрение	24
А.Е.Казарян. Анализ сейсמודинамического состояния территории Армении как одного из факторов оценки текущей сейсмической опасности	29
Т.А.Авакян, Н.Б.Князян, Н.М.Арутюнян. Новое минеральное сырье Воротан –Горисского диатомитоносного бассейна и перспективы его использования	43
А.А.Аракелян, А.С.Пилоян. Выделение и определение водных тел, подверженных экологическим рискам по качественным и количественным характеристикам на примере бассейна реки Агстев	54

КРИТИКА И ДИСКУССИИ

А.Х.Мнацаканян, Ю.Г.Гукасян. Рецензия на книгу Д.С.Джербашяна «Петрология лав вулкана Арагац»	65
--	----

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

Сурен А. Мовсесян (к 100-летию со дня рождения)	69
--	----

ПОТЕРИ НАУКИ

Андраник С. Фарамазян (1926-2011)	73
--	----

TABLE OF CONTENT

Sh.H.Amiryan, P.G.Aloyan, F.M.Malagikyan. Fine-dispersed gold in ores of the some gold-bearing deposits of Armeniaand its technological value	3
V.A.Aghamalyan, F.Mayringer, T.K.Lorsabyan, A.G.Israelyan. Geochemical features of the pre-Cambrian amphibolites of the Armenian crystalline massif as a fragment of metamorphosed Basalts of the Pan-African oceanic crust	15
T.A.Avagyan, B.A.Taliashvili. Some features of the enrichment methods of Vorotan- Goris diatomite-bearing basin's phosphorite rocks and the prospects of its use as fertilizer	24
A.E.Kazarian. Analysis of the seismodynamic condition of the territory of Armenia as a factor of current seismic hazard assessment	29
T.A.Avagyan, N.B.Kniazyan, N.M.Harutiunyan. New mineral raw material of Vorotan-Goris diatomite-bearing basin and the prospects its use	43
A.A.Arakelyan, A.S.Piloyan. Identification and delineation of water bodies at risk by qualitative and quantitative characteristics on example of Aghstev river basin	54

CRITICISM AND DISCUSSION

A.Kh. Mnatsakanyan, Yu.G.Gukasyan. Review of the book by D.S.Jerbashyan " The Petrology of lavas on the Aragats Volcano"	65
---	----

MEMORABLE DATES

Suren H. Movsesyan (to 100 th anniversary)	69
--	----

LOSSES OF THE SCIENCE

Andranik S.Faramazyan (1926-2011)	73
--	----

ТОНКОДИСПЕРСНОЕ ЗОЛОТО В РУДАХ НЕКОТОРЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОПОЖДЕНИЙ АРМЕНИИ И ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

© 2011 г. Ш.О. Амирян*, П.Г. Алоян**, Ф. М. Маладжикян**

**Институт геологических наук НАН РА.*

0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24-а, Республика Армения,

***ООО «Геойд», 009, Ереван, пр. Маштоца, 43/14, Республика Армения,*

e-mail: geoidpetros@mail.ru.

Поступила в редакцию 21.03.2011г.

Рассматривается наличие тонкодисперсного и более мелкого самородного золота в рудах месторождений золотополиметаллической формации Армении, что открывает новые возможности полного его извлечения из разведанных запасов и совершенствования технологических схем переработки руды на Соткском, Меградзорском, Азатекском и других золотосодержащих месторождениях без существенных потерь учтенного золота.

Будущее золоторудной промышленности связано с промышленным освоением ресурсов тонкодисперсного золота. Вовлечение в сферу промышленного использования тонкодисперсного и наноразмерного золота стало возможным благодаря широкому применению прецизионных методов, которые сегодня переходят в разряд массовых аналитических и контрольно-измерительных методов тонкодисперсных объектов. К их числу относятся методы аналитической электронной микроскопии, которые позволяют получать как высококачественное изображение исследуемого объекта, так и информацию об особенностях его строения, минерального и элементного состава. На современном этапе развития горно-рудной промышленности Армении для внедрения этого технологического направления необходима научно-техническая программа перевооружения системы рудонодготовки и технологических схем переработки руд по примеру США и РФ.

Отметим, что Ш.О. Амирян в своих многочисленных публикациях неоднократно указывал на преобладание тонкодисперсного золота над видимым в рудах (минералах-носителях) золотосодержащих и золоторудных месторождений различных формаций (Амирян, 1972). Однако эти теоретические выводы не были глубоко осмыслены рудничными геологами и не имели технологического и практического выхода и остались невостребованными, т.к. в период экстенсивного освоения ресурсов электронно-микроскопические исследования по морфометрии, размерности и количественному соотношению видимого и невидимого золота в товарной рудной массе, к сожалению, не проводились, и перед армянскими геологами такая проблема не ставилась. К тому же, до сих пор не акцентируется технологическое значение тонкодисперсного золота не только при разведке и подсчете запасов, что может скорректировать схему

товарной рудоподготовки, но и при технологической переработке руд, что поможет избежать неоправданных потерь ценного металла (Алоян и др., 2008; Сазонов и др., 2008; Секисов, 2009).

В настоящей статье рассматриваются вопросы наличия тонкодисперсного самородного золота в рудах месторождений золотополиметаллической формации, что открывает новые возможности по полному извлечению золота из разведанных запасов и совершенствованию технологических схем переработки действующих и проектируемых горнорудных предприятий на примере Соткского, Меградзорского, Азатекского месторождений. Это объясняется тем, что для большинства полиметаллических месторождений подобных исследований не проводилось.

Настоящая работа является одной из первых попыток исследования тонкодисперсных и более мелких включений самородного золота на электронно-микроскопическом уровне в рудных минералах золотополиметаллических месторождений Армении.

Размеры и формы выделений самородного золота различны. Большая часть самородного золота в породах и рудах сульфидных месторождений, в особенности в зонах окисления и вторичного обогащения, представляющая промышленный интерес, представлена мельчайшими частицами, видимыми только под электронным микроскопом при больших увеличениях (до 7000-10000 раз). По крупности частиц золота выделяются: видимое ($>0,1$ мм), тонкодисперсное ($0,1$ мм- 1 мкм), коллоидно-дисперсное и субмикроскопическое ($0,1$ - $0,01$ мкм) и наноразмерное (10^{-3} мкм).

В современных технологических исследованиях по обогащению золотоносных руд особое внимание уделяется размерам частиц самородного золота, т.к. этим параметром обусловлены режим дробления и размер помола рудной массы с целью полного вскрытия агрегатов золота, а также металлургия получения чистого металла при максимальных извлечениях (94-96%). Следует учесть, что в традиционных технологических схемах (гравитация+ флотация) в большинстве случаев тонкодисперсное самородное золото не только не извлекается, но и не вскрывается. Некоторая часть этого золота извлекается при цианировании хвостов обогащения (или гравитации). Однако отсутствие данных о наличии тонкодисперсного самородного золота в рудах золотополиметаллической формации делает процесс цианирования малопродуктивным. Для решения проблемы необходимо проведение детальных минералогических и электронно-микроскопических исследований на различных стадиях разведки, добычи и переработки руды. Отсутствие количественных данных по соотношению видимого и тонкодисперсного золота при эксплуатации объекта приводит, с одной стороны, к значительным потерям, а с другой – к существенным расхождениям данных разведки (когда содержание золота определяется пробирным анализом, т.е. плавкой) и эксплуатации (когда ведется обратный расчет содержания золота в руде от концентрата, где тонкодисперсное самородное золото своего долевого участия почти не имеет). Для выявления и полного извлечения тонкодисперсного золота обычно

используют многоступенчатые схемы пробоподготовки. В США аналитические лаборатории используют мощное электромагнитное излучение в СВЧ-диапазоне, взрывное или плазмохимическое воздействие смеси азотной, соляной и плавиковой кислот, озон и сопутствующие ему активные соединения кислорода и водорода. В России минеральная масса обрабатывается мощным электромагнитным импульсом высокоэнергетичными электронами.

Следует учесть, что не всегда удастся извлекать тонкодисперсное и субмикроскопическое золото из колчеданных и полиметаллических руд, в особенности если концентратом является пирит, даже при максимальном дроблении руды. Бывают также случаи, когда содержание золота в пробах достигает 150-500 – 800 г/т, но под микроскопом при максимальных увеличениях оно не обнаруживается; они (агрегаты золота) появляются после неоднократного нагрева (до 5-6 раз) шлифов. Таких примеров много, и в литературе они описаны. Наиболее характерные примеры описаны С.К. Шабориным и И.Н. Плаксиным (Ленинское и Дарасунское месторождения), Бруно Гейером (штокверковые сульфидные месторождения Чучунко и Чивато в Чили), Ф. Гофманом (месторождение Титириби в Колумбии). В этих случаях рекомендуется предварительный обжиг при температурах 330-800°C в зависимости от формы и размеров тонкодисперсного самородного золота в пирите, хотя в практике имеются случаи, когда в процессе нагревания золото не укрупнялось и технологически не извлекалось (Крейтер и др., 1958). Характерны в этом отношении результаты экспериментальных исследований. При нагревании самородного золота при температуре 100°C и выше отмечалось образование в зернах золота более мелкозернистых гранулированных агрегатов. При температуре до 400-600°C преобладают процессы укрупнения, слияния тонкодисперсных золотинок, а при более высоких температурах агрегаты золота начинают дезинтегрироваться, т.е. отделяться друг от друга и рассеиваться. Установлено, что для укрупнения золота в пирите наиболее благоприятны температуры 350-450°C, а в арсенопирите – 400-500°C, но перераспределение золота в кристаллах этих минералов может происходить и при 250-300°C (Масляницкий, 1998). Установлено, что тонкодисперсное золото, связанное с остаточными органическими соединениями, обладает повышенной летучестью и потому не выявляется при проведении аналитических работ и теряется при обжиге и плавке (Секисов, 2009).

Считается, что дисперсное золото находится в металлическом состоянии. В скоплениях субмикроскопических золотинок других минералов, присущих выделениям самородного золота, пока, кроме серебра, не обнаружено, даже сурьмы и теллура, наиболее часто образующих с золотом природные соединения. Исследованиями А.М. Гаврилова, А.Г. Каймирасова и Н.В. Петровской с соавторами удалось выяснить, что крайне мала возможность вхождения атомов золота в кристаллическую решетку сульфидов железа (пирита) и мышьяка (арсенопирита), широко

распространенных в золотых рудах и часто концентрирующих невидимое золото (Николаева, 1990; Гаврилов и др., 1974, 1982; Каймирасов, 1974; Петровская, Фролова, 1969). К такому заключению пришел также А.А. Иванов, изучивший под электронным микроскопом образцы природного и синтетического золотосодержащего пирита при увеличениях $\times 7000$ (Иванов, 1956). Золото в пирите занимает вакансии в решетке минерала, а не замещает в нем железо. Экспериментальные исследования показали, что золото изоморфно входит в пирротин, галенит, халькопирит и борнит и не входит в пирит и сфалерит, и доказано наличие золота в пирите в форме собственных сульфидов (Сазонов и др., 2008).

Дисперсная (тонкозернистая) форма нахождения золота в минеральном веществе обусловлена существованием связей как с отдельными элементами основной минеральной матрицы, так и с изоморфными включениями и структурными внедрениями, т.е. основным геохимическим отличием дисперсного золота является его многоэлементная (многоканальная), а не моноэлементная связь в минерале-носителе, чем и определяется многообразие форм дисперсного золота в минеральной матрице и, как следствие, трудное извлечение (в отличие от форм с одноэлементными связями) (Секисов, 2009).

Таким образом, качественные показатели о формах и размерах нахождения и количественные данные о соотношении видимого и тонкодисперсного самородного золота в перерабатываемой руде являются технологической необходимостью во избежание потерь при освоении золоторудных и, в особенности, золотополиметаллических (сульфидных) руд.

Десятилетиями руды Соткского (ранее Зодского) и Меградзорского золотополиметаллических месторождений перерабатывались в совместной шихте (а иногда и в шихте с привозными казахскими рудами) в основном по укороченной схеме, редко подключалось цианирование хвостов обогащения. Известны скандальные споры с административными и партийными санкциями против геологов в связи с неподтверждением запасов и содержаний золота по результатам деятельности Араратской золотоизвлекательной фабрики. Оценка хвостов АрЗИФ показала, что среднее содержание золота в них намного превышает 1 г/т . Это результат не только технологических потерь, но здесь “кроется” также и доля дисперсного золота, т.е. формационного. При эксплуатации объектов не имелось детальных электронно-микроскопических данных о наличии тонкодисперсного самородного золота в полиметаллических рудах Сотка и Меградзора, которые в единой шихте перерабатывались не как полиметаллические, а как золотосульфидные.

Проведенные электронно-микроскопические исследования подтверждают вышесказанное предположение о наличии тонкодисперсного самородного золота в полиметаллических рудах эксплуатируемых (Соткского и Меградзорского) и подготовленного к промышленному освоению (Азатекского) месторождений.

На Соткском месторождении отобраны образцы из трех минералого-

технологических разновидностей руд: золотосурьмяной (антимонитовой), золотополиметаллической (халькопирит-галенит-сфалеритовой) и золото-мышьяковой с арсенопиритом (пирит-арсенопиритовой).

Золотосурьмяная разновидность руд характеризуется преимущественным содержанием антимонита и сульфосолей (до 50%), а в отдельных случаях доля антимонита доходит до 40%. Основными золотосодержащими минералами являются пирит и арсенопирит, которые и подверглись электронно-микроскопическим исследованиям. Образцы отбирались из эксплуатационного блока 5/11 рудного тела 1. Размеры видимого самородного золота колеблются от 3 до 100 мкм. Формы золотинок неправильные. В пиритах золотинок имеют изометричные округлые, почковидные формы, редко бесформенные, удлинённые (рис. 1.1). Размеры микровключений сильно варьируют в пределах 1-0,05 мкм; фактически это тонкодисперсное и более мелкое коллоидно-дисперсное самородное золото. Микровыделения золота часто образуют скопления в "облаках" кристаллов, где плотность микровключений $5 \cdot 10^3 \text{ см}^{-2}$, а размер самих "облаков" – 20-30 мкм. Относительно крупные из них по размеру обычно приурочены к микротрещинкам, микропорам и дефектам кристаллической решетки минерала-носителя. Почти аналогичная картина форм и распределения микровключений золота наблюдается в кристаллах арсенопирита (рис. 1.5)

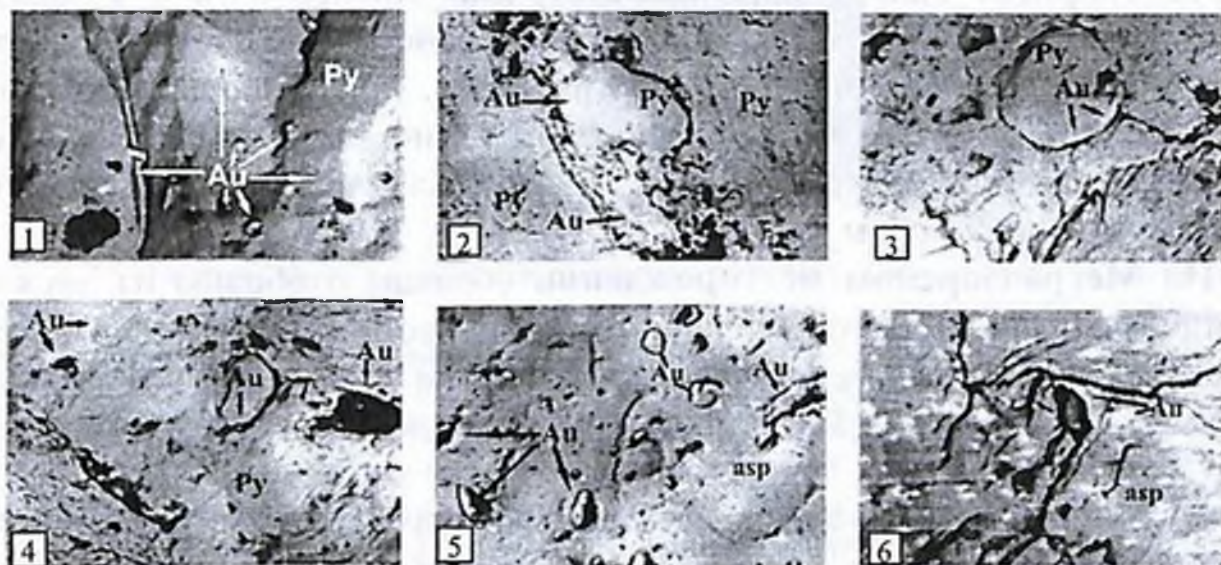


Рис. 1. Сотк. Микровключения самородного золота в кристаллах пирита и арсенопирита в различных разновидностях руд.

Золото в кристаллах пирита. Золотосурьмяная (антимонитовая) разновидность руд: 1 – микровключения самородного золота (Au) в кристаллах пирита (Py), ув. x7000; *Золотополиметаллическая разновидность руд:* 2 – выделения золота (Au) в трещинах кристалла пирита (Py), ув. x7000. *Золотомышьяковая с арсенопиритом (арсенопиритовая) разновидность руд:* 3-4 – микровключения золота (Au) в пиритах (Py), ув. x5000. *Золото в кристаллах арсенопирита:* 5 – микровключения золота (Au) в "облаках" кристалла арсенопирита (asp), ув. x7000. *Золотомышьяковая пирит-арсенопиритовая разновидность руд:* 6 – микровключения золота (Au) в арсенопирите (asp), ув. x5000.

Золотополиметаллическая разновидность руд характеризуется резким преобладанием пирита и почти равным соотношением халько-

пирита, галенита и сфалерита (15-20%). Редко наблюдаются буланжерит, антимонит и арсенопирит. Образцы отбирались из эксплуатационного блока 5/43 рудных тел 4 и 39. В *пиритах* микровключения тонкодисперсного самородного золота весьма редки, но относительно крупны по размерам (2-5 мкм). Они имеют округлые и каплевидные формы, между ними наблюдаются более мелкие выделения (рис. 1, 2).

Золотомышьяковая разновидность руд характеризуется резким преобладанием пирита и арсенопирита при соотношении 2:1 – 1:3. В *пиритах* обнаружены самородные микровключения золота классической формы – круглые, изометричные. Размеры микровключений – от доли микрометра до 5-6 мкм, т.е. это тонкодисперсное и субмикроскопическое самородное золото. Они равномерно распределены в кристаллах минерала-носителя (рис. 1.3, 1.4). В кристаллах *арсенопирита* количество микровключений золота относительно небольшое, но форма выделений также изометричная, и распределены они в минерале-носителе сравнительно равномерно (рис. 1.6).

Таким образом, минералого-технологические разновидности руд Соткского месторождения характеризуются наличием тонкодисперсного золота размерами до 5-6 мкм преимущественно в пиритах золотополиметаллической разновидности, а в золотосурьмяной и золотомышьяковой (с арсенопиритом) разновидностях размеры самородного золота в пиритах и арсенопиритах сильно варьируют от тонкодисперсного (~1 мкм) до субмикроскопического и коллоидно-дисперсного (~0,05 мкм). Форма выделения золотинок изометричная, округлая, почковидная, бесформенная и удлинённая, они часты в “облаках” кристаллов пирита и арсенопирита, а также приурочены к дефектам кристаллической решетки, микротрещинам и микропорам.

На Меградзорском месторождении образцы отобраны из двух разновидностей руд: золотоколчеданной (пиритовой) и золотополиметаллической. Образцы рудных минералов в основном отобраны из рудного тела 5 (шт. NN 57, 66 и 52). Изучены пирит, сфалерит, галенит и хальконит (рис. 2).

1. Золотоколчеданная разновидность руд. В кристаллах *пирита* дисперсное самородное золото встречается в двух резко выраженных генетических типах. Первый генетический тип образовался в объемной массе кристалла-носителя и, по всей вероятности, отлагался одновременно с кристаллизацией пирита (рис. 2.1); а второй – отлагался в микротрещинах (рис. 2.2), а также между границами кристаллов и осколков пирита или в виде микровключений в других минералах, заполняющих межкристаллические (межосколочные) пространства, либо золото отлагалось отдельно в виде бесформенных выделений (рис. 2.6-2.7). В объемной массе кристаллов пирита самородное золото представлено как в изометричных формах, так и со слабо развитой ограниченностью мульткристаллов пентагональной формы с размерами микровыделений 0,1-0,2 мкм – фактически субмикроскопическим самородным золотом. Часто мик-

ровыделения самородного золота формируют изолированные скопления. Второй генетический тип микровключений самородного золота связан с более поздними стадиями и отлагался в микротрещинах и микропорах пирита или в микрокристаллических пустотах. На рис. 2.3 видно, как в межкристаллическом пространстве пиритов образовались натечные формы халькопирита, в которых отлагались микровключения золота изометричных форм.

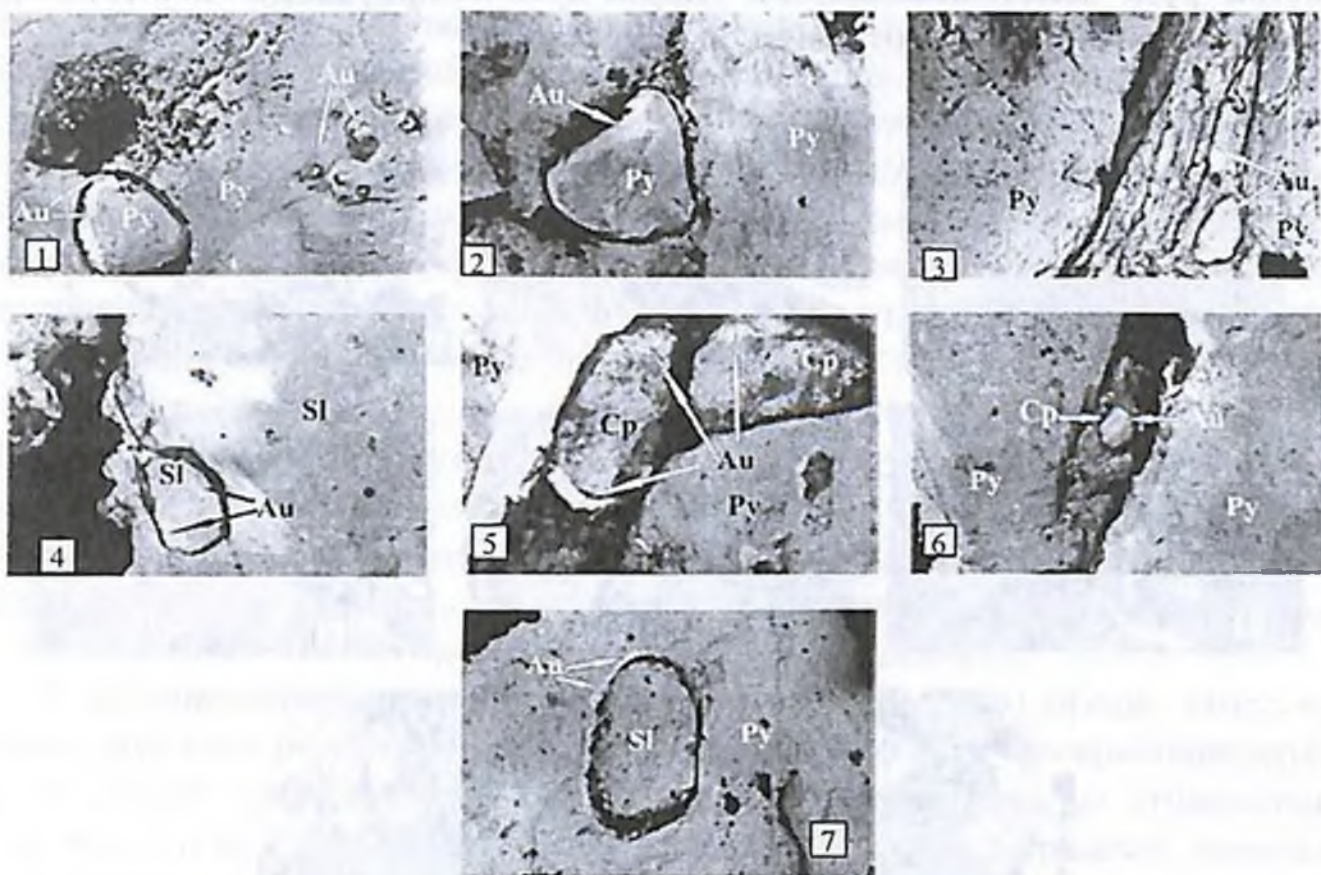


Рис. 2. Меградзор. Микровключения самородного золота в минералах различных разновидностей руд. Ув. $\times 7000$.

Золотоколчеданная (пиритовая) разновидность руд. Золото в пирите: 1 – золото (Au) в массе кристалла пирита (Py) с характерной пентагональной формой мультимикрокристаллов на правой части рис. 2 – золото (Au) в трещинах обломочного пирита (Py), 3 – микровключения золота (Au) в межблочном пространстве пирита (Py). **Золотополиметаллическая разновидность руд:** 4 – наиболее характерные формы выделения золота (Au) в кристаллах сфалерита (Sl); 5-6 – микровключения золота (Au) в халькопирите (Cp) в микротрещинах или в межкристаллических блоках пирита (Py); 7 – выделения золота (Au) по периметру микрообломка сфалерита (Sl).

2. Золотополиметаллическая разновидность руд. В кристаллах сфалерита микровключения самородного золота встречаются в виде изометричных, бесформенных, редко угловатых выделений с размерами около 2 мкм, т.е. это тонкодисперсное самородное золото. Обычно кристаллы сфалерита встречаются в межкристаллическом пространстве пиритов или в виде включений в пирите (рис. 2.4, 2.5). Микровключения золота в галенитах весьма редки, имеют изометричные формы при размерах 1-0,1 мкм, т.е. это субмикроскопическое самородное золото.

Таким образом, самородное золото в минералого-технологических

разновидностях руд Меградзорского месторождения в основном образует изометричные, угловатые, бесформенные тонкодисперсные (~2 мкм) выделения в сфалеритах золотополиметаллической разновидности руд, а в пиритах золотоколчеданной разновидности субмикроскопическое (0,1-0,2 мкм) самородное золото образует формы выделений со слабо развитой огранкой.

На Азатекском месторождении отобраны образцы из трех разновидностей руд: золотомышьяковой (пирит-арсенопиритовой), золотоколчеданной (пиритовой), золотосвинцово-сурьмяной.

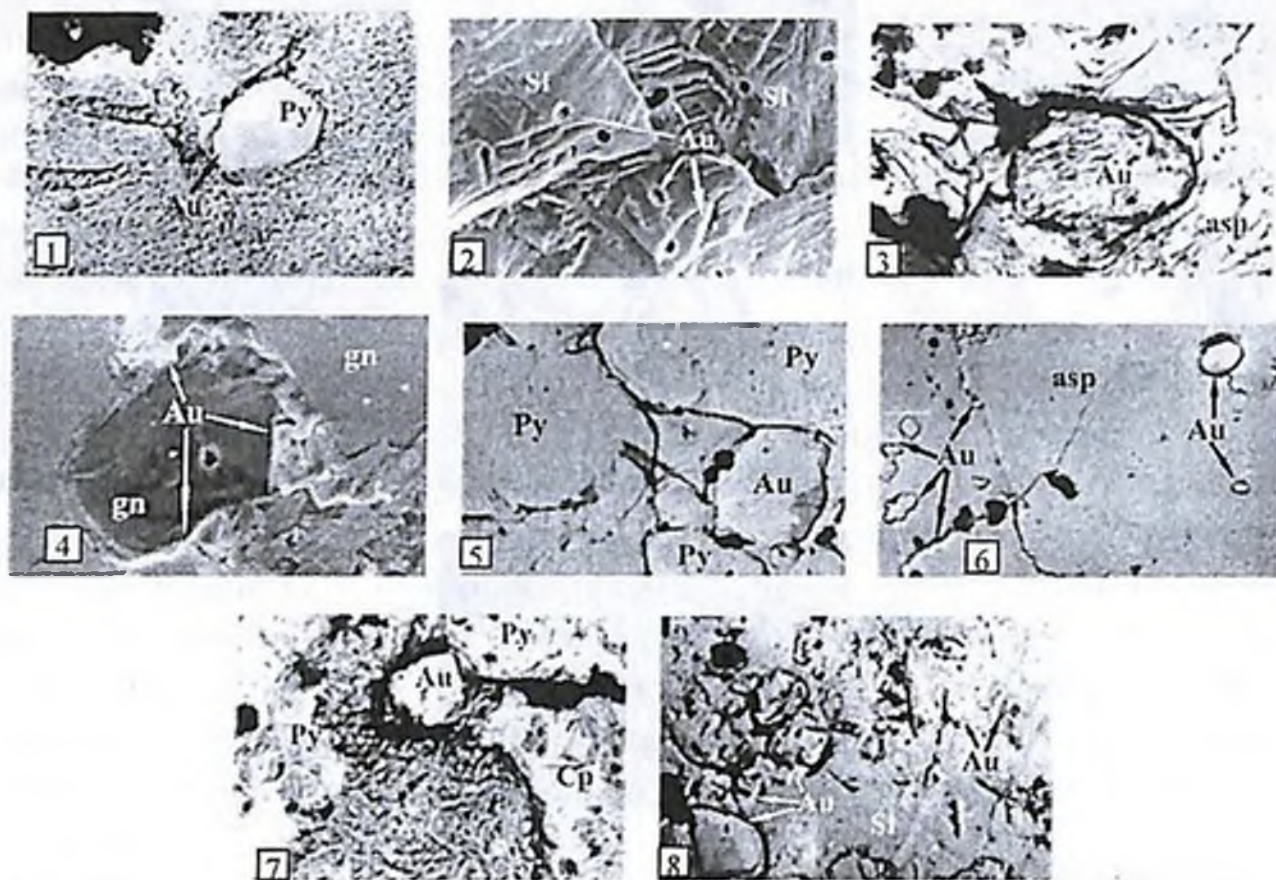


Рис. 3. Азатек. Микровключения самородного золота в минералах различных разновидностей руд.

Золотомышьяковая (пирит-арсенопиритовая) разновидность руд: 1 – характерные формы выделения золота (Au) в кристаллах пирита (Py), ув. $\times 10000$; 2 – микровключения золота (Au) в кристаллах сфалерита (Sl), ув. $\times 3000$; 3 – золото (Au) в арсенопирите (asp), ув. $\times 10000$; 4 – выделения золота (Au) в галените (gn), ув. $\times 3000$. Золотоколчеданная (пиритовая) разновидность руд: 5 – золото (Au) между раздробленными кристаллами (осколками) пирита (Py), ув. $\times 3400$; 6 – золото (Au) в арсенопирите (asp), ув. $\times 6000$. Золотосвинцово-сурьмяная (свинцово-сурьмяная) разновидность руд: 7 – микровключения золота (Au) между кристаллами пирита (Py) или в контакте пирита с халькопиритом (Cp), ув. $\times 7000$; 8 – характерные формы микровыделений золота (Au) в кристаллах трещиноватого сфалерита (Sl), ув. $\times 6000$.

1. Золотомышьяковая разновидность руд (20% от общих запасов) характеризуется преимущественным преобладанием пирита и арсенопирита; в различных соотношениях участвуют сфалерит, галенит, блеклая руда, халькопирит, редко сульфосоли, ковеллин, лимонит и гематит. Основными концентраторами тонкодисперсного самородного золота являются блеклая руда, кварц, пирит, арсенопирит, сфалерит, галенит. Образцы отбирались из рудного тела 1 (шт. N46). Электронно-микроскопи-

ческим исследованиям подвергнуты пирит, арсенопирит, сфалерит и галенит. В *пиритах* в основном наблюдаются микровключения тонкодисперсного самородного золота изометричной формы размерами 1-2 мкм, которые очень хорошо видны на равномерно вытравленной поверхности пирита (рис. 3.1). Эти микровыделения находятся в объемной массе пирита, и их скопления не наблюдаются в дефектах кристаллической решетки. Распределение микровключений равномерное, а количество умеренное. В *кристаллах сфалерита* обнаружена наибольшая концентрация самородного золота. Подавляющее большинство золотинок имеет изометричные формы – круглые, линзообразные, редко – удлиненные. У некоторых микровыделений наблюдается слаборазвитая огранка. Размеры микровыделений тонкодисперсного самородного золота составляют 1-2 мкм, местами образуя изолированные скопления в объемном массиве минералов-носителей (рис. 3.2). В *арсенопирите* микровключения золота имеют изометричную форму, чуть угловатую, размеры относительно крупные (1-4 мкм), т.е. это тонкодисперсное самородное золото (рис. 3.3). Изредка встречаются скопления микровыделений губчатого золота, несомненно гинергенного происхождения. Микровключения тонкодисперсного самородного золота обнаружены также в *галените* (рис. 3.4). Здесь часто микровключения окружены рыхлым трещиноватым (признаки дезинтеграции) агрегатом (возможно, высокосеребристого золота), который как будто заполняет пустые пространства между кристаллами.

2. Золотоколчеданная разновидность руд (46,5% от общих запасов) характеризуется резким преобладанием пирита и частично арсенопирита, как основных концентраторов самородного золота. Образцы отбирались из рудного тела 2 (шт. N48). *Пирит* представлен как отдельными, хорошо оформленными кристаллами, так и в виде мелких раздробленных кристаллов и их осколков. Во всех пиритах обнаружены самородные золотишки. В раздробленных пиритах самородное золото наблюдается как в массе осколков, так и между осколками (рис. 3.5). Межосколочные выделения золота – это обычно бесформенные частицы, размеры которых не более 1 мкм. В массе осколков микровыделения имеют изометричные формы размерами 1-2 мкм (тонкодисперсное). Количество микровыделений самородного золота в пиритах минимально. В хорошо оформленных кристаллах пирита тонкодисперсное самородное золото встречается редко, при этом его формы круглые изометричные, размерами 1-2 мкм. В *кристаллах арсенопирита* микровключения самородного золота встречаются чаще, чем в пиритах, но по размеру они субмикроскопические (<1 мкм). Они наблюдаются в микротрещинах и приурочены к различным дефектам кристаллической решетки минералов-носителей. Формы микрочастиц разнообразные – изометричные, бесформенные, удлиненные, дендритовидные (рис. 3.6).

3. Золотосвинцово-сурьмяная разновидность руд (17,2% от общих запасов) опробована в пределах рудного тела 1 (шт. N 42). Исследования проводились на золотосодержащих минералах: пирите, халькопирите и

сфалерите. Микровключения золота в *пиритах* обнаружены как в объемной массе минералов-носителей, так и на границах осколков кристаллов и в контактах пирита с другими минералами (рис. 3.7). На рисунке тонкодисперсное самородное золото находится в контакте пирита и халькопирита. Межосколочные или межграницные микровыделения самородного золота обычно бесформенные, извилистые, угловатые, а в массе кристаллов часто округлые, реже удлинённые. Размеры микровключений колеблются в больших пределах – от долей микрометра до нескольких, т.е. в этой разновидности самородное золото тонкодисперсное и субмикроскопическое. Наибольшие концентрации самородного золота в рудах золотосвинцово-сурьмяной разновидности наблюдаются в *сфалеритах* (рис. 3.8). Размеры золотинок от сотых долей мкм до 1-2 мкм, т.е. от тонкодисперсного до коллоидно-дисперсного. Наблюдаются изометричные, угловатые, слабо ограненные формы, чаще всего в “облаках” минералов-носителей. Изредка встречаются относительно крупные скопления, и, как правило, они приурочены к межосколочным границам и имеют угловатые формы.

Таким образом, на Азатекском месторождении, в отличие от Сотка и Меградзора, наблюдается отчетливо выраженная специализация разновидностей руд по размерности дисперсного самородного золота. *Золотомышьяковая* разновидность характеризуется наличием *тонкодисперсного* (1-4 мкм) самородного золота изометричной, линзовидной, удлиненной, чуть угловатой формы, почти однородной по размерам в пирите, сфалерите, арсенопирите и галените. *Золотоколчеданная* разновидность характеризуется наличием тонкодисперсного (1-2 мкм) и преимущественно субмикроскопического (<1 мкм) самородного золота в пирите и арсенопирите, причем наряду с бесформенными, изометричными, удлиненными и дендритовидными выделениями в объемной массе минералов-носителей и между ними и их осколками в пиритах наблюдаются хорошо оформленные (ограненные) выделения. *Золотосвинцово-сурьмяная* разновидность характеризуется резкими колебаниями размеров самородного золота от тонкодисперсного (1-2 мкм) до преимущественно субмикроскопического (<0,5 мкм) и коллоидно-дисперсного (до сотых долей мкм) при изометричных, бесформенных, извилистых, угловатых, удлиненных, в отдельных случаях со слабой огранкой (в сфалерите) выделений как в объемной массе минералов-носителей, так и в дефектах их кристаллической решетки.

Вышеприведенный материал дает нам основание отметить следующее.

В основных рудообразующих минералах золотополиметаллических месторождений Армении установлено наличие микровключений в виде тонкодисперсного, субмикроскопического и коллоидно-дисперсного самородного золота во всех исследованных образцах под электронным микроскопом при увеличении от 3000 до 10000 раз – в пирите, арсенопирите, сфалерите, халькопирите, галените. Формы микровключений, их

размеры, распределение и плотность весьма разнообразны, но преобладают почти однотипные микровключения – изометричные, округлые, бесформенные, иногда угловатые, почковидные, а изредка с хорошо, либо слабо выраженной огранкой выделения в объемной массе минералов-носителей или в дефектах их кристаллической решетки, микротрещинах и микропорах, а часто в их межкристаллических и межосколочных пространствах.

Изучение микровключений золота в рудных минералах методом реплик на уровне электронной микроскопии дает богатый материал о морфогенетических особенностях микровключений и соотношении видимого и дисперсного золота, что имеет принципиальное значение не только в разработке высокоэффективных технологических схем по извлечению тонкодисперсного и более мелкого золота, но и обеспечит полное извлечение подсчитанных запасов и позволит избежать технологических и формационных потерь благородных металлов.

Промышленное освоение ресурсов тонкодисперсного (то же субмикроскопического и коллоидно-дисперсного) самородного золота – это будущее золоторудной отрасли, т.к. будут вовлечены в переработку огромные ресурсы бедного золотосодержащего нетрадиционного сырья. Это потребует разработки новых технологических схем добычи, рудоподготовки, обогащения и металлургического передела на основе детальных минералого-технологических исследований на электронно-микроскопическом уровне с целью выявления морфоструктурных и морфогенетических особенностей самородного золота во всех промышленных типах золотосодержащих руд.

Литература

- Алоян П.Г., Алоян Г.П. Ресурсный потенциал рудного сырья Армении. Ереван: Геойд. 2008, 604 с.
- Амирян Ш.О. Золото. В кн.: “Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР”. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1972, с. 316-328.
- Арустамян М.А., Санакулов К.С. Совершенствование техники и технологии обогащения золотосодержащих руд на Ангренской обогатительной фабрике. Золотодобывающая промышленность, 2009, №4, с. 22-25.
- Гаврилов А.М., Алышева Э.Н., Шевченко В.Н. О природе субмикроскопического золота в арсениопирите золотомышьякового месторождения. М.: Тр. ЦНИГРИ. 1974, вып. 112, 47 с.
- Гаврилов А.М., Плешаков А.П., Берштейн П.С. и др. Субмикроскопическое золото в сульфидных некоторых месторождений вкрапленных руд. Сов. геология, 1982, № 8, с. 81-86.
- Иванов А.А. Опыт применения электронно-микроскопического метода в исследовании рудных минералов. Зап. Всес. минер. общ-ва, 1951, № 3, с.127-135.
- Каймирасов А.Г. Об электронно-микроскопическом изучении золотоносных пиритов. Изв. АН КазССР, 1974, вып. 112, 47 с.
- Крейтер В.М., Аристов В.В., Волынский И.С. и др. Поведение золота в зоне окисления золотосульфидных месторождений. М.: Госгеолтехиздат. 1958, 268 с.
- Масляницкий И.Н. Тонковкрапленное и рассеянное золото в сульфидных рудах. Инф. бюллетень ин-та МЕХАНОБР. 1998, № 12, с. 49-54.
- Николаева Л.А. О чем рассказывают золотишки. М.: Недра. 1990, 111 с.

- Петровская Н.В., Фролова К.Е. Опыт сравнительного исследования тонкодисперсного золота и микрорельефа поверхности золотых выделений (по данным электронной микроскопии). В кн.: "Типоморфизм минералов". М.: Наука. 1969, с. 104-127.
- Сазонов А.М., Звягина Е.А., Леонтьев С.И. и др. Ассоциации микро- и наноразмерных обособлений благороднометалльного комплекса в рудах. Красноярск: журн. СФУ, инженерии и технологии. 2008, N1, с. 17-32.
- Секисов А.С. Руды, содержащие дисперсное золото: геолого-технологические особенности и пути повышения эффективности переработки. Золотодобывающая промышленность, 2009, N 4, с. 14-19.

Рецензент К.М. Мурадян

ՆՈՒՐԲԴԻՍՊԵՐՍԻՈՆ ՈՍԿԻՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՈՐՈՇ ՈՍԿԵԲԵՐ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՀԱՆՔԱՔԱՐԵՐՈՒՄ ԵՎ ՆՐԱ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Շ.Հ. Ամիրյան, Պ.Գ. Ալոյան, Ֆ.Մ. Մալաջիկյան

Ամփոփում

Դիտարկվում է նրբացանային բնածին ոսկու առկայության հնարավորությունը Հայաստանի ոսկի-բազմամետաղային հանքավայրերի հանքաքարերում, ինչը հնարավորություն կստեղծի ապահովել ոսկու լիովին կորզումը հետախուզված պաշարներից և կատարելագործել հանքահումքի վերամշակման սխեմաները Սոթքի, Մեղրաձորի, Ազատեկի և ոսկեբեր այլ հանքահումքերից:

FINE-DISPERSED GOLD IN ORES OF THE SOME GOLD-BEARING DEPOSITS OF ARMENIAN AND IT TECHNOLOGICAL VALUE

Sh.H. Amiryan, P.G. Aloyan, F.M. Malagikyan

Abstract

The presence of fine-dispersed gold and finer native gold in ores of gold-polymetallic formation deposits of Armenia that opens new possibilities for total gold extraction from prospected resources and upgrading of processing technological schemes on Sotk, Megradzor, Azatek and other gold-bearing deposits without *significant* losses of gold stock is considered.

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОКЕМБРИЙСКИХ
АМФИБОЛИТОВ АРМЯНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО
МАССИВА, КАК ФРАГМЕНТА МЕТАМОРФИЗОВАННЫХ
БАЗАЛЬТОВ ПАН-АФРИКАНСКОЙ ОКЕАНИЧЕСКОЙ КОРЫ**

© 2011г. В.А.Агамалян*, Ф.Майрингер, Т.К.Лорсабян*,
А.Г.Израелян***

**- Институт геологических наук НАН РА,
0019, Ереван, пр.Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
e-mail: vagamali@yahoo.com;*

*** - Зальцбургский университет, Emprechting 13, A-4921 Hohenzell, Австрия,
e-mail: inngeo@tele2.at
Поступила в редакцию 27.04.2011*

В пределах Армянского кристаллического массива докембрийские амфиболиты обнажаются на площади 250 кв.км при мощности 2 км. Амфиболиты слагают казахскую свиту и часть анкаванской свиты разреза докембрия Армении. Наши петрологические и геохимические исследования показывают, что амфиболиты по составу соответствуют базальтам океанического ложа и могут быть отнесены к базальтами типа E-MORB, что очевидно, является спецификой океанической коры Панафриканского Протетиса.

Введение: Докембрийские образования Армянского (Цахкуняцкого) кристаллического массива развиты на площади 700 кв.км при суммарной мощности 7 км. Они слагают выступ кристаллического фундамента Перигондванского Киммерийского (Армяно-Иранского) мезоконтинента в ядре верхнемелового орогена Южного Кавказа (Агамалян, 2008). Докембрийские формации подробно закартированы в крупном масштабе и детально изучены литостратиграфическими, петрографическими, петрохимическими и изотопно-геохронологическими методами (Агамалян, 1998).

Настоящая статья посвящена изучению докембрийских формаций Армении современными количественными геохимическими методами на основании данных рентгено-флюоресцентного (XRF) анализа. Первым объектом новых геохимических исследований выбраны амфиболиты казахской свиты, которые согласно нашим геолого-петрологическим исследованиям были представлены как офиолитовые толеит-базальтовые метавулканиты (Агамалян, 1994), содержащие лизовидные массивы офиолитовых ультрамафитов (Агамалян, 1988). Фактически ставится эксперимент проверки геолого-петрологической гипотезы современными геохимическими методами.

Геолого-структурные особенности. Амфиболиты казахской свиты имеют мощность в 1850 м и развиты на площади около 250 кв.км. Они развиты в 50 км к северу от города Еревана в районе селений Мравян, Чкнах, Дзораглух и Лусагюх до водораздела Цахкуняцкого хребта, а также отмечаются в составе анкаванской свиты в районе селений Анкаван и

Мармарик. Амфиболиты метаморфизованы в фации зеленых сланцев и в амфиболитовой фации. Породы имеют мелко- среднезернистое сложение и нематобластовую структуру и состоят из амфиболов ряда чермакит-чермакитовая роговая обманка-актинолит, из плагиоклаза (андезин-альбит), хлорита, эпидота и акцессорного рутила, замещаемого лейкоксером. В амфиболитовой толще содержатся маломощные (0,2-0,5 м) метаосадочные прослои графитистых альмандин-мусковитовых кварцитов гранолепидобластовой структуры, которые представляют собой метафтаниты – докембрийские аналоги фанерозойских абиссальных кремней. В каспийской свите содержатся линзовидные тела размером 50-200 м, представленные апогартбургитовыми хризотил-антигоритовыми серпентинитами и тальк-тремолитовыми метакоматиитами с реликтами игловато-нематобластовой структуры, напоминающие структуры спинифекс. Серпентинит-амфиболитовая толща густо пронизана многочисленными телами белых трондьемитов (плагиогранитов). Плагиограниты докембрия имеют Rb/Sr изохронный возраст в 647 ± 137 Ma при мантийном значении первичного отношения $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 = 0.703361 \pm 0.000143$ (Агамаян и др., 1997), чем определяется верхний возрастной предел каспийской свиты. Согласно нашим структурным исследованиям Армянский кристаллический массив сформировался в результате надвигания Анкаванской серии, содержащей в своем основании каспийскую офиолитовую свиту и лежащую на ней анкаванскую примитивно-островодужную свиту (Агамаян, 2006) на Арзаканскую и Далларскую сиалические серии в ходе Панафриканского орогенеза. При этом произошло внедрение калиевых гранитогнейсовых куполов с Rb/Sr возрастом в 520 Ma с коровым первичным отношением $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 = 0.710$ (среднее значение), что привело к консолидации докембрийской коры. (Агамаян, 2000)

Геохимические исследования. Настоящее исследование основано на приводимых впервые XRF анализах содержаний как петрогенных, так и малых элементов, помещенных в таблице 1. По этим данным рассматривается геохимия основного магматизма каспийской офиолитовой свиты докембрия Армении.

Методика анализов: Для 11 проб анализы главных и малых элементов выполнены Францем Майрингером в Австрии, в Зальцбургском университете рентгено-флюоресцентным методом (XRF) на приборе Bruker Instrument S4 Explorer с Rh-трубкой мощностью в 4 kW по гранту INTAS – 01 – 0242 “Petrology and Geodynamics of pre-Alpine complexes in the Caucasian segment of the Mediterranean fold belt” в 2005 году.

Петрохимия. На петрохимических диаграммах (рис. 1) кроме точек новых XRF анализов (таблицы 1, кружочки) показаны также и точки составов весовых анализов амфиболитов (треугольники), опубликованные в более ранних статьях (Агамаян, 1994, 2006).

Таблица 1

Содержания главных и малых элементов в амфиболитах докембрия Армении
(главные окислы в вес. %-ах, а малые элементы – в р.р.м)

NNп/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sam.	A259	F2367	A421	A256	A422	A427	F2360	A420	A426	A423	F2691	F2679
SiO ₂	44.12	44.29	45.47	46.80	46.85	46.96	47.44	47.95	49.21	49.48	44,2	48.41
TiO ₂	2.16	1,24	3.01	1,27	1.30	1.61	1.71	2.11	1.76	1.41	1,98	0.99
Al ₂ O ₃	14.78	10,88	13.00	10.50	10.85	10.72	13.49	14.73	13.99	15.21	15,71	15.75
FeO*	12.08	13,3	15.61	10.81	11.06	10.83	10.55	12.17	11.63	10.56	12,5	8.58
MnO	0.31	0,18	0.25	0,19	0.18	0.18	0.16	0.20	0.23	0.17	0,17	0.18
MgO	7.18	16,67	7.38	14.98	15.38	14.42	12.20	7.44	7.17	8.61	10,33	8.48
CaO	13.57	8,35	9.60	10.09	9.43	9.74	7.66	9.97	9.13	8.43	8,55	11.30
Na ₂ O	1.81	0,95	2.86	1,00	1.78	1.34	2.91	2.65	2.90	3.95	2,4	2.63
K ₂ O	0.54	0,26	0.52	0,24	0.19	0.22	0.19	0.40	0.61	0.36	0,77	0.25
P ₂ O ₅	0.22	0,1	0.32	0,20	0.21	0.15	0.30	0.20	0.16	0.11	0,3	0.09
LOI	1.91	4,05	1.08	3.54	2.39	2.52	2.42	1.56	2.40	1.54	3,12	2.20
TOT	98.68	100,28	99.10	99.62	99.62	98.68	99.03	99.38	99.19	99.83	100,03	98.86
Mg #	51.43	70.41	45.72	71.18	71.25	70.34	67.32	52.13	52.36	59.22	66.76	63.80
Cr	170	885,4	166	685	674	759	-	125	113	305	356	358
Ni	102	748,7	62	596	597	505	-	80	72	125	190,5	161
Co	47	74	34	55	64	58	-	40	44	39	50	45
Sc	41	24,5	42	23	27	30	-	38	42	38	39,8	31
V	357	230,9	477	234	223	229	-	340	366	285	276,7	209
Pb	3	2,6	5	10	1	4	-	1	2	2	2,4	7
Zn	90	112,3	112	88	87	87	-	105	113	80	105,2	84
S	-	0,01	-	0.02	-	0.01	-	0.01	0.3	0.01	-	0.02
K	4483	2075	4317	1992	1577	1826	1577	3321	5064	2988	6807	2075
Rb	2	1,5	1	2	1	3	-	1	11	2	11,7	1
Ba	48	86,4	55	17	30	65	-	48	102	68	72,2	55
Sr	308	96,5	157	82	158	75	-	183	359	329	281,5	379
Ga	20	16,5	20	15	14	14	-	21	17	17	18,5	13
Nb	9.0	7,4	7.0	7.0	7.0	11.0	-	8.0	6.0	6.0	15,5	2.0
Zr	158	113,2	198	90	92	113	-	143	115	95	182	74
Ti	12949	9412	18045	7614	7793	9652	10251	12649	10551	8453		5935
Y	37	20,3	47	16	19	21	-	34	41	20	36,7	22
Th	-	1,2	-	2	-	3.00	-	2.00	1.00	1.00	4,3	1.00
U	5	5,8	6	7	2.3	4.2	-	0.7	0.7	1.8	0,3	-
La	11	15,8	9	11	5	16.00	-	6.00	2.00	1.00	6,3	8.00
Ce	12	17,7	13	25	170	14.00	-	19.00	9.00	11.00	27,9	1.00
Nd	7	2,9	16	11	15	8.00	-	16.00	15.00	11.00	16,8	5.00
Cl	89	206,5	71.	143	42	95.00	-	50	307	64	141,7	102

Список анализов: 1-обр.А259,амфиболит с рутилом в 1 км к В от г.Дамлик; 2-обр. F2367, амфиболит в 2 км к С-СВ от с. Чкнах ; 3– обр.А421, амфиболит среднезернистый, 0.5 км к С от с.Чкнах; 4– обр.А256, амфиболит среднезернистый, к В от г.Тухманук; 5- обр.А422 амфиболит , 3 км на В от с.Лусагюх; 6 – обр. А427 амфиболит в 3.5 км на В от с.Лусагюх. 7 – обр F2360, амфиболит крупнозернистый пятнистый в 1км к С от с.Чкнах; 8– обр. А420, амфиболит в 1.5 км на С от с.Чкнах; 9- обр. А426, амфиболит к С-СВ от с.Чкнах; 10–обр. А423, амфиболит к В с.Лусагюх; 11-обр.F2691, амфиболит, в 2 км С-СЗ с. Анкаван;12- 2679, амфиболит , 5 км на СЗ от с.Анкаван.

Химические составы амфиболитов пересчитаны на нормативно-минеральные составы по методу CIPW для составления представления о возможном минеральном составе исходных базальтовых лав и их полнокристаллических фаций (табл. 2).

Таблица 2
Нормативно-минералогический состав метабазальтов по CIPW в вес. %-ах

NN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sam	A259	F2367	A421	A256	A422	A427	F2360	A420	A426	A423	F2691	F2679
Or	3,35	1,62	3,12	1,02	1,15	1,35	1,20	2,41	3,74	2,16	4,75	1,53
Ab	12,16	7,80	24,40	8,34	15,31	11,46	26,32	22,71	24,47	33,72	19,89	22,65
An	32,33	26,23	21,58	24,56	21,65	23,56	24,79	27,75	24,70	23,16	31,33	31,59
Di	30,43	13,36	20,50	20,92	20,04	20,51	11,06	17,59	17,48	15,22	8,89	20,93
Hy	0,00	23,74	1,45	28,54	15,32	25,77	14,09	14,27	19,12	0,18	1,93	8,39
Ol	13,76	21,30	18,48	10,31	20,61	10,93	19,06	7,68	3,44	19,92	24,79	10,53
Mt	3,07	3,03	3,83	2,71	2,74	2,71	2,73	3,00	2,91	2,59	2,84	2,14
Cm	0,33	0,20	0,04	0,16	0,15	0,17	0,00	0,03	0,00	0,07	0,08	0,08
Il	4,31	2,48	5,82	0,00	2,53	3,17	0,00	4,01	3,46	2,72	3,92	1,94
Ap	0,55	0,25	0,77	0,00	0,50	0,37	0,76	0,56	0,68	0,26	0,74	0,22
Su m	100,2 9	100,00	100,00	96,56	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,16	100,00

Как видно из таблицы 2, исходные породы амфиболитов представляли собой оливин-нормативные двупироксеновые базальты с плагиоклазом состава битовнит-андезин и с рудным минералом, представленным титано-магнетитом.

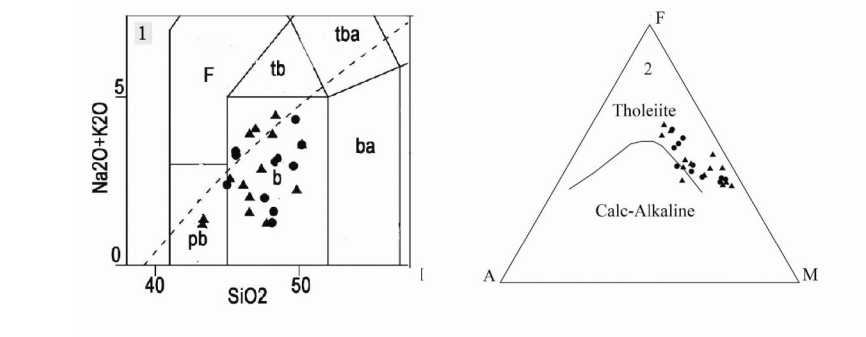


Рис. 1. Дискриминантные петрохимические диаграммы.

Обозначения: 1 – Диаграмма TAS, поля диаграммы: pb-пикробазальт; b-базальт; ba- базальтовый андезит; F- фойдиты; tb- трахибазальт; tba- трахибазальтовый андезит; 2 -Диаграмма AFM для разделения толеитовых и известково-щелочных серий.

Согласно общепринятой петрохимической классификации по диаграмме TAS (Le Bas et al., 1986) (рис. 1, N1), составы всех проб соответствуют базальту и пикробазальту. Породы относятся к известково-щелочному и субщелочному типу, разделенным пунктирной линией Макдональда-Коцеры. На диаграмме AFM (Irvin and Barager, 1971) (рис. 1, N2) все рассматриваемые пробы располагаются в толеитовом поле или на границе полей.

Геохимия. Геохимические исследования основаны на изучении поведения 21 элемента. В Австрии методом XRF были определены элементы группы железа Mg, Cr, Ni, Co, Sc, V; халькофильные элементы Pb, Zn и редкие элементы Rb, Ba, Sr, Ga, Nb, Zr, Y, Th, La, Ce, а из галлогенов Cl.

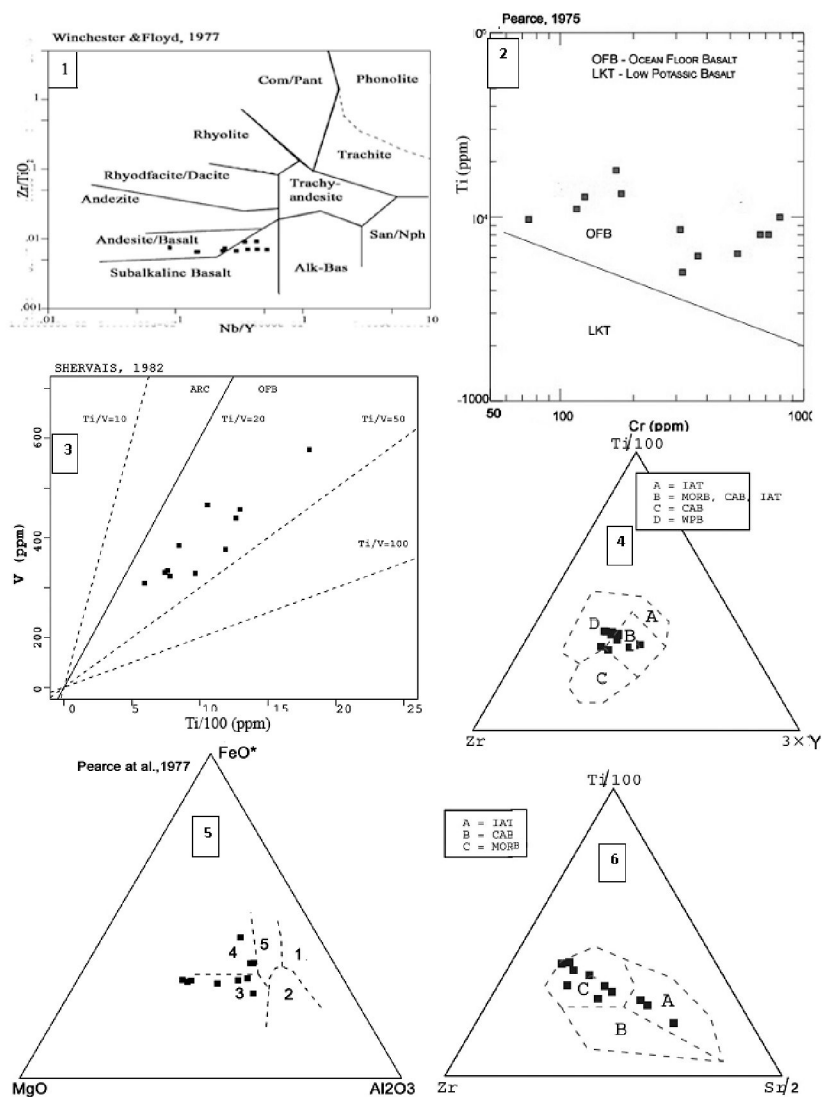


Рис.2. Геохимические диаграммы поведения отдельных элементов в амфиболитах.

Результаты геохимических исследований малых элементов выведены на общепризнанные геохимические диаграммы, размещенные в пределах составного рисунка 2 (NN 1-6).

На диаграмме Nb/Y-Zr/TiO₂ (Winchester & Floyd, 1977) (рис. 2, N 1) фигуративные точки анализов амфиболитов казахской свиты попадают в поле субщелочного базальта, а часть продолжается в поле базальтового андезита, несмотря на то, что на диаграмме TAS все они расположены в поле базальта (рис. 1, N1). По соотношению Cr/Ti (Pearce, 1975) (рис. 2, N 2) все точки анализов амфиболитов ложатся в поле базальтов океанического ложа (OFB). На диаграмме Ti/1000-V (Shervais, 1982) (рис. 2, N 3) все точки анализов амфиболитов казахской свиты также попадают в поле базальтов океанического ложа (OFB). По соотношению Zr-Ti/100-Sr/2 (Pearce & Cann, 1973) (рис. 2, N 4) точки амфиболитов попадают в большинстве в поле базальтов срединно-океанических хребтов MORB (C), а три пробы ложатся в поле толеитов океанических островов (OIT)(A). На диаграмме MgO-FeO*-Al₂O₃ (рис. 2, N5) (Pearce et al., 1977) фигуративные точки располагаются также в поле (3) – базальтов океанических хребтов, и три пробы переходят в поле (4)-океанических островов, что является примером того, как поведение петрогенных элементов подтверждает в деталях картину, полученную по поведению рассеянных элементов на предыдущей диаграмме (рис. 2, N4). Это является еще одним свидетельством, подтверждающим положение об изохимическом, в целом, характере регионального метаморфизма, в частности в пределах Армянского кристаллического массива, имевшем место более 700 *Ma* тому назад. По соотношению Zr-Ti/100-Yx3 (Pearce & Cann, 1973) (рис. 2, N6) точки анализов также попадают в поле базальтов океанического ложа OFB (B) и продолжают в поле внутриплитных базальтов WPB (D).

Из изложенного можно заключить, что амфиболиты соответствуют базальтам океанического ложа (MORB, либо OFB), с некоторым участием базальтов океанических островов. Однако базальты срединно-океанических хребтов (MORB) ныне делятся на обычные (N-MORB) и обогащенные (E-MORB) разности, которые уверенно можно различить лишь по поведению всей гаммы малых элементов на спайдер-диаграммах.

Ниже, на рис. 3 приведены спайдер-диаграммы по всем пробам амфиболитов. Данные на диаграммах нормированы по трем главным типам базальтовых магм океанического ложа – нормального базальта срединно-океанических хребтов (N-MORB), обогащенного базальта срединно-океанических хребтов (E-MORB) и базальтов океанических островов (OIB) согласно данным (Sun & McDonough, 1989).

Как явствует из спайдер-диаграмм (рис. 3), амфиболиты соответствуют типу E-MORB, тогда, как по отношению к N-MORB амфиболиты на порядок обогащены LREE и легкоподвижными элементами, а по сравнению с типом OIB амфиболиты на порядок обогащены малоподвижными некогерентными элементами.

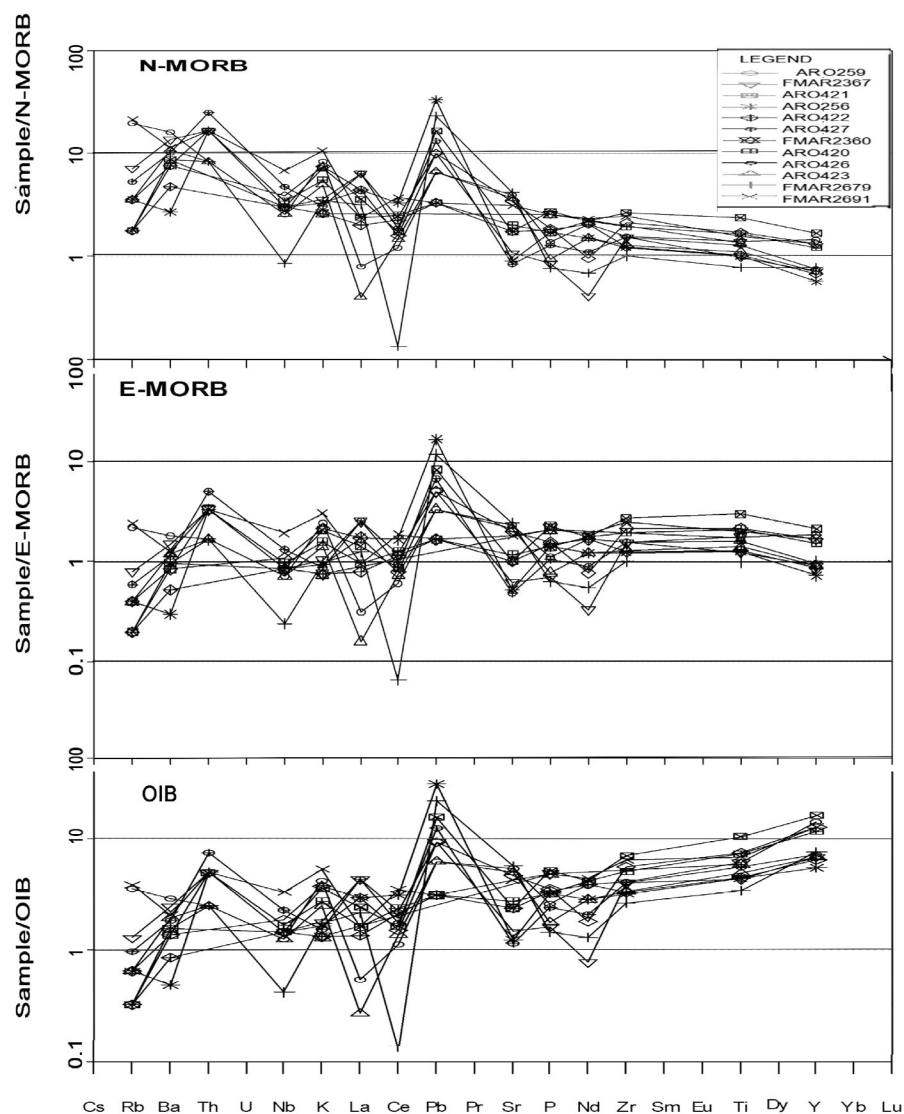


Рис. 3. Спайдер-диаграммы амфиболитов каспийской и анкаванской свит, нормированные по N-MORB (верхняя), E-MORB (средняя) и OIB (нижняя) (Sun & McDonough, 1989).

Заклучение

Петрохимическое и геохимическое исследования амфиболитов докембрия Армении показывают, что они по своему первичному составу являются базальтами срединно-океанического хребта, т.е. докембрийскими офиолитами и ближе всего соответствуют базальтам типа E-MORB. Очевидно, в верхнедокембрийское время тектоника плит еще не приняла

своего стационарного состояния, как в фанерозое, из-за несколько более высокой температуры докембрийской мантии. Поэтому обогащенность базальтов легкими некогерентными элементами (E-MORB) по сравнению с нормальными базальтами срединно-океанических хребтов (N-MORB) свидетельствует в пользу преобладания механизма плюм-тектоники при формировании океанической коры по сравнению с нормальным спредингом в фанерозое, что, по-видимому, является спецификой становления океанической коры Панафриканского Протетиса.

ЛИТЕРАТУРА

- Агамалян В.А.** Докембрийская ультрамафитовая формация фундамента Армянской ССР. Изв.АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, т.12, № 4, с.31-43.
- Агамалян В.А.** Докембрийский вулканизм Армении. Изв.НАН РА,Науки о Земле, 1994, т.47, № 1-2, с.7-23
- Агамалян В.А., Гукасян Р.Х., Багдасарян Г.П.** Докембрийская трондьемитовая формация Армении // Изв.НАН РА, Науки о Земле, 1997, т.50, № 3, с.12-21.
- Агамалян В.А.** Кристаллический фундамент Армении. Автореферат докторск. диссерт. Ереван,1998г, 52 с.
- Агамалян В.А.** Докембрийская гранитогнейсовая формация Армении.// Изв. НАН РА,Науки о Земле, 2000, т. 53, N1-2, с. 44-54.
- Агамалян В.А.** Докембрийский вулканизм Перигондванской зоны Армении. В сб. «Вулканизм и геодинамика», т.1, Изд.Бурят.НЦ СО РАН, Улан-Уде, 2006, с.81-86.
- Агамалян В.А.** Докембрийские комплексы Армянского кристаллического массива в ядре верхнемелового орогена Южного Кавказа.В кн. “Структ.-вещ. комплексы и проблемы геодинамики докембрия”. Изд.УрО РАН, Екатеринбург, 2008, с. 6-9.
- Le Bas M.J., Le Maitre R.W., Streckeisen A. & Zanettin B.** A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali–silica diagram. Journal of Petrology. 27, 1986, p.745–750.
- Irvine T.M. & Barager W.R.** A guide to the chemical classification of common volcanic rocks. Canad J Earth Sci., 1971, p.523-548.
- Pearce J.A. and Cann J.R.,** Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses,Earth and Planetary Science Letters, vol.19, 1973, p.290-300.
- Pearce, T.H., Gorman, B.E. & Birkett T.C.** The relationship between major element geochemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks. Earth and Planetary Science Letters 36, 1977. p.121–132.
- Pearce J.A. and Norry M.J.** Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Y, and Nb Variations in Volcanic Rocks,Contributions to Mineralogy and Petrology, vol.69, 1979, p.33-47.
- Shervais J.W.** Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas,Earth and Planetary Science Letters, vol.59, 1982, p.101-118.
- Sun S.S. & McDonough W.F.** Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. Eds. , Magmatism in Ocean Basins. Geol. Soc. Spec. Publ., London, 1989. p. 313–34
- Winchester J.A. and Floyd P.A.** 1977, Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements,Chemical Geology, vol.20, 1977, p. 325-343.

Рецензент Х.Б.Меликсетян

**ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԲՅՈՒՆԴԱՅԻՆ ԶԱՆԳՎԱԾԻ ՄԻՆԶԲԵՄԲՐՅԱՆ
ԱՄՖԻԲՈԼԻՏՆԵՐԻ ՈՐՊԵՍ ՊԱՆ-ԱՖՐԻԿԱՆ ՕՎԿԻԱՆՈՍԱՅԻՆ
ԿԵՂԵՎԻ ՀԱՏՎԱԾԻ ՄԵՏԱՄՈՐՖԻԶԱՑՎԱԾ ԲԱԶԱԼՏՆԵՐԻ
ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Վ.Ա. Աղամալյան, Հ. Մայրինգեր, Տ.Կ. Լորսաբյան, Ա.Գ. Իսրայելյան

Ամփոփում

Հայկական բյուրեղային զանգվածում մինչքեմբրյան ամֆիբոլիտները մերկանում են 250 քառ.կմ մակերեսի վրա 2 կմ հզորությամբ: Ամֆիբոլիտները կազմում են Հայաստանի մինչքեմբրյան հաստվածքի քասախի և մասամբ՝ հանքավանի շերտախմբերը: Սույն աշխատանքի համար որպես նյութ են ծառայել Ավստրիայի Զալցբուրգ քաղաքի համալսարանում կատարված ամֆիբոլիտների գլխավոր և ցրված տարրերի XRF անալիզի տվյալները: Արդյունքում՝ մեր պետրոլոգիական և երկրաքիմիական հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ ամֆիբոլիտներն, ըստ իրենց կազմի, համապատասխանում են օվկիանոսային լեռնաշղթաների բազալտներին և կարող են դասվել նրանց հարստացած՝ E-MORB տիպի բազալտներին, ինչը, հավանաբար, հանդիսանում է Պան-Աֆրիկյան Պրոթեռաի օվկիանոսային կեղևի առանձնահատկությունը:

**GEOCHEMICAL FEATURES OF PRE-CAMBRIAN AMPHIBOLITES
OF THE ARMENIAN CRYSTALLINE MASSIF AS A FRAGMENT OF
METAMORPHOZED BASALTS OF THE PAN-AFRICAN OCEANIC
CRUST**

V.A.Aghamalyan, F.Mayringer, T.K.Lorsabyan, A.G.Israelyan

Abstract

In the Armenian crystalline massif of 700 sq.km wide the Pre-Cambrian amphibolites crops out on the area of 250 sq. km with thickness of 2 km. The amphibolites consists the kassach suite and a part of hankavan suite of the Pre-Cambrian section of Armenia. Our petrological and geochemical investigations shows, that the amphibolites by their composition corresponds to mid-ocean ridge basalts, and they may be attributed to E-MORB type basalt, what perhaps is the peculiarity of the Pan-African Pro-Tethys ocean floor basalts composition.

**О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ МЕТОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ
ФОСФОРИТОВЫХ ПОРОД ВОРОТАН-ГОРИССКОГО
ДИАТОМИТОНОСНОГО БАССЕЙНА И ПЕРСПЕКТИВАХ ИХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАК УДОБРЕНИЕ**

© 2011г. Т.А. Авакян, Б.А. Талиашвили

*Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
Email: hrshah@sci.am
Поступила в редакцию 20.04. 2011г.*

В статье приводятся результаты исследования некоторых лабораторных методов обогащения фосфоритовых пород Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна с целью использования их в качестве фосфорного удобрения. При использовании методов обогащения был выделен наиболее простой солянокислотный метод. После обработки полученный концентрат по своим основным качественным показателям (усвояемость P_2O_5 растениями, а также по содержанию железа) вполне соответствует требованиям, предъявляемым фосфоритовым удобрениям. Как показали исследования, отмеченный метод по своим экономическим и экологическим данным является наиболее эффективным и рентабельным.

Цель статьи – разработка методики получения концентрата с высоким содержанием P_2O_5 и низким Fe_2O_3 .

Задача – использование метода кислотной обработки для осуществления поставленной цели. Диатомитовые образования исследуемого района входят в вулканогенно-диатомитовую формацию, которая датируется верхнеплиоцен-четвертичным временем. Мощность формации 350-400м. В административном отношении диатомиты расположены в Сисианском и частично в Горисском районах, занимая обширную площадь по обоим берегам р.Воротан – от с.Гор-Айк до с.Галидзор, образуя несколько изолированных выходов (у пос.Гор-Айк, с.с.Агиту, Вагутни, Шаке, Брнакот, Урут, Толорс, пос.Шамб и др.) (Авакян, 1973). Породы диатомитовой толщи залегают преимущественно горизонтально или со слабым уклоном ($5-7^\circ$) слоев, редко 10° . На некоторых участках породы диатомитовой толщи дислоцированы (на участках пос.Шамб, с.с.Воротан, Агиту, Урут и др.) в связи с незначительными смещениями.

Фосфоритовые породы Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна в основном концентрируются в вулканокласто-диатомитовой субформации, которая впервые была выделена Т.А. Авакяном (1994). Полная мощность ее достигает 190м. В разрезе субформации сочетаются туфы, ожелезненные песчаники, пепловые, пемзо-пепловые образования базальтового, андезито-базальтового, дацитового и липаритового составов (Авакян, 1993). Фосфоритовые горизонты отмечены в основном в средних и верхних частях субформации.

Фосфоритоносные породы морфологически представлены в основном линзами, конкрециями, слоями, прослоями и др. Содержание P_2O_5 в основном колеблется от 1.9 до 12%, в отдельных отборочных пробах оно достигает 29.9%, Fe_2O_3 составляет 0.6-35%. Мощность фосфоритовых тел составляет 0.2-0.6 м. Мощность фосфорсодержащих зон варьирует от 10 до 20 м и более, протягиваются они на несколько сотен метров.

В минералогическом отношении фосфорсодержащие породы не имеют в своем составе таких фосфатных минералов, которые являются нетрадиционными, среди них нет фторсодержащих фосфатов, трудно усваиваемых растениями. Из нетрадиционных фосфатных минералов можно отметить хюнеркомбелит, штрэнгит, метавоксит, барандит, варулит и др. (Авакян, Израелян, Степанян, 2009). В связи с низким содержанием P_2O_5 и наличием вредных примесей в виде R_2O_3 и др., большинство фосфоритовых пород не может быть использовано непосредственно для производства фосфорной кислоты, удобрений и других продуктов. Поэтому необходимы обогатительные работы. Процесс обогащения приводит к увеличению содержания P_2O_5 и уменьшению содержания в основном Fe_2O_3 , в результате чего находящиеся в фосфоритах фосфатные минералы переходят из труднорастворимых соединений в более легко растворимые. В зависимости от минералого-петрографических, химических, текстурно-структурных и других особенностей фосфоритовых пород применяются разные методы обогащения (химический, термический, флотационный, магнитной сепарации и др.).

Из отмеченных методов наиболее применяемым в мире является кислотный метод. При этом используются серная, азотная, соляная и другие кислоты. От минералого-петрографических и других свойств зависит степень обогащения сырья – так низкокачественные исходные фосфоритовые породы хорошо и легко обогащаются, приобретая промышленное значение. Минеральный состав фосфатного вещества до сих пор окончательно не установлен. Фосфоритовое сырье считается промышленным, если содержание P_2O_5 выше 8%, в отношении мощности фосфоритовых пластов не установлены предельные требования. В настоящее время разрабатываются пласты фосфоритов, имеющие мощность 0.4-0.5 м и выше.

Объектом первоначального обогащения фосфоритовых пород Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна были железорудные фосфоритовые породы в виде конкреций, слоев, прослоев и др. (Авакян, Талиашвили, 2007). После кислотной обработки при температуре 55-600° железосодержащих фосфоритовых пород (имеющих исходный состав - P_2O_5 - 5-9%, Fe_2O_3 – 10-35%) получен концентрат, в котором содержание P_2O_5 повысилось до 18-29.6%, а содержание Fe_2O_3 вместо понижения наоборот повысилось. В дальнейшем для уменьшения содержания Fe_2O_3 и повышения P_2O_5 применили другой метод обработки. Были взяты пробы из разновидностей фосфоритовых пород Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна, имеющих следующий химический состав (табл. 1).

Химический состав разновидностей фосфоритовых пород
Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна

Таблица 1

№	Породы	Компоненты в %															
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	CO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	nnn	S	Σ
до обогащения																	
1	Диатомовая глина	33.8	18.1	0.2	3.0	0.3	20.2	1.9	0.3	11.0	0.10	1.0	0.4	0.1	5.2	4.4	100.01
2	Диатомовая глина	20.1	3.1	0.1	3.9	2.0	18.0	1.0	1.8	29.9	0.8	1.1	0.5	0.1	11.0	6.4	100.01
3	Ожелезненная пемзо-диатомовая порода	32.1	12.0	0.4	8.4	2.9	12.6	1.9	0.4	10.8	1.1	2.3	1.1	0.1	0.7	13.0	100.01
4	Ожелезненный песчаник	39.0	12.0	0.8	18.0	-	6.0	3.0	-	7.0	3.5	1.4	1.2	0.7	7.5	-	100.1
после обогащения																	
1	Диатомовая глина	33.0	4.0	0.3	2.0	0.3	17.0	1.0	0.3	34.0	0.1	1.0	0.4	0.1	4.0	2.4	99.88
2	Диатомовая глина	21.0	2.0	0.1	2.5	1.5	15.0	1.0	1.4	45.0	0.8	1.19	0.5	0.1	5.0	3.0	99.99
3	Ожелезненная пемзо-диатомовая порода	33.0	5.0	0.3	2.7	1.8	11.0	1.0	0.3	32.0	0.9	2.2	1.1	0.1	0.6	8.0	99.98
4	Ожелезненный песчаник	39.0	8.0	0.4	3.0	-	5.0	1.5	-	30.0	3.0	1.4	1.2	0.3	7.0	-	99.85

Анализы выполнены в химической лаборатории ИГН НАН РА.
Аналитик – Б.Талиашвили

Пробы сперва прокаливались при высокой температуре, потом обрабатывались технической соляной кислотой соответствующими порциями при температуре 18-20° . В результате обработки получены концентрированные растворы с разными содержаниями P₂O₅ (30-45%) и с ничтожными содержаниями Fe₂O₃ (2-3%) (таблица 1). Таким образом, почти все железо остается в нерастворимой твердой фазе со всеми другими элементами, находящимися в исходных пробах. Следует отметить, что Fe₂O₃ находится в таких малых количествах (2-3%), что из раствора нет необходимости его удалять, так как в таких количествах железо даже необходимо для растений.

Таким образом, из-за своих минералого-петрографических особенностей фосфоритовые породы Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна по-разному реагируют на один и тот же метод обогащения, вследствие чего фосфоритовое сырье оценивается неодинаково (полученный концентрат по усвояемости растениями P₂O₅ бывает разным). В испытуемых нами пробах, по данным Агрохимической службы Армении, процент усвояемости P₂O₅ оценивается в 50-60%, что вполне соответствует требованиям, предъявляемым фосфоритовым удобрениям. При оценке фосфоритового сырья, помимо P₂O₅, учитывается наличие вредных примесей, каковыми являются полуторные окислы железа и алюминия. Однако отметим, что стандартных данных по содержанию R₂O₃ в фосфо-

ритах, перерабатываемых на суперфосфат, не существует. Имеются лишь отдельные данные по некоторым месторождениям. Так например, для Вятско-Каменского фосфоритового месторождения (междуречье Вятки и Камы, Кировская область) содержание R_2O_3 не должно превышать 6.5%, а что касается фосфоритового сырья Каратау (Джамбульская и Чикмендская области Казахской Республики), то здесь содержание R_2O_3 колеблется в пределах 1.5-2.5%, в редких случаях допустимо 3.5% (Аксай). Для других окислов как например кремнезема, кальци, магния и других, входящих в нерастворимый остаток, в настоящее время нет ограничений.

В заключение отметим, что результаты обогащения фосфоритовых пород Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна показали, что полученный концентрат по своим основным качественным показателям (усвояемости P_2O_5 растениями, а также по содержанию железа) вполне соответствует требованиям, предъявляемым фосфоритовым удобрениям. А принятый метод обогащения по своим экономическим и экологическим данным является наиболее эффективным и рентабельным.

ЛИТЕРАТУРА

- Авакян Т.А. Диатомиты Сисианского месторождения Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм.ССР, 1973, 134с.
- Авакян Т.А. Парагенетическая ассоциация пород вулканогенно-диатомитовой формации и их значение в оценке месторождений диатомитов Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1993, N3, с. 3-9.
- Авакян Т.А. Формационные критерии поисков месторождений диатомитов Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, N3, с. 37-42.
- Авакян Т.А., Талиашвили Б.А. О фосфорсодержащих железорудных скоплениях в диатомитовой толще Сисианского диатомитоносного бассейна. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2007, N2, с.36-39.
- Авакян Т.А., Израелян В.Р., Степанян Ж.О. Об обнаружении некоторых фосфатных минералов в отложениях Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна Сюникского Марза. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2009, N3, с. 38-41.

Рецензент Ж.О. Степанян

ՈՐՈՏԱՆ-ԳՈՐԻՍ ԴԻԱՏՈՄԻՏԱԲԵՐ ԱՎԱԶԱՆԻ ՖՈՍՖՈՐԻՏԱՅԻՆ
ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՀԱՐՍՏԱՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՄԻ ՔԱՆԻ
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԵՎ ՈՐՊԵՍ ՊԱՐԱՐՏԱՆՑՈՒԹ
ԴՐԱՆՑ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Թ.Ա. Ավագյան, Բ.Ա. Թալիաշվիլի

Ամփոփում

Հոդվածում բերվում են տվյալներ Որոտան-Գորիս դիատոմիտաբեր ավազանում գտնվող տարատեսակ ֆոսֆորիտային ապարների լաբորատոր պայմաններում հարստացման աշխատանքների հետազոտությունների արդյունքները: Փորձարկված մեթոդներից ընտրվել է ամենապարզ ու հասարակ՝ աղաթթվով մշակվող մե-

թողը, որի արդյունքում ստացվել է բարձր պարունակությամբ P_2O_5 (մինչև 30-45%) և ցածր պարունակությամբ Fe_2O_3 (մինչև 2-3%) պարարտանյութ: Արդյունքների որակական գնահատման համար կատարվել են ագրոքիմիական ուսումնասիրություններ ՀՀ Գյուղ-նախարարության Ագրոքիմիական ծառայության լաբորատորիայում: Ուսումնասիրության արդյունքները ցույց տվեցին, որ Որոտան-Գորիս դիատոմիտաբեր ավազանից ֆոսֆորիտային ապարների նմուշներն իրենց ագրոքիմիական հատկություններով լիարժեք բավարարում են ֆոսֆորիտային պարարտանյութերի համար նախատեսված պետական ստանդարտի պահանջներին:

SOME FEATURES OF THE ENRICHMENT METHODS OF VOROTAN-GORIS DIATOMITE-BEARING BASIN'S PHOSPHORITE ROCKS AND THE PROSPECTS OF ITS USE AS FERTILIZER

T.A. Avagyan, B.A. Taliashvili

Abstract

The article presents the results of a study of some laboratory methods for the enrichment of phosphorite rocks of diatomite-bearing Vorotan-Goris basin with a prospect of using them as a phosphorus fertilizer. From the tested methods, the acid method, the most simple and useful one, is used. As a result of this method a high concentration of P_2O_5 (up to 30-45%) and lower concentration of Fe_2O_3 (up to 2-3%) are obtained. The quality control of the obtained results has been conducted in the laboratory of the Agrochemical Service of Armenia. The results of investigations show that the phosphorite rocks samples taken from the diatomite-bearing Vorotan-Goris basin by their agrochemical properties completely consistent with the national standard requirements of phosphate fertilizers.

**АНАЛИЗ СЕЙСМОДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ КАК ОДНОГО ИЗ ФАКТОРОВ ОЦЕНКИ
ТЕКУЩЕЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ**

© 2011 г. А.Е. Казарян

9168 N Price Fresno CA USA 93720
armenkazarian@hotmail.com
Поступила в редакцию 07.12.2010 г.

Проведён детальный анализ сейсмичности Армении и сопредельных областей. Определён двоякий характер режима сейсмичности в регионе, который выражается как в проявлении ступенчатости сейсмической активности, так и в периодичности активизации сейсмического режима; периоды активизации равны примерно 12 и 24 часам, а также 14 и 28 дням. Присутствует также годовой цикл активизации сейсмичности. Детальное изучение характера выявленной сейсмичности позволяет углубить понимание физических и геолого-тектонических процессов, приводящих к сильным землетрясениям в регионе. Приведены рекомендации к проектированию опроса прогностических сетей наблюдений за предвестниками землетрясений.

Связь между сейсмичностью и химическим составом вод.

Исследования геохимических предвестников землетрясений во многих регионах мира показали тесную взаимосвязь между сейсмической активностью и динамикой поведения химических компонентов вод. Так, в работах Беляева А., Игумнова В., Казаряна А. (Belyaev, Igumnov, Kazarian 1993), Петросяна Г. (Петросян, 2004) и др., по территории Армении, в частности, устанавливается тесная взаимосвязь между сильными сейсмическими событиями и составом вод наблюдательных геохимических пунктов, опрос которых производится раз в сутки (по данным опроса геохимической скважины НССЗ Каджаран).

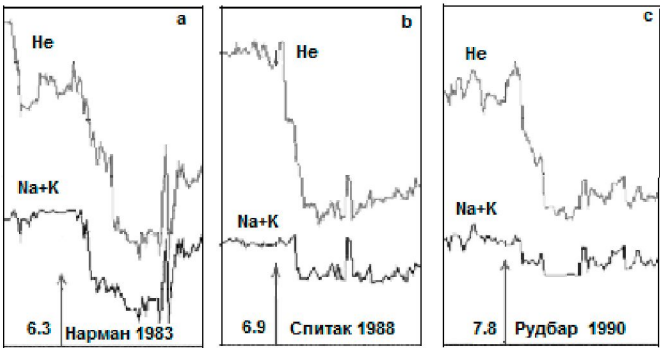


Рис. 1. Сводный график реакции химических параметров скважины Каджаран на Нарманское (а), Спитакское (b) и Рудбарское (с) землетрясения. По вертикали отложены содержания He и Na+K, по горизонтали - время.

Как видно из рис. 1, химический состав вод в скважине резко меняется после сильных сейсмических событий. Такое изменение затрагивает поведение как газового, так и макрокомпонентного состава вод скважины Каджаран (Igumnov, Kazarian, 1995; Igumnov, Stepanyan, Kazarian, 1995). Наличие такой связи диктует необходимость исследования сейсмического режима территории Армении и сопредельных областей на предмет выявления характера сейсмичности региона. Целью данной работы является выявление особенностей процесса сейсмичности в регионе и её воздействия на качество данных прогностических геохимических сетей. В качестве исходного материала для исследования взяты сейсмические каталоги НССЗ по Армении и Турецкий сейсмический каталог с 1960 по 2007 годы.

Обзор сейсмичности территории Армении и сопредельных областей.

Территория Республики Армения расположена в высоко сейсмоопасной зоне, в которой не раз происходили сильные и разрушительные землетрясения. Тектонически Армения приурочена к зоне континентальной коллизии Аравийской плиты и Евразийской платформы. Основные тектонические структуры области взаимодействия Аравийской и Евразийской плит сложились уже к плиоцену. Дальнейшее тектоническое развитие региона унаследовало основные черты заложенных структур и с конца миоцена кардинального изменения этих структур не происходило (Трифонов, Караханян, 2004) Развитие заложенных в плиоцене структурных единиц наблюдается до настоящего времени в виде повышенной сейсмоактивности тектонических разломов. Основные сейсмогенные структуры района исследований складываются вследствие движения Аравийской плиты на север и сводятся к возникновению горных хребтов и тектонических разломов, параллельных морфологии северной и северо-восточной окраин Аравийской плиты, а также структурных единиц северо-западного общекавказского и антикавказского простираний.

По траектории движения северного выступа Аравийской плиты на северо-восток расположено Джавахетское вулканическое нагорье, известное длительно активным Джавахетским очагом землетрясений. Согласно данным армянских и грузинских исследователей (Wyss, Martirosyan, 1998; Kachakhidze et al., 2003) этот очаг постоянной сейсмичности проявлял аномальную микросейсмичность практически перед всеми сильными региональными землетрясениями.

Основным структурным выражением разделения отмеченных ранее двух литосферных потоков является пересечение Северо-Анатолийской и Восточно-Анатолийской сдвиговых зон на северном фронте Аравийской плиты, расположенное в пограничной области Турции и Ирана и протягивающееся от северной оконечности озера Ван до северной оконечности озера Урмия. Своеобразие этого структурного сочетания состоит в том, что из-за происходящих перемещений в каждой из зон возникают новые ветви, соединяющие смещённые сдвигом участки зоны. Меридиональное

укорочение Малокавказского блока проявляется в значительной мере в сдвиговых перемещениях вдоль Североармянской дуги активных разломов, что предполагает отток горных масс на запад и восток от области максимального укорочения. Вместе с тем происходит северный дрейф блока, находящий отражение в активной тектонике более северных зон (Трифонов, Караханян 2004).

На северо-восточном обрамлении Аравийской плиты её дрейф вызывает сжатие и укорочение в северо-восточном направлении, выраженное складчатостью и надвиганием во Внешнем Загросе и сдвиговыми перемещениями по разломам Центрального Ирана – левым вдоль субширотных и правым вдоль субмеридиональных разломов.

Вулканические массивы плиоцен-четвертичного периода широко развиты в пределах изучаемого региона. Северная и южная вулканические дуги Армянского нагорья (Карапетян, 1969) представлены Гегамским, Варденисским и Сюникским вулканическими нагорьями, а также Арагацким вулканическим массивом и Лорийскими вулканическими потоками долеритовых базальтов (Ширинян, 1971). Повсеместно широкое распространение новейших вулкаников свидетельствует о изменении в геологическом масштабе времени профилирующего направления и характера тектонического давления. Вулканическая активность продолжается в слабом виде и в настоящее время выходами термальных вод Бджни, Арзни, Джермук, Личк и других.

Преимущественно ареальный характер вулканизма Армянского нагорья свидетельствует о довольно продолжительном геологическом отрезке времени, в котором тангенциальные тектонические силы сжатия в регионе сменились силами растяжения.

Анализ тектонического положения и геологической истории региона свидетельствует о активной динамике изменения тектонических процессов в плиоцен-четвертичный период. Длительный процесс становления тектонической и вулканической активности в регионе имел в геологической истории элементы периодичности (Джрбашян и др., 1996; Надарейшвили и др., 2002).

На рис. 2 приведены эпицентры землетрясений в инструментальный период наблюдений с 1964 по 2009 годы согласно данным Средиземноморского центра сейсмических исследований (<http://www.emsc-csem.org/#2>). На карте отчетливо проявляются три различные сейсмические зоны, выделяемые по сейсмическим событиям. Первая зона протягивается по северной и северо-восточной оконечностям Аравийской тектонической плиты. Вторая зона проходит несколько севернее и субпараллельна первой, протягиваясь от южной оконечности Каспийского моря до Малого Кавказа. Третья зона общекавказского направления также хорошо выделяется в сейсмичности региона. Охватывая Большой Кавказ она пересекает центральную часть Каспийского моря, образуя в центре Каспийского моря активный центрально-каспийский очаг сейсмической активности. Характерно также, что все три зоны, чётко выделяющиеся на

приведённой карте, в целом субпараллельны северо-восточной оконечности Аравийской тектонической плиты. Отчетливо прослеживается также сейсмическая активность, приуроченная к Северо-Анатолийскому и Восточно-Анатолийскому разломам.

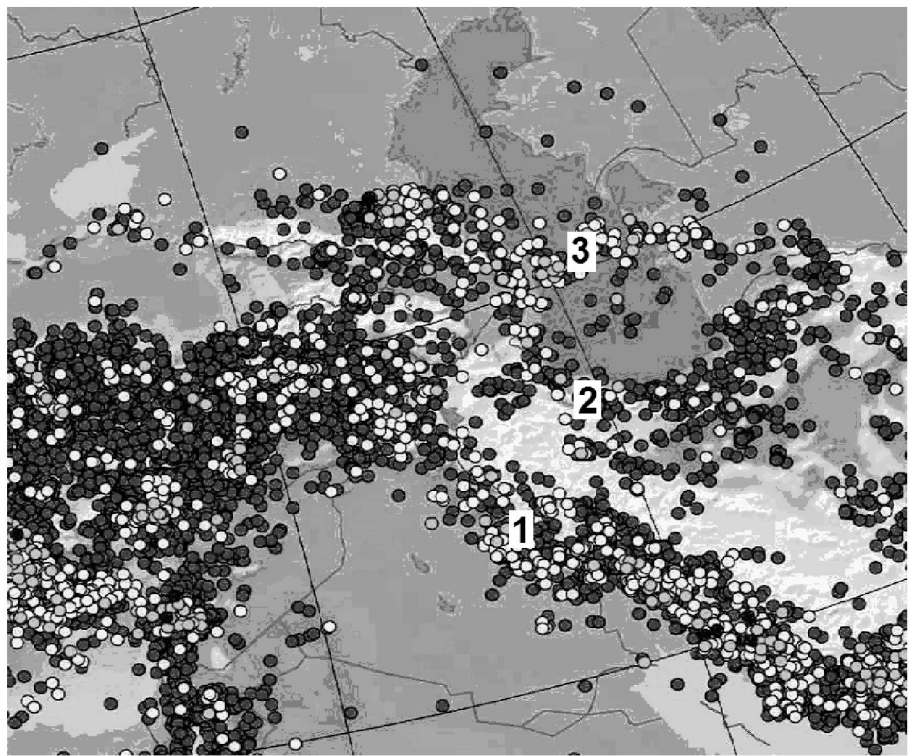


Рис. 2. Схематическая карта территориального распределения землетрясений на территории Южного Кавказа и сопредельных областей.

В абсолютном большинстве случаев землетрясения региона относятся к внутрикорковым, поверхностным, со средней глубиной гипоцентров от 4 до 15 км. Статистические характеристики сейсмичности исследуемого региона выводились на основе обработки сводного каталога землетрясений, предоставленного Национальной службой сейсмической защиты (далее НССЗ) Республики Армения, и приводятся в виде гистограмм.

График временного ряда сейсмической активности по всему региону, построенный на основе каталога НССЗ, приведен на рис 3. Наиболее высокие пики на графике соответствуют Нарманскому 1983 г. ($M=6.3$) и Спитакскому 1988 г. ($M=6.9$) землетрясениям. На горизонтальной прямой отложены порядковые номера землетрясений общим числом 15730 событий. Как видно на приведенной диаграмме большая часть землетрясений в количественном отношении попадает на временной интервал до Спитакского землетрясения, выделяемого максимальным значением магнитуды в представленном временном ряду (более 10 000 событий).

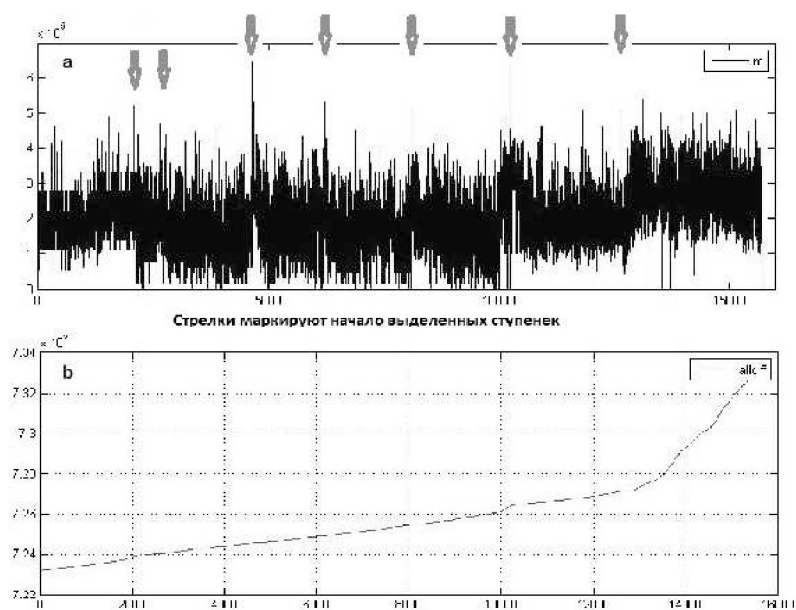


Рис. 3. Временной ряд сейсмичности региона по всем событиям

На графике также отчетливо проявляется изменение "фоновой" режима сейсмичности исследуемой территории после региональных сильных событий, которое выделяется по нижней границе регистрируемых сейсмических событий. Так, после Спитакского землетрясения повысился средний уровень силы землетрясений, регистрируемых сейсмической сетью НССЗ Армении. При внимательном просмотре графика видно, что и другие точки изменения уровня и характера сейсмичности в регионе событийно также привязаны к относительно сильным землетрясениям. Такое изменение не может объясняться только в рамках общепринятого представления об обычной афтершоковой активности после сильных землетрясений. Длительный характер изменений фоновой слабой сейсмичности предполагает наличие изменения характера и направленности тектонических региональных процессов, ответственных за её фоновое распределение. Как видно на графике, сильные землетрясения с магнитудой выше $M=5$ в регионе являются своего рода "реперными точками" в сейсмическом временном ряду, которые маркируют начало очередного изменения в режиме ступенчатой фоновой сейсмичности всего региона. Выявленный эффект не является следствием объединения различных сейсмических каталогов или следствием сгущения наблюдательной сети сейсмографов после очередного сильного события. Изменение базовой сейсмичности непосредственно после сильных землетрясений свидетельствует о прямой зависимости сейсмического режима региона от сильных сейсмических событий.

Очевидно, что сильные землетрясения могут надолго поменять характер, направленность и силу профилирующего тектонического давления во всем регионе или в довольно большой его части. Величина объёма геологического пространства, охватываемого подобными изменениями,

судя по пространству, покрываемому сейсмическим каталогом НССЗ, может достигать довольно больших размеров, соразмерных со всей площадью, охватываемой этим каталогом. Каталог охватывает пространство от 39° до 45° ВД и от 37° до 49° СШ. (примерно 800.000 км^2). Данный эффект практически не заметен при рассмотрении верхней границы сейсмичности, представленной на графике верхней линией магнитуды временного ряда.

Исключение составляет наблюдаемая в последнее десятилетие активизация сейсмических событий, хорошо прослеживаемая в правой части графика сейсмичности (рис. 3 а) и формально не имеющаяся в пределах представленного сейсмического каталога НССЗ маркирующего начало сильного сейсмического события. Этот факт объясняется резкой географической ограниченностью каталога НССЗ, в который не входят многие сильные землетрясения региона. На приведенном рисунке заметно также увеличение средней силы сейсмических событий при уменьшении числа событий (рис. 3 б). Данные изменения свидетельствуют об интенсификации динамики сейсмических процессов в последнее десятилетие, а также об увеличении уже накопленной тектонической потенциальной энергии на охваченной каталогом территории.

Таким образом, поведение слабой фоновой сейсмичности во времени проявляет своего рода "ступенчатость", связанную по времени с относительно сильными землетрясениями. Временной ряд магнитудно-количественной активности землетрясений всего региона в нижней части графика (рис. 3 б), представлен в виде кумулятивной повторяемости без учета магнитуды. Такое представление сейсмических данных учитывает только количество сейсмических событий без учета их силы. Такое представление данных по сейсмичности также выделяет отчетливое увеличение интенсивности сейсмичности в регионе в последнее десятилетие (на графике резкий подъем кривой после 13500 событий).

Динамика сейсмических событий во времени

Ввиду большого количества и импульсного характера проявления землетрясений их изучение можно проводить статистическими методами, принятыми в математике для подобных исследований. Произведём исследование периодичности сейсмических событий в регионе на основании временных гистограмм. Построенное нами на гистограмме (рис. 4) поминутное распределение частоты встречаемости землетрясений региона в окне длительностью в одни сутки показывает статистически неслучайную привязанность сейсмических событий к полудню по местному времени. Для построения графика гистограммы повторяемости по горизонтальной оси отложено суточное время землетрясения в минутах, считая от полуночи (1440 минут), а по вертикальной оси - абсолютное количество событий, без учета магнитуды. Первое значение на графике соответствует количеству всех сейсмических событий произошедших - от 12:00 ночи до

12:01, второе значение от 12:01 до 12:02 и т. д. Гистограмма построена на данных по сейсмическим событиям всего инструментального периода с 1962-2007 г. каталога НССЗ.

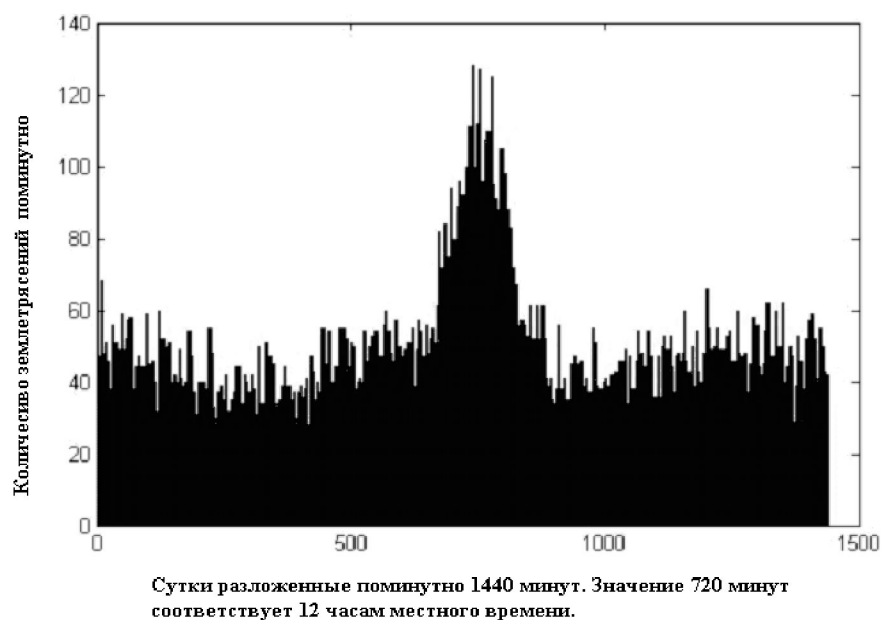


Рис. 4. Гистограмма поминутного суточного распределения землетрясений по территории Армении с 1962 по 2007 гг. В построении гистограммы временного распределения землетрясений в пределах суток по территории Армении использовались данные 15730 сейсмических событий каталога НССЗ.

На приведенной диаграмме отчетливо видна полуденная приуроченность сейсмических событий, в то же время прослеживается небольшая их активизация, приуроченная к полуночи. Минимальные значения наблюдаются при значениях, соответствующих 180 и 900 минутам, что соответствует 3 часам утра и 3 часам дня местного времени. Эта выявленная особенность суточной периодичности сейсмичности региона не может быть случайной, так как основана на большой и статистически значимой выборке. Подобная 12 и 24 часовая квазипериодичность сейсмичности в приведенном каталоге может быть важной составляющей тех низкочастотных природных процессов, которые ответственны за процесс зарождения и эволюции очагов сильных землетрясений. Следует также отметить, что 12 - часовой период цикличности, по-видимому, составляет самую высокочастотную часть спектра среди относительно низкочастотных циклических природных процессов, отмеченных в регионе.

Выведенная на примере сейсмических событий Армении закономерность суточной цикличности сейсмических событий прослеживается так-

же на данных по Турецкому каталогу землетрясений, содержащему 64000 сейсмических событий (<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/default.htm>). Результирующие данные этого каталога приведенные на гистограмме (рис.5) и в таблице кумулятивной частоты (табл.1).

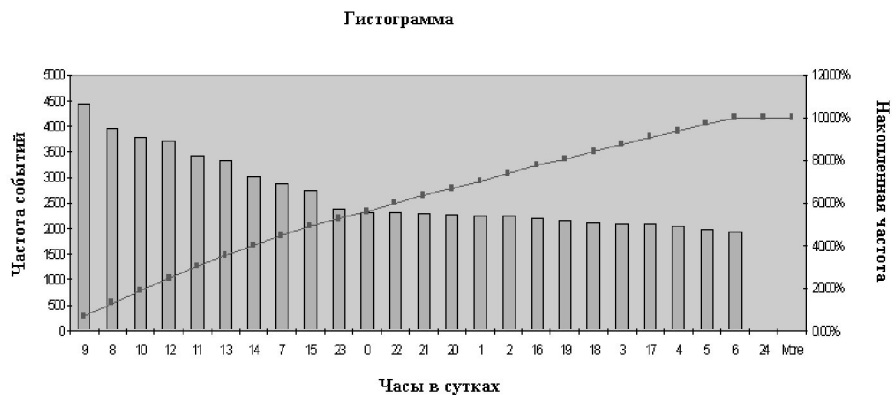


Рис. 5. Гистограмма суточного поминутного распределения землетрясений по Турецкому каталогу 1962-2007 гг. (часы наибольшей активизации сейсмического режима приведены в порядке убывания).

Как видно из приведенной таблицы и гистограммы, половина всех сейсмических событий региона приходится на промежуток времени от 9 до 15 часов по Гринвичскому времени. Эти данные полностью подтверждают сделанное на данных по Армении наблюдение приуроченности землетрясений к полудню местного времени и подчеркивают важность постоянства суточной привязанности времени отбора геохимических проб.

Необходимо заметить, что сейсмические события по Турецкому каталогу имеют большую по сравнению с каталогом НССЗ латеральную разбросанность по долготе и перекрывают фактически почти 30 градусов восточной долготы, что соответствует двум часовым поясам. Такое пространственное перекрытие Турецкого сейсмического каталога несколько смягчает отмеченный ранее эффект полуденной приуроченности землетрясений, однако наличие подобного эффекта, тем не менее, бесспорно, как это видно из табл. 1 и гистограммы.

Таблица 1

Почасовое распределение количества землетрясений по Турецкому каталогу
1962-2007 гг .

Bin	Frequency	Cumulative %	Bin	Frequency	Cumulative %
0	2321	3.63%	9	4433	6.93%
1	2248	7.14%	8	3944	13.09%
2	2242	10.64%	10	3789	19.01%
3	2105	13.93%	12	3719	24.82%
4	2044	17.13%	11	3427	30.18%
5	1976	20.21%	13	3334	35.38%
6	1930	23.23%	14	3026	40.11%
7	2887	27.74%	7	2887	44.62%
8	3944	33.90%	15	2749	48.92%
9	4433	40.83%	23	2391	52.66%
10	3789	46.75%	0	2321	56.28%
11	3427	52.10%	22	2309	59.89%
12	3719	57.91%	21	2276	63.45%
13	3334	63.12%	20	2264	66.98%
14	3026	67.85%	1	2248	70.50%
15	2749	72.15%	2	2242	74.00%
16	2195	75.58%	16	2195	77.43%
17	2095	78.85%	19	2168	80.82%
18	2127	82.17%	18	2127	84.14%
19	2168	85.56%	3	2105	87.43%
20	2264	89.10%	17	2095	90.70%
21	2276	92.66%	4	2044	93.90%
22	2309	96.26%	5	1976	96.98%
23	2391	100.00%	6	1930	100.00%
24	0	100.00%	24	0	100.00%
More	0	100.00%	More	0	100.00%

Выявленный феномен, вероятно, имеет универсальный характер и может наблюдаться за некоторым исключением практически повсеместно. Для этого достаточно произвести построение подобных диаграмм по пространственной выборке локального сейсмического каталога, не

превышающей по долготе один часовой пояс. Для более детального анализа распределения сейсмических событий и их зависимости от суточного времени необходимо проследить поминутное суточное распределение землетрясений в связи с точной привязкой к координатной сетке в зависимости от восточной долготы реального положения Солнца в зените. Это необходимо потому, что реальный полдень и часовой полдень в связи с часовой разбивкой могут существенно различаться. Так, к примеру, когда часовая стрелка находится на 12:00 по полудни, то считается, что Солнце находится в зените на всём пространстве от Черного до Каспийского морей. Однако истинное положение зенита Солнца может быть в любой точке этого промежутка и должно быть уточнено для каждого сильного события. Интересно, отметить, что разрушительное Спитакское землетрясение в декабре 1988 года произошло в близкое к полудню местное время 11 часов 41 мин. Более подробный анализ, проведенный для этого землетрясения, показал, что данное событие произошло в момент, когда Солнце по отношению к эпицентральной точке находилось в 55 минутах до своего истинного зенита, а Луна 40 минут как прошла точку своего апогея. Фактически само землетрясение произошло по времени в точке, когда воздействие комбинированных гравитационных сил Луны и Солнца достигло максимума. Это обстоятельство показывает важность учета комбинированного влияния не только солнечного, но и лунного (лунные сидерические сутки) периода на цикличность сейсмических событий.

Для выявления лунных циклов сейсмичности нами было произведено изучение данных поминутного распределения сейсмических событий по Армении в пределах сидерического лунного месяца. Изучение показало, что сейсмический режим региона имеет периоды увеличения количества сейсмических событий, имеющих 14-дневный и 28-дневный циклы, что отчетливо проявляется на приведенной гистограмме (рис. 6).

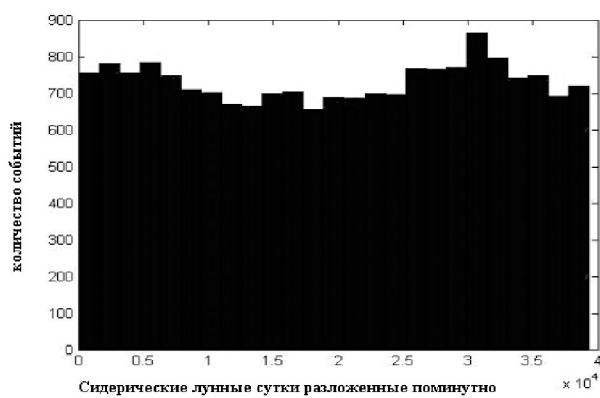


Рис. 6. Гистограмма распределения сейсмических событий лунного сидерического месяца (39340.8 мин).

По горизонтальной оси отложено время по минутам лунного сидерического месяца, соответствующего 27.32 суткам (39340.8 минут). Наибольшее количество землетрясений имеет временной промежуток около 14 суток и привязано к полнолуннию и новолуннию, когда соответствующие позиции Луны, Земли и Солнца находятся на одной прямой. Очевидно, что такое положение небесных тел на небосводе, ввиду их наложения усиливает общее гравитационное влияние на эпицентральную область сейсмических событий. Результирующая компонента такого лунно-солнечного воздействия ответственна за время и величину прихода морских приливов. При этом вклад лунной компоненты в образование приливов по амплитуде более чем в два раза превосходит вклад солнечной компоненты. Данные греческих исследователей (Thanassoulas, 2007) также показывают зависимость распределения землетрясений от времени прилива, что показано на следующей диаграмме (рис. 7).

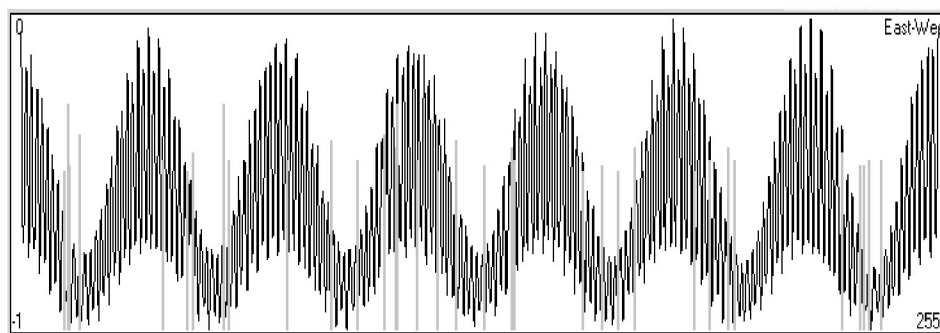


Рис. 7. Сейсмичность периода 1995 – 2001 гг Эгейского района для землетрясений с $M > 5.5$ и более в сравнении с приливом. (<http://www.earthquakeprediction.gr/index.htm>).

Обсуждения и выводы

Таким образом, наблюдения за сейсмичностью района исследований устанавливают как минимум пять циклических периодов относительной активизации землетрясений, как то:

- полусуточный и суточный, равные примерно 12 и 24 часам
- полулунный и лунный, сидерический, равные примерно 14 и 28 дням
- годовой, равный примерно 365 дням.

Выделенные циклы сейсмической активизации свидетельствуют о том, что механическое сотрясение любой условно выбранной точки геологического пространства может носить явно выраженный квази-периодический характер. Приставка “квази” объясняет то обстоятельство, что сами землетрясения имеют импульсный характер, и периодичности подвержено лишь увеличение количества таких “импульсов” в единицу времени (к примеру за неделю). При проведении работ по поискам предвестников землетрясений необходимо учитывать периодический характер сейсмичности. Выявленная периодичность сейсмичности может прояв-

ляться в различных геохимических и геофизических временных рядах. Выявление таких циклов во многом способствовало бы более глубокому пониманию как механизма образования самих землетрясений, так и их предвестников.

Таким образом, изучение сейсмического режима Армении и сопредельных областей за последние 40 лет показывает наличие двойного характера сейсмичности. С одной стороны это выявленный характер ступенчатости сейсмического режима, маркируемый сильными сейсмическими событиями, с другой - его периодический характер. Активизация сейсмичности имеет несколько периодов длительностью в 12 часов, одни сутки, а также 14 и 28 суток. Выявленные особенности сейсмического режима необходимо учитывать при проектировании режима опроса сетей по изучению процессов возникновения сильных землетрясений в регионе. Согласно лимитирующему принципу Найквиста (Nyquist, 1928), широко применяемому в информатике, при шаге опроса δ периодической функции возможно наблюдать только те функции, период которых не меньше 2δ (двух шагов опроса) (рис. 8).

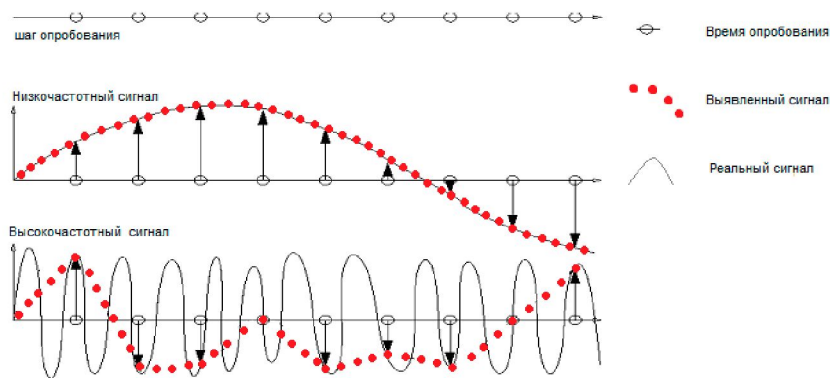


Рис. 8 Схематическое изображение принципа Найквиста. Шаг опробования обозначен условно.

Действительно на верхнем графике, где шаг опроса гораздо меньше периода изучаемой функции, изучаемая кривая описывается достаточно полно, тогда как на нижнем графике при нарушении этого принципа (при шаге опроса большем, чем период колебаний исследуемой кривой) мы видим искажение полученной пунктирной кривой. Исходя из лимитирующего принципа Найквиста, для более полного изучения влияния суточных колебаний активизации сейсмичности на геохимические наблюдательные пункты необходимо увеличение шага опроса наблюдательных пунктов. Практика анализа временных рядов показывает, что наиболее хорошие результаты получаются, если шаг опроса временного ряда, как минимум, в восемь раз превышает длительность периода исследуемой функции. Таким образом, для полного изучения эффекта суточной периодичности активизации сейсмических событий в регионе шаг опроса наблюдательных

пунктов необходимо производить, как минимум, раз в три часа. Причём привязка к суточному времени опроса наблюдательных пунктов должна быть точной для всех наблюдательных пунктов. Это поможет сделать более корректным возможность их комплексной совместной обработки. В противном случае совместный, комплексный анализ предвестников сейсмических событий будет сильно затруднён. Такой анализ может носить только качественный характер. В случае учащения шага опроса наблюдательных пунктов оценить влияние суточных циклов сейсмической активности на геолого-тектонические процессы можно провести более корректно, что поможет лучше понять механизм образования геохимических, геофизических или других предвестников сильных сейсмических событий.

Наличие периодичности сейсмического режима может стать важным также при обработке и интерпретации данных, собранных с мониторинговых сетей, ведущих продолжительные наблюдения. Более глубокое изучение комплексного проявления ступенчатого и волнового характера сейсмичности в регионе поможет лучше понять природу и механизм возникновения как сильных землетрясений, так и их предвестников.

ЛИТЕРАТУРА

- Джрбашян Р.Т., Казарян Г.А., Карапетян С.Г., Меликсетян Х.Б., Мнацаканян А.Х., Ширинян К.Г. Мезокайнозойский базальтовый вулканизм северо-восточной части Армянского нагорья. Изв. НАН Армении, сер.Науки о Земле, Ереван, 1996, 1-3, с.19-32.
- Карапетян К.И. Классификация четвертичных вулканов Гегамского нагорья и связь их с трещинной тектоникой. В кн. "Вулканизм Камчатки и некоторых других районов СССР", М., Изд. АН СССР, 1969, с.92-104.
- Надарейшвили Г.Ш., Джанелидзе Т.Т., Джрбашян Р.В., Мустафаев Г.В., Мустафаев М.А. Фанерозойский вулканизм Южного Кавказа. Труды ГИН АН Грузии, нов.сер., вып. 117, Тбилиси, 2002, с.39-52
- Петросян Г.М. Тестирование сейсмических событий на территории Армении и сопредельных стран с целью оценки текущей сейсмической опасности. Автореферат кандид. диссерт., Ереван, 2004, 28с.
- Трифонов В. Г., Караханян А.С. Геодинамика и история цивилизаций. М. Наука, 2004, 666с.
- Ширинян К.Г. - Позднеорогенный вулканизм. В кн. "Позднеорогенный кислый вулканизм Арм.ССР", Изд.АН Арм.ССР, Ереван, 1971, с.39-46.
- Belyaev A., Igumnov V., Kazarian A. Retrospective geochemical prediction of the Spitac earthquake. " Abstract on International Conference on Continental Collision zone: earthquake and earthquake hazard reduction". Yerevan Armenia, 1993. 17 p.
- Igumnov V., Kazarian A. The geochemical precursors to earthquakes and the relaxation of geochemical parameters. Proceeding Scientific meeting on the seismic protection Venice. ATTI. Colloquio scientifico sulla protezione sismica Palazzo Balbi, Regione.1995, p.148-151
- Igumnov V., Stepanian Z., Kazarian A. On the mechanism of the geochemical precursors to earthquake. " Abstract on International Conference on Continental Collision zone: earthquake and earthquake hazard reduction". Yerevan, Armenia, 1993, p.17
- Kachakhidze M., Kachakhidze N., Kiladze R., Kukhianidze V., Ramishvili G. Relatively small earthquakes of Javakheti Highland as the precursors of large earthquakes occurring in the Caucasus . Natural Hazard and Earth System Sciences 2003, 3, p.165-170.
- Kazarian A., Igumnov V. Some aspects of earthquake prediction by geochemical methods", " Abstract on International Conference on Continental Collision zone: earthquake and earthquake hazard reduction". Yerevan, Armenia, 1993, p.46

- Nyquist H. Certain topics in telegraph transmission theory. Trans. AIEE, vol. 47, 1928, p.617–644,
- Thanassoulas C. Short-term Earthquake Prediction, H. Dounias & Co, Athens, Greece. ISBN No: 978-960-930268-5.,2007
- Wyss M, Martirosyan A. Seismic quiescence before the M7, 1988 Spitak earthquake, Armenia. Geophys. J. Int., 134,1998, p.329-340

Рецензент А.Р. Аракелян

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏԱՐԱԾՔԻ ՄԵՅՄՄԱՂԻՆԱՄԻԿ ՎԻՃԱԿԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ՈՐՊԵՍ ԸՆԹԱՑԻԿ ՄԵՅՄՄԻԿ ՎՏԱՆԳԻ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻՑ ՄԵԿԸ

Ա.Ե. Ղազարյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Աշխատանքում կատարվել է Հայաստանի և հարակից տարածքների սեյսմիկ ռեժիմի վերլուծություն: Հայտնաբերված է սեյսմիկ ռեժիմի երկակիությունը, որն արտահայտվում է մի կողմից նրա աստիճանական, իսկ մյուս կողմից՝ պարբերական բնույթով: Սեյսմիկ ակտիվացման փոփոխման պարբերությունը պարունակում է մի քանի ցիկլ՝ 12 և 24 ժամ և 14 ու 28 օր: Ներկա է նաև մեկ տարի տևողություն ունեցող պարբերականություն: Սեյսմիկ ռեժիմի հայտնաբերված առանձնահատկությունների ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս ավելի խորացնել այն ֆիզիկական և տեկտոնական պրոցեսների իմացությունը, որոնք բերում են երկրաշարժերի առաջացմանը: Առաջարկություններ են արված երկրաշարժերն ուսումնասիրող գիտական դիտացանցերի հարցման հաճախականության վերաբերյալ:

ANALYSIS OF THE SEISMODYNAMIC CONDITION OF THE TERRITORY OF ARMENIA AS A FACTOR OF CURRENT SEISMIC HAZARD ASSESSMENT.

A.E.Kazarian

A b s t r a c t

Conducted a detailed analysis of the seismicity of Armenia and adjacent areas. Defined dual character of seismicity in the region, which is expressed as the stepped seismic activity and the frequency increased seismic regime; periods of activation are approximately: 12 and 24 hours, as well as 14 and 28 days. There is also an annual cycle of increased seismicity. Detailed examination revealed the nature of the seismicity and allowed more profound understanding of the physical and geological-tectonic processes leading to the appearance of strong earthquakes in the region. Provides recommendations for the design survey prognostic observation networks for precursors of earthquakes.

НОВОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ВОРОТАН-ГОРИССКОГО ДИАТОМИТОНОСНОГО БАСЕЙНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

© 2011г. Т.А. Авакян*, Н.Б. Князян, Н.М. Арутюнян****

**Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения*

***Институт общей и неорганической химии НАН РА
0051, Ереван, ул. Аргутяна, II пер., 10, Республика Армения*

Email: hrshah@sci.am

Поступила в редакцию 14.03. 2011г.

В статье приводятся результаты научных и научно-экспериментальных работ, проведенных в течение последних десяти лет. Нами доказано, что исследуемые смешанные вулканогенно-диатомитовые породы, которые при поисково-съемочных и разведочных работах на диатомитовых месторождениях считались вредными примесями, в настоящее время представляют практический интерес как новый (нетрадиционный) вид минерального сырья, используемый в различных отраслях народного хозяйства.

Цель статьи – рекомендация к использованию смешанных вулканогенно-диатомитовых пород в качестве минерального сырья в разных отраслях народного хозяйства.

Задача – научно-экспериментальные исследования вещественного состава рассматриваемых пород, считавшихся вредными примесями при разработке диатомитовых месторождений.

Проведенные многолетние исследования (по стратиграфии, литологии, петрографии, минералогии, геохимии, диатомовому анализу и др.) явились основой для рекомендации пемзо-диатомовых, пепло-диатомовых, пемзо-пепло-диатомовых, монтмориллонит-диатомовых, фосфор-содержащих железистых диатомовых пород в качестве минерального сырья для получения сорбентов, перегородочных плит, легких и строительных кирпичей, тарных и сортовых видов стекол, удобрений и т.д.

Статья посвящена описанию этих разновидностей вулканогенно-диатомитовых пород Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна, которые представляют собой новое минеральное сырье и имеют большую практическую ценность для Армении.

При изучении разрезов Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна выявлено чередование диатомитов с вулканическими и вулканогенно-осадочными породами. Очевидно, что поступление кремнезема находится в прямой связи с вулканической деятельностью. Как известно, поступление кремнезема связано с такими процессами, как разложение продуктов вулканических выбросов (пепла, пемзы и др.) (Авакян, 1974), разложение и выщелачивание более древних пород (вулканических, интрузивных, осадочных и др.), поступление в бассейн SiO₂ гидротермальных

растворов, сопровождающих вулканическую деятельность. Для Сисианского бассейна основным источником кремнезема были пемзо-пепловые породы. Вулканические продукты, во-первых, сами способствовали расцвету диатомей, что в свою очередь обусловило выпадение в осадок огромных масс кремнезема. В диатомитах основная масса кремнезема биогенная: кремнистая составляющая почти полностью представлена панцирями диатомей. Поскольку диатомовые водоросли не успевали усваивать всю кремнекислоту из привносимого в водоем вулканического материала, то вместе с панцирями диатомей оседали и вулканические продукты, образуя пемзо-диатомитовые, пепло-диатомитовые, пемзо-диатомитовые глины, пемзо-пепловые, а также пемзо-пепло-песчанистые диатомитовые породы. Следует отметить, что состав новообразованных пород различен в разных участках бассейна в зависимости от характера поступающих вулканических выбросов. Прежними исследователями при поисково-съемочных работах и разведке диатомитовых месторождений за недостаточностью данных рассматриваемые породы считались вредными примесями. В результате научных и научно-экспериментальных работ, проведенных нами в течение последних десяти лет, доказано, что исследуемые смешанные вулканогенно-диатомитовые породы представляют практический интерес как нетрадиционное минеральное сырье для использования в различных отраслях народного хозяйства.

Кратко остановимся на описании наиболее важных разновидностей отмеченных пород.

Пемзо-диатомит – это порода светло-серого, почти белого цвета. Внешне похожа и на пемзу, и на диатомит. Под микроскопом структура органогенная, текстура пузырчатая. Панцири диатомей сцементированы пемзо-кремнистым веществом с примесью глинистого материала. Химический состав характеризуется наличием следующих компонентов (в %): SiO_2 – от 66 до 72; Al_2O_3 – от 12 до 16; Fe_2O_3 – от 0.5 до 4; Na_2O – 2.8; K_2O – 2.4. В связи с присутствием пемзы изменяются физические свойства породы: объемный вес доходит до $0.4\text{г}/\text{см}^3$, пористость – 70% и более. В пемзо-диатомитах при увеличении содержания глинистого материала отмечаются переходы в пемзо-диатомитовые глины. Рассматриваемые породы стратиграфически залегают на диатомитовых глинах и сами перекрываются четвертичными андезитами, андезито-дацитами и андезито-базальтами. Мощность их составляет 3-4м, а иногда и более.

Пепло-диатомит – белая порода, иногда с желтоватым оттенком. Под микроскопом структура породы органогенно-пепловая. Сложена она панцирями диатомей, скрепленными пирокластикой пелитовой размерности, состоящей преимущественно из вулканического стекла (рис.1; Авакян, 1974).

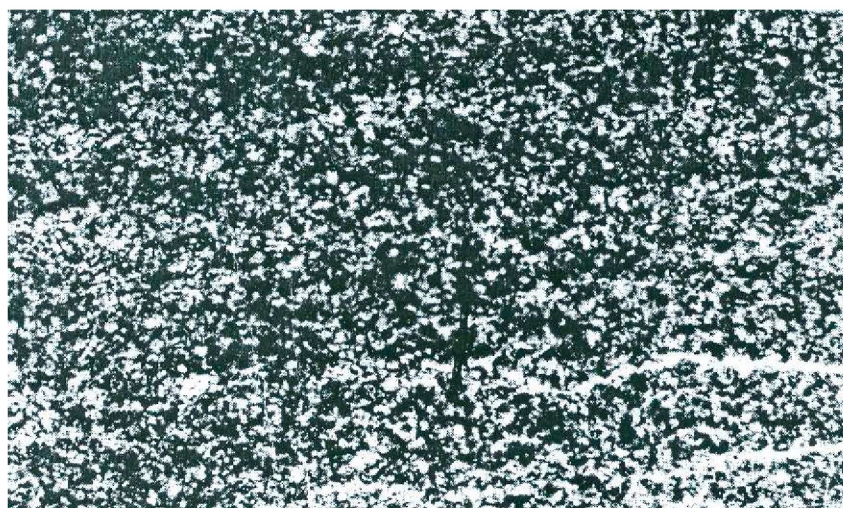


Рис.1. Пепло-диатомит. Шлиф, увел. 45, ник. параллельны

При большом увеличении видно, что обломки вулканического стекла угловатые, рогульчатые, остроугольные. Количество связующего материала составляет 25-30%. Обломочный материал представлен кварцем, полевым шпатом, чешуйками биотита, хлоритом, пироксеном, обыкновенной и базальтической роговыми обманками. Химический состав пород таков: SiO_2 – 63-69, Al_2O_3 – 13-18, Fe_2O_3 – 1.5-4, FeO – 0.5-1.2, TiO_2 – 0.05-0.4, CaO – 1-2, Na_2O – 2.0-2.4, K_2O – 2.2-2.8%. Мощность пепло-диатомитов небольшая – от 5-10 до 70-80 см.

Вулканобрекчиево-диатомитовые породы – это грубые образования; структура их органогенная, обломочная. Обломочный материал (до 40%) состоит из угловатых кусков пемзы, перлита и обсидиана, характеризующихся пузырчатой, флюидальной текстурой. Присутствуют также обломки трахита, дацита, базальта. Размеры их колеблются от 0.2 мм до 1 см. Кристаллокласты представлены плагиоклазом, кварцем, биотитом, апатитом, иногда отмечается гипс. Кластический материал сцементирован панцирями диатомей и кремнистым веществом с примесью (10-15%) глинистого компонента. Средний химический состав пород таков: SiO_2 – 57-62, Al_2O_3 – 15-18, Fe_2O_3 – 1.8-4.0, TiO_2 – 0.2-0.4, CaO – 1-2, Na_2O – 1.8-3.5, K_2O – 0.6-2%. Характерно присутствие в них таких акцессорных элементов-примесей, как Ba (0.1-0.3%), Sr (0.1-0.3%) и Cu (0.01-0.03%), содержания которых в 1.5-3.5 раза превышают кларковые (по А.П.Виноградову) значения в осадочных породах. Мощность этих пород небольшая и колеблется от 0.3 до 3.0 м. Они могут служить маркирующим горизонтом, поскольку прослеживаются практически во всех разрезах (рис.2; Авакян, 1974)

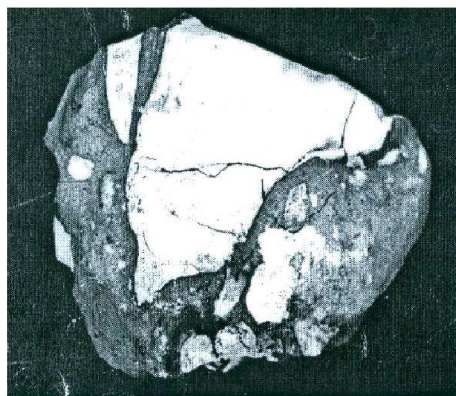


Рис. 2. Вулканобрекчиево-диатомитовая порода. Видны диатомит (светлое) и пепел (черное); шлифовка.

Монтмориллонит-диатомитовые породы – светло-серого или желтого цвета, во влажном состоянии воскоподобные. Они являются продуктом стадийного преобразования преимущественно пемза-пеплового материала, поступавшего в диатомитоносный бассейн (Авакян, Мхитарян, 1985). Параллельно диатомитообразованию протекал процесс монтмориллонитизации витрокластиков. По Слаутеру и Ирли (1965), этот процесс можно представить схематически в следующем виде: вулканическое стекло + $H_2O \rightarrow$ монтмориллонит + цеолит + SiO_2 + металлические ионы в растворе. Последовательность реакции такова: экстракция катионов; частичное растворение алюмосиликатного каркаса: перестройка остаточного материала в монтмориллонит, а в некоторых случаях в каолинит; осаждение цеолита или каолинита из раствора, иногда и образование небольшого количества монтмориллонита; удаление или осаждение кремнезема. В критическую стадию в результате катионного обмена структура стекла разрушается путем гидратации. По своим сорбционным свойствам породы представляют практический интерес (данные ВНИИГЕОЛНЕРУД, г.Казань). По данным рентгеноструктурного анализа, основным глинистым компонентом этих пород является монтмориллонит, о чем свидетельствует интенсивный рефлекс с $d_{(001)} = 14.7-15.1 \text{ \AA}$ на дифрактограмме, достигающий значения $17.6-18.7 \text{ \AA}$ (после насыщения глицерином).

Кроме монтмориллонита в ряде образцов присутствует также палыгорскит, характеризующийся рефлексом в области $10.4-10.6 \text{ \AA}$, не меняющийся после насыщения глицерином. Наличие палыгорскита подтверждается данными электронной микроскопии.

Химический состав монтмориллонит-диатомитовых глин сходен с составом бентонитовых глин. Несколько повышенное содержание SiO_2 обусловлено примесью органогенно-аморфного (панцыри) и хемогенно-диагенетического (глобули) кремнезема (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав монтмориллонит-диатомовых и
бентонитовых глин Армении

	Компоненты в %												Сумма
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	MnO	H ₂ O	ППП	Na ₂ O	K ₂ O	
Монтморилло нит-диатомо- вые глины	70.0	0.53	11.0	4.0	0.5	1.6	1.5	0.6	3.0	4.0	2.2	1.8	100.7
Сисианского района.	65.02	0.5	12.0	5.0	0.25	2.0	1.7	0.02	5.0	7.0	0.2	1.85	100.5
Бентонитовые глины	69.98	0.26	10.05	3.64	н/о	1.14	1.06	0.02	5.43	7.14	0.5	0.5	99.72
Ноемберян- ского место- рождения (Петросов, 1971).	60.04	0.46	14.32	6.44	0.29	1.78	2.21	0.01	5.52	5.64	1.80	2.37	100.8
Бентонитовая глина	54.18	0.75	16.02	4.75	0.29	1.62	1.82	0.03	6.36	5.2	2.17	2.25	100.18
Саригюхского месторожде- ния (Иджеванский район) (Петро- сов, 1971).	65.86	0.46	9.98	7.57	0.43	0.91	0.49	0.04	6.14	4.96	1.75	2.32	100.6

Анализы выполнены в ИГН НАН РА

В лаборатории технологии минеральных сорбентов (г. Казань) в 2005г. определена удельная поверхность по Толуолу $S_{уд} = 200 м^2/г$ и емкость обменных катионов – от 64.5 до 70.5мг экв/100г. Эти результаты изучения сходны с таковыми, выполненными для Арзнинского месторождения диатомитов Армении (Авакян, 2003).

Диатомово-пирокластическая группа весьма разнообразна по гранулометрическому составу компонентов. Представлены эти породы следующими разностями: грубообмолочными породами (вулканические брекчии), туфами песчаной, алевритовой и пелитовой размерностей. В этой группе пирокластический материал значительно преобладает над осадочным.

Породы светло-серые или желтовато-серые. Их основная масса во всех типах сложена вулканическим стеклом, в тонкозернистых туфах часто спекшимся. Иногда в основной массе различимы микролиты плагиоклазов. В более крупных разностях в отдельных образцах можно видеть неизменные обломки вулканических стекол, имеющих характерную изогнутую, рогульчатую форму. Терригенная примесь представлена зернами кварца, полевых шпатов, пироксенов, амфиболов; в туфах песчаной размерности присутствуют обломки андезитов. В грубообмолочных породах из остроугольных обломков чаще всего встречаются андезиты или базальты; также отмечаются обломки туфов, пемзы, перлита, обсидиана. Мощность отмеченных пород – от нескольких метров до 60 и более.

Диатомово-пирокластические породы обычно пересыщены глиноземом (12-18%), несколько обогащены щелочами (до 5%) и относительно бедны кремнеземом. Для пород этой группы характерно присутствие таких акцессорных элементов как бор (0.01-0.08%), циркон (0.1-0.3%), Р (0.8-6.0%) и др. Приведенные типы пород явно свидетельствуют о связи осадкообразования с вулканическими процессами.

Практически во всех изученных нами разрезах они являются маркирующими горизонтами и поэтому могут способствовать выявлению и оконтуриванию как диатомитов, так и собственно пемзовых и пепловых участков.

Отмеченные породы входят в вулканокластово-диатомитовую субформацию (Авакян, 1994), имеющую большое распространение в Сисианском, а также Ахурянском и других диатомитоносных бассейнах Армении. В отмеченной субформации диатомиты в основном низкого, среднего качества. По возрасту они относятся к позднему плиоцен-четвертичному времени.

В петрофонде субформации сочетаются разнообразные вулканокластические породы базальтового, андезито-базальтового, дацитового и липаритового составов. Количество вулканокластики нарастает на юго-востоке региона, в области развития щелочного базальтового вулканизма. Мощность субформации доходит до 190м при отчетливом преобладании вулканокластики с диатомеями (10-20%). Вулканокластово-диатомитовые породы в разрезе субформации достигают в мощности 60-70м и более в центральной и северной частях Сисианского диатомитоносного бассейна.

Вулканокластово-диатомитовые породы состоят из обломков вулканического стекла размером 0.02мм и менее, до пелитовой размерности литокластов и вулканитов (3-5%) и остатков диатомей (10-20%). Под микроскопом структура органогенно-пепловая, участками – органогенно-обломочная. Литокласты представлены обломками пемзы, перлитов и обсидианов пузырчатой и флюидальной текстуры, а также трахитов, дацитов, базальтов. Кристаллокласты представлены плагиоклазом, кварцем, биотитом, апатитом, размеры которых колеблются от 0.2мм до 1см. Цемент биогенный (диатомовый), с небольшой примесью глинистого вещества.

Вулканокластово-диатомитовые смешанные отложения диатомитовых бассейнов затрудняют эксплуатацию диатомитовых месторождений. С выявлением практической значимости их можно отнести к полезным ископаемым. Институтом геологических наук совместно с Институтом общей и неорганической химии НАН РА в лабораторных условиях выявлена возможность использования вулканокластово-диатомитовых пород как сырья для получения тарного стекла (Авакян, Арутюнян, Князян, 2007).

Запасы их огромны, и если учесть и объемы глинистых разновидностей диатомитовых пород, из которых также получены тарные стекла (Авакян и др., 1998), то запасы практически неисчерпаемы.

Таблица 2
Химический состав вулканокластово-диатомитовых пород Сисианского
диатомитоносного бассейна

N	ПОРОДЫ	КОМПОНЕНТЫ													
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	MnO	CO ₂	H ₂ O	ппп	Na ₂ O	K ₂ O
1	Диатомо- во-пемзо- во-пеп- ловые	64.46	0.22	10.74	2.88	0.79	2.05	1.25	0.09	0.06	1.1	0.09	8.61	4.0	3.7
2	Диатомо- во-пепло- вые	53.45	0.29	20.94	2.72	0.75	3.38	1.00	0.14	0.15	2.66	0.13	8.6	2.90	2.90
3	Диатомо- во-пепло- вые	63.81	0.20	13.04	3.01	0.85	2.20	1.65	0.07	0.08	1.70	0.11	10.0	1.90	1.40
4	Диатомово- пемзово- пеплово- песчанис- тые	68.00	0.18	16.53	2.29	0.28	2.96	0.90	0.11	0.09	2.02	0.12	0.30	3.90	2.40
5	Диатомово- пемзово- пеплово- песчанис- тые	67.17	0.15	15.89	0.99	0.57	1.60	1.20	0.03	0.29	1.57	0.09	4.70	2.16	3.66
6	Диатомово- пемзово- пепловые	69.81	0.36	13.64	2.49	0.28	1.26	1.58	0.27	0.05	-	0.7	-	1.40	1.2

Анализы выполнены в химической лаборатории ИГН НАН РА.

По содержанию химических компонентов (табл.2), изученные породы, по сравнению с перлитами, вторичными кварцитами и другими видами минерального сырья имеют ряд преимуществ: суммарные повышенные содержания щелочных и щелочно-земельных оксидов, присутствие опаловой модификации SiO₂ (содержание биогенно-активного кремнезема 15-20%).

Также выявлены высокая хрупкость породы, относительно низкая (на 80-100⁰С) температура развара шихты. В настоящее время с целью промышленного производства стекла в республику ввозятся, являющиеся остродефицитными, щелочные оксиды в виде соды (Na₂CO₃) и поташа (K₂CO₃). Очевидна актуальность изучения и использования новых местных содержащих щелочи алюмосиликатных пород для промышленного производства стекла.

Варка стекол осуществлялась при температуре 1350-1400⁰С в течение 3-х часов в корундовых тиглях. Полученные стекла имеют цвет от светло-зеленого до зеленого с различными оттенками. Стекла имеют своеобразный блеск, обусловленный относительно повышенным количеством K₂O в породах. Стекла термообрабатывались в муфельной печи при температуре 520-550⁰С. Осветление и гомогенизация стекол происходили при темпе-

ратуре 1400⁰С, силикатообразование – в температурном интервале 800-1200⁰С. Синтезированные стекла не кристаллизуются в течение 6-ти часов при выдержке в градиентной печи.

По своим вязкостно-температурным характеристикам синтезированные и промышленные стекла показали практическое сходство.

Результаты исследований показали, что использованные породы для варки стекла без предварительного обогащения соответствуют требованиям, предъявляемым к алюмосиликатному сырью для производства тарных стекол.

Таким образом, отмеченные породы Сисианского диатомитоносного бассейна можно отнести к новым видам минерального стекольного сырья, и их огромные запасы могут восполнить дефицит минерального сырья для стекловарения, в котором так нуждается республика.

Из отмеченных выше разновидностей диатомитовых пород наибольший интерес представляют глинистые и пепло-пемзовые разновидности. Выявлена возможность синтеза сорбентов из глинистых разновидностей диатомитов, в которых преобладает монтмориллонит (Авакян, Князян, Мартиросян, 1998). Следует обратить внимание на возможность получения из пемзо-пепловых пород в лабораторных условиях: а) пористых строительных кирпичей, имеющих объемный вес 1.2-1.40г/см³, прочность при сжатии 70-100кг/см², температура обжига 950-1000⁰С; б) перегородочных плит, а также легких и строительных кирпичей. Небольшой объемный вес (0.5-1.1г/см³) и высокая пористость (80%) благоприятны для термоизоляционных кирпичей. Эти работы нуждаются в продолжении в полужаводских и заводских условиях.

Помимо отмеченных разновидностей, в 2007г. была обнаружена новая разновидность – фосфорсодержащие ожелезненные диатомовые породы (Авакян, Талиашвили, 2007), представленные пепло-пемзовыми, опоковидными, песчанистыми, глинистыми диатомитами и диатомовыми глинами. Известно, что помимо промышленных фосфатных руд определенный интерес в качестве фосфорсодержащих удобрений для местных нужд могут представлять железосодержащие породы с низким содержанием Р₂О₅, даже при наличии вредных примесей. Фосфоритоносные ожелезненные породы Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна морфологически представлены слоями, прослоями (мощность от 0.5см до 0.6 метра), конкрециями, гнездами (от 5-10 до 25см, иногда достигают 30-35см). Формы их разнообразны: округлые, вытянутые, эллипсовидные и нередко подчинены слоистости вмещающих ожелезненных песчаников, диатомитовых глин, пепло-пемзовых и других отложений. По данным микроскопического, минералогического и рентгеноструктурного анализов определены следующие нетрадиционные фосфатные минералы: хюнеркомбелит, таранакит, штрэнгит и другие (Авакян, Израелян, Степанян, 2009). В зависимости от типа и состава руд, их петрографических и минеральных особенностей используются различные методы обогащения

(флотация, кислотная магнитная сепарация, дешламация и др.) и переработки.

Обогащением фосфорсодержащих (5-6%) железорудных пород получают шлаки с содержанием P_2O_5 до 16-18%. С целью наибольшего извлечения P_2O_5 в лаборатории ИГН НАН РА нами проведена специальная обработка проб этих пород, содержащих в природном виде 6-12% P_2O_5 . После соответствующей обработки содержание P_2O_5 возросло от 16 до 35%. Полученный концентрат, по данным Агрохимической службы Минсельхоза Армении, по своим качественным свойствам вполне соответствует требованиям Минсельхоза РА, предъявляемым к удобрениям. Необходимо отметить, что для рекомендации фосфоритов в качестве удобрения важное значение имеет усвояемость P_2O_5 растениями, а это в основном обусловлено минеральным составом пород. Таким образом, при проведении геолого-поисковых работ необходимо выделить и оконтурить отдельные зоны или участки с такими минеральными ассоциациями, которые по усвояемости растениями дают высокое процентное содержание P_2O_5 .

Заключение

Обобщая вышеизложенное, отметим, что использование нового (нетрадиционного) вида минерального сырья в разных отраслях производства (стекольное, сорбенты, легкие и строительные кирпичи, фосфорное удобрение) создаст возможность существенно поднять производственный потенциал Сисианского региона.

Нетрадиционное минеральное сырье вулканогенно-диатомитовой формации требует комплексного подхода для производственного освоения. При проведении геолого-поисковых работ необходимо выделить и оконтурить отдельные зоны, либо участки фосфоритовых пород с такими минеральными ассоциациями, которые по усвояемости P_2O_5 растениями дают положительные результаты.

Полученные сорбенты, строительные и легкие кирпичи, а также перегородочные плиты нуждаются в полужавовских и заводских испытаниях.

ЛИТЕРАТУРА

- Авакян Т.А. Диатомиты Сисианского месторождения АрмССР. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1974, 133с.
- Авакян Т.А., Мхитарян Р.Г. Монтмориллонит-диатомитовые глины как полезное ископаемое. Изв. АН АрмССР, сер. "Науки о Земле", 1985, т. XXXVIII, N3, с.66-68.
- Авакян Т.А. Формационные критерии диатомитов Армении. Изв. НАН РА, сер. "Науки о Земле", 1994, т. XLVII, N3, с. 27-42.
- Авакян Т.А., Князян Н.Б., Мартиросян Г.Г. Глинисто-диатомитовые породы вулканогенно-диатомитовой формации и возможность их использования в промышленности Армении. Изв. НАН РА, сер. "Науки о Земле", 1998, т. LI, N1-2, с. 95-99.
- Авакян Т.А. Характеристика качества и структурных особенностей диатомитов Армении. Изв. НАН РА, сер. "Науки о Земле", 2003, т. LVI, N3, с.46-48.

- Авакян Т.А., Талпашвили Б.А.** О фосфорсодержащих железорудных скоплениях в диатомитовой толще Сисианского диатомитового бассейна. Изв. НАН РА, сер. “Науки о Земле”, 2007, т. LX, N3, с.35-39.
- Авакян Т.А., Арутюнян Н.М., Князян Н.Б.** Вулканокласто-диатомитовые породы Сисианского диатомитового бассейна как стекольное сырье. Изв. НАН РА, сер. “Науки о Земле”, 2007, т. LX, N2, с.36-39.
- Авакян Т.А., Израелян В.Р., Степанян Ж.О.** Об обнаружении некоторых фосфатных минералов в отложениях Воротан-Горисского диатомитового бассейна Сюникского Марза. Изв. НАН РА, сер. “Науки о Земле”, 2009, Т. 62, N3, с. 38-42.
- Петросов И.Х., Цамерян П.П.** Вещественный состав и условия образования бентонитовых глин Саригюхского и Ноемберянского месторождений Арм. ССР. Ереван: Изд-во АН Арм.ССР, 1971, 135 с.
- Slaughter O.M., Early T.W.** Mineralogy and geological significance of the Mowry bentonites. Wyoming-Geol.Surv. America Spec. Papers, N3, 1965.

Рецензент Ж.О.Степанян

ՈՐՈՏԱՆ-ԳՈՐԻՍ ԴԻԱՏՈՄԻՏԱԲԵՐ ԱՎԱԶԱՆԻ ՆՈՐ ՄԻՆԵՐԱԼԱՅԻՆ ՀՈՒՄՔԸ և ՆՐԱ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ

Թ.Ա. Ավագյան, Ն.Բ. Կնյազյան, Ն.Մ. Հարությունյան

Ամփոփում

Հոդվածում բերվում են Որոտան-Գորիս դիատոմիտաբեր ավազանում հանդես եկող հրաբխադիատոմիտային խառնուրդ ապարների մի շարք տեսակների (հրաբխային փոշու - դիատոմիտային, պեմզա-դիատոմիտային, դիատոմիտային կավերի, երկաթացված ֆոսֆորային դիատոմիտային կավի և ուրիշներ) վրա կատարված գիտական և գիտա-փորձարարական ուսումնասիրությունների արդյունքները: Վերը նշված խառնուրդ ապարները, երկար տարիներ որոնողահանությային և հետախուզական աշխատանքների ժամանակ ուսումնասիրողների կողմից դիտվել են որպես խանգարող ապարներ: Սակայն վերջին 10 տարիների ընթացքում Ակադեմիայի երկրաբանական գիտությունների Ինստիտուտի և անօրգանական քիմիայի Ինստիտուտի աշխատակիցների համատեղ աշխատանքների միջոցով բացահայտվել է վերը նշված խառնուրդ ապարների, որպես ոչ ավանդական միներալային հումքերի արդյունաբերական տարբեր ճյուղերում և գյուղատնտեսության մեջ օգտագործվելու հնարավորությունները:

**NEW MINERAL RAW MATERIAL VOROTAN-GORIS OF
DIATOMITE-BEARING BASIN AND THE PROSPECTS OF ITS USE.**

T.A. Avagyan, N.B. Kniazyan, N.M. Harutiunyan

Abstract

The article presents the results of research and experimental work conducted over the past ten years. The investigated mixed volcanic-diatomite rocks that were considered as harmful impurities during the survey and exploration works, at the present time are of practical interest as non-traditional minerals for the use in various sectors of the economy. Conducted long-term study were the basis for the nomination of pumice-diatoms, ash-diatoms, pumice-ash-diatoms, montmorillonite-diatoms, phosphorus-containing iron diatom species as the mineral raw materials for adsorbents, partition plates, light and building blocks, packaging and high-grade types of glass, fertilizers, etc.

The present article describes these types of volcanic-diatomite rocks of diatomite-bearing Vorotan-Goris basin, which are non-traditional minerals and are of great practical value for Armenia.

**ВЫДЕЛЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДНЫХ ТЕЛ,
ПОДВЕРЖЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ РИСКАМ ПО
КАЧЕСТВЕННЫМ И КОЛИЧЕСТВЕННЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ
НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ АГСТЕВ**

© 2011 г. А. А. Аракелян, А. С. Пилоян

*Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
e-mail: alex@geosot.am
Поступила в редакцию 27.04. 2011 г.*

В данной статье впервые в Армении рассмотрены вопросы расчленения водных тел на однородные по качественным и количественным признакам. Выявлены водные тела, подверженные экологическим рискам, определены морфометрически измененные и искусственные водные тела. Определен экологический сток водных тел, на основе которого выявлены водные тела, подверженные экологическим рискам по качественному показателю.

Водные ресурсы по всей их длине (реки), объему (озера) или площади (подземные воды) не могут иметь одинаковые природные и антропогенные условия и как следствие – одинаковые количественные и качественные показатели. Следовательно, применять одинаковые меры планирования и управления ко всем частям водного ресурса нецелесообразно. Необходимо расчленить водный ресурс на отдельные части или «водные тела». Ниже термин «водное тело» используется соответственно определению статьи 2.3.1 ВРД ЕС (Directive 2000/60/EC, 2000). Расчленение водных тел является важной частью бассейнового планирования.

Определение и выделение водных тел в бассейне р. Агстев реализовано согласно требованиям ВРД (CIS for the WFD. Guidance Document No 2, 2003). Процедура выделения водных тел состоит из ряда последовательных шагов, первый из которых – определение водных тел, подверженных экологическим рискам, второй – выделение морфологически измененных и искусственных водных тел. Далее на основе критерий, представленных ниже, выделяются остальные части реки. При выделении водных тел сохранено требование дискретности – водные тела не пересекаются и не состоят из других водных тел.

Критерии выделения водных тел

Первым шагом выделения водных тел является выбор критерий. ВРД ЕС предлагает следующие группы критерий выделения: биологические, социально-экономические, экологические факторы воздействия на воду и водопользование. Ниже перечисляются те факторы представленных групп, наличие которых образует количественные и качественные изменения водных ресурсов, и по этой причине могут считаться параметрами расчленения.

1. Рельеф речного бассейна (поле, равнина, горный, долинный).
2. Гидрологический фактор - основные узлы соединения речных стоков.
3. Крупные населенные пункты, промышленные предприятия, зоны интенсивного сельского хозяйства.
4. Гидроморфологический фактор - степень измененности природного русла реки или водохранилища.

В данной работе выделение водных тел произведено на примере бассейна р. Агстев, учитывая имеющиеся данные о давлениях в данном бассейне и их значение как трансграничный водный ресурс.

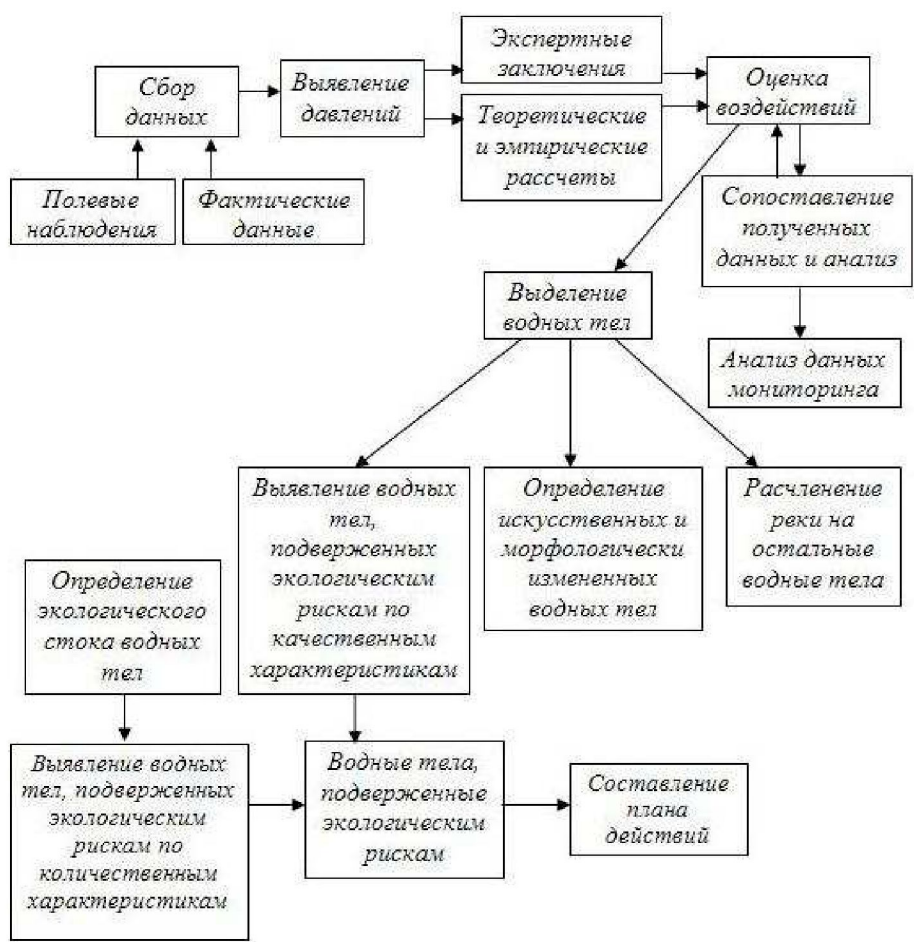


Рис. 1. Последовательные шаги выявления и определения водных тел

Общая характеристика бассейна р. Агстев

Бассейн р. Агстев расположен на северо-востоке Армении. Река Агстев – правосторонний приток р. Куры, ее длина – 133 км, площадь водосборного бассейна – 2589 км². Нижнее течение реки находится на

территории Азербайджана. В пределах РА длина р. Агстев составляет 85 км, а площадь водосборного бассейна – 1703.9 км².

Река Агстев берет начало с северных склонов горы Тежлер Памбакского хребта (2890 м). Долина р. Агстев лесистая; в среднем и нижнем течении долина расширяется, затем постепенно соединяется с Куринской депрессией.

Густота речной сети небольшая – 0.73 км/км², несмотря на то, что в бассейне насчитываются около 1000 рек и притоков, в том числе 20 из них – длиной более 10 км, 2 – более 50 км. Значительными левосторонними притоками являются Бдан (15 км), Агарцин (10 км), Сарнаджур (31 км), Воскепар (58 км, сливается с р. Агстев на территории Азербайджана), а правосторонними – Гетик (56 км) и Пайтаджур (22 км) (ZUUZ Фhq. U2hu., 1971; Qrhnuqwrjuu li nprh2uep, 2002). На р. Агстев построено Иджеванское водохранилище объемом 1.5 млн. м³.

Выявление водных тел, подверженных экологическим рискам

Водными телами, подверженными экологическим рискам, считаются те тела, в пределах которых присутствуют значительные точечные или рассеянные давления, под воздействием которых возникают качественные изменения воды.

Необходимость анализа давлений и воздействий в планировании речного бассейна представлена в 5-ой статье Водной Рамочной Директивы (Directive 2000/60/EC, 2000). В соответствии с требованиями и ВРД, с целью идентификации давлений был собран и подвергнут анализу необходимый материал об антропогенном воздействии в бассейне р. Агстев и были определены типы давлений соответственно классификации по Руководству ВРД IMPRESS EC (CIS for the WFD. Guidance Document No 3, 2003).

При определении, описании давлений и оценке воздействий были применены некоторые методы и принципы. В частности, с помощью теоретических расчетов было вычислено количество выбросов (Биохимическое потребление кислорода, БПК) на одного человека в крупных населенных пунктах, как например, воздействие одного автомобиля на окружающую среду.

При полевых наблюдениях в долинах рек Агстев и Гетик были выделены те части бассейна, где присутствуют места загрязнения коммунально-бытовыми сточными водами или места, загрязненные твердыми отходами, а также другие возможные участки загрязнения.

Для оценки качества воды были использованы данные мониторинга 5 постов за 2006-2007 г.г.. Оценка качества была проведена по показателям кислородного режима и содержанию тяжелых металлов.

Классы качества вод определяются по номенклатуре ЕС ВРД. Для классификации качества воды р. Агстев была использована схема классификации реки Дунай (ICPDR, 2008).

По результатам расчетов, полевых работ и экспертных заключений существенными давлениями в бассейне р. Агстев были приняты: сточные

воды предприятий пищевой промышленности, коммунально-бытовые сточные воды, некоторые сельскохозяйственные площади и употребление удобрений, мусорные свалки.

По качественным характеристикам в бассейне р. Агстев определены 8 водных тел, подверженных экологическим рискам (рис. 2). В таблице 1 представлены те показатели, которые послужили основой для их причисления к водным телам, подверженным рискам.

Таблица 1
Водные тела, подверженные экологическим рискам.

Источник значительного давления	Водное тело №	Местополо- жение	Наличие мониторин- говой точки наблюдения	Загрязнитель (концентрация, мг/дм ³)
Сельскохозяйствен- ное землеполь- зование	1	с. Фиолетово	т. набл. №15	Аммоний (0,4) Ортофосфат (0,19)
Городские сточные воды	2	гор. Дилижан	т. набл. №16	Аммоний (0,52) Ортофосфат (0,49) Нитрит (0,053)
Твердые отходы				
Твердые отходы	3	с. Техут – с. Ахарцин	Нет	-
Коммунально-быто- вые сточные воды				
Коммунально-бытовые сточные воды	4	р. Гетик	т. набл. №20	Аммоний (0,38) Ортофосфат (0,23)
Твердые отходы				
Коммунально-быто- вые сточные воды	5	Устье р. Гетик – вдхр. Иджеван	Нет	-
Твердые отходы				
Коммунально-быто- вые сточные воды	6	вдхр. Иджеван – гор. Иджеван	т. набл. №17	Аммоний (0,43) Ортофосфат (0,22)
Твердые отходы				
Твердые отходы	7	гор. Иджеван	т. набл. №18	Аммоний (0,45) Ортофосфат (0,26) Нитрат (3,07)
Городские сточные воды				
Пищевая промышленность				
Сельскохозяйствен- ное землеполь- зование	8	гор. Иджеван – с. Азатамут	Нет	-

Определение морфологически измененных и искусственных водных тел

«Морфологически измененное водное тело» - поверхностное водное тело, которое в значительной степени изменило свой характер вследствие физических видоизменений, связанных с антропогенной деятельностью (Directive 2000/60/EC, 2000, статья 2.9).

В бассейне таким является только Иджеванское водохранилище. *Водное тело №9*. Площадь Иджеванского водохранилища – 0.29 км², объем – 1.5 млн. м³. Построено в основном для регулировки стока.

«Искусственное водное тело» - поверхностное водное тело, образовавшееся в результате антропогенной деятельности (Directive 2000/60/EC, 2000, статья 2.8). В бассейне р. Агстев таковыми являются каналы. В бассейне на данный момент есть 4 действующих канала, которые в основном используются в оросительных целях: *водное тело №10* – Гетаовит, *водное тело №11* – Хаштарак, *водное тело №12* – Акнахбюр-Лусадзор, *водное тело №13* – Вазашен-Айгеовит (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2

Искусственные водные тела.

Водное тело №	Название канала	Источник питания	Год строительства	Пропускная способность канала, м ³ /сек	Орошаемая каналом территория в га
10	Гетаовит	р. Агстев			
11	Хаштарак	р. Агстев	1930-1953	0.6	214
12	Канал насосной станции Акнахбюр-Лусадзор	р. Агстев	1966	0.3	223
13	Канал насосной станции Вазашен-Айгеовит	р. Агстев	1965-1966	1.0	1483

Расчленение поверхностных водных ресурсов на отдельные водные тела

Учитывая критерии выделения, представленные выше, возникает необходимость расчленить Агстев также на другие водные тела:

Водное тело №14. Включает участок с истока р.Агстев до села Лермонтово. Основой выделения послужило наличие крупного населенного пункта.

Водное тело №15. Включает левый приток р.Агстев – реку Блан до города Дилижана. Критерием выделения является гидрологический фактор.

Водное тело №16. Самый большой левосторонний приток реки Гетик – Полад. Критерием выделения является гидрологический фактор.

Водное тело №17. Участок с истока реки Гетик до города Чамбарак. Основой выделения является наличие города.

Водное тело №18. Правый приток реки Агстева – река Пайтаджур полностью. Критерием выделения является гидрологический фактор.

Водное тело №19. Включает левосторонний приток Агстева – реку Спитакаджур. Выделение связано с гидрологическим фактором.

Водное тело №20. Приток р.Агстев – река Сарнаджур. Критерием выделения является гидрологический фактор (рис. 2).

Определение минимального экологического стока с целью выявления водных тел, подверженных экологическим рискам по количественному показателю

Экологический сток – это то минимальное количество стока, которое необходимо для сохранения экосистем речной сети. Природный речной сток имеет значительное влияние на состав биоты и биологическую эффективность экосистем. Поэтому определение оптимальных расходов рек, учитывая водопользование, очень важно с экологической точки зрения (Estrela et al, 1996).

С точки зрения планирования и управления водными ресурсами бассейна оценка экологического стока очень важна, так как определяется то количество воды, которое не должно использоваться ни в каких целях. Этот минимальный сток должен служить сохранению видов водных особей и биоразнообразию бассейна. По этой причине расчет величины экологического стока – необходимое условие определения экологических целей водного тела.

Экологическим стоком водных тел принято 50%-ов значения медианы многолетнего ряда годовых абсолютных минимальных расходов, если на территории водного тела присутствует гидрологический пост. В данной работе использован ряд наблюдений 1978-2008 гг. гидрологических постов бассейна р. Агстев. Экологические стоки водных тел без гидрологических наблюдений определялись аналитическим методом, создавая связь между экологическим стоком и площадью водосборного бассейна водного тела.

Для постов рассчитаны значения экологического стока вышеуказанным методом (табл. 3).

Таблица 3

Рассчитанные значения экологических стоков для гидрологических постов
бассейна р. Агстев

Река/Пост	Медиана ряда наблюдений минимальных стоков, <i>м³/сек</i>	Экологический сток, <i>м³/сек</i>
Агстев/Фиолетово	0.34	0.17
Агстев/Дилижан	0.78	0.39
Агстев/Иджеван	2.46	1.23
Гетик/Чамбарак	0.175	0.088
Гетик/Гош	0.71	0.36
Пайтаджур/Гандзакар	0.1	0.05
Сарнаджур/Гетаовит	0.2	0.1
Полад/Полад	0.15	0.07

Так как на посту Блдангет-Дилижан наблюдались слишком низкие значения стока и даже был год, когда река высохла, решено значение экологического стока принять за 0.

Используя значения таблиц, рассчитаны экологические стоки всех водных тел. В случае наличия гидрологического поста в пределах определенного водного тела экологическим стоком для него принимается рассчитанное значение на данном посту.

В водном теле №3 нет гидрологического поста, поэтому экологический сток рассчитан следующим образом: водное тело находится между постами Агстев-Дилижан и Агстев-Иджеван. После водного тела №2 в р.Агстев вливается его самый крупный приток – р.Гетик. Следовательно, экологическим стоком водного тела №3 можно принять среднее значение постов Агстев-Дилижан и Агстев-Иджеван, убавив экологический сток рр.Гетик-Гош: $((1.23-0,36)+0,39)/2=0.63$.

Для определения экологических стоков *водных тел №5, 6 и 8* использованы экологический сток, рассчитанный для поста Агстев-Иджеван, и величины площадей водосборных бассейнов соответствующих водных тел (соответственно 1,09, 1,1 и 1,65 *м³/сек*).

Водное тело №7. Использован экологический сток, рассчитанный в посту Агстев-Иджеван (1,23*м³/сек*).

Водные тела №10-13 являются сезонными каналами, соответственно значение их экологического стока принимается за 0.

Водное тело №14. Экологический сток данного водного тела принят 0 *м³/сек*, учитывая сезонный характер этого тела.

Экологические стоки, рассчитанные для всех водных тел бассейна, представлены в табл. 4.

Таблица 4
Экологический сток, рассчитанный для водных тел бассейна р. Агстев

Водное тело, №	Экологический сток, м³/сек	Водное тело, №	Экологический сток, м³/сек
1	0.17	11	0
2	0.39	12	0
3	0.6	13	0
4	0.36	14	0
5	1.09	15	0
6	1.1	16	0.07
7	1.23	17	0.09
8	1.65	18	0.05
9	-	19	0
10	0	20	0.1

Для определения водных тел, подверженных экологическим рискам, экологические стоки рассчитанные по количественной характеристике необходимо сравнить с минимальными стоками, наблюдаемыми на пяти постах бассейна за период 2005-2008 г.г. (табл. 5).

Таблица 5
Сравнение рассчитанных экологических стоков и минимальных расходов за период 2005-2008 г.г.

Водное тело, №	Экологический сток, м³/сек	Наблюдаемый экологический сток за период 2005-2008 г.г.
1	0.17	0.18
2	0.39	0.44
3	0.6	
4	0.36	0.6
5	1.09	
6	1.1	
7	1.23	0.87
8	1.65	
14	0	0
15	0	0
16	0.07	0.15
17	0.09	0.19
18	0.05	0.03
19	0	0
20	0.1	0.04

Из таблицы видно, что нормы экологического стока водных тел №7, 18 и 20 нарушаются, и эти водные тела должны определяться как водные

тела, подверженные экологическим рискам. Нормы экологического стока водного тела №2 не нарушаются, а в последующих водных телах № 3, 5 и 6 не наблюдается рост водозабора, следовательно, эти тела с количественной точки зрения не подвержены рискам. Водное тело №8 находится в активной зоне водопользования, а экологический сток предшествующего ему водного тела №7 нарушается, соответственно водное тело №8 также считается подверженным экологическим рискам.

К водным телам №1-8, подверженным экологическим рискам, прибавляются водные тела №18 и №20, которые считаются подверженными рискам – с количественной точки зрения. Для них должны производиться мероприятия урегулирования водопользования. Для водных тел №7 и №8 мероприятия должны быть направлены на урегулирование как качества, так и количества воды.

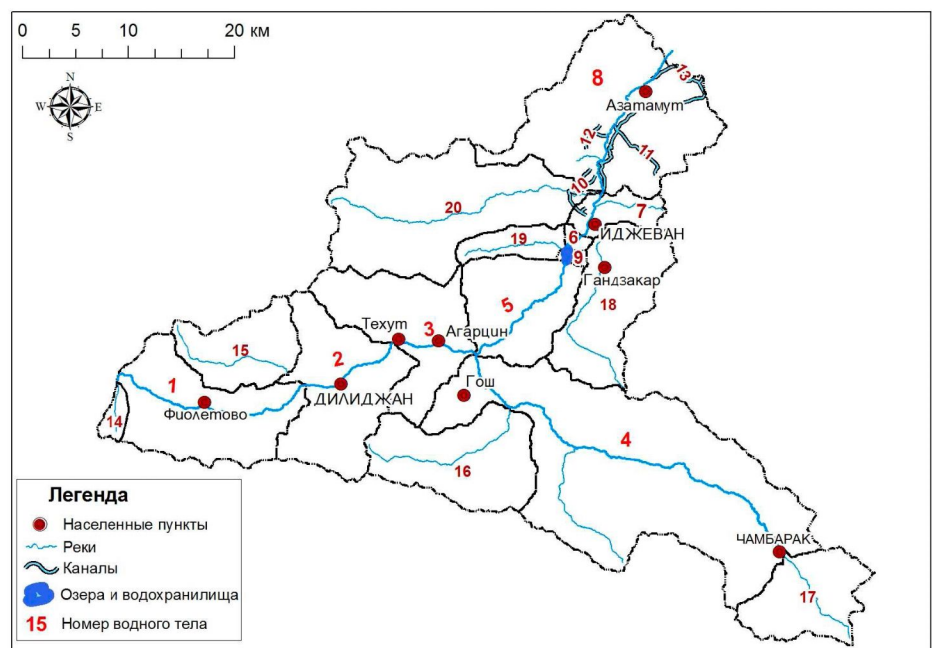


Рис. 2. Схематическая карта водных тел бассейна р. Агстев

ЛИТЕРАТУРА

Հայկական ՄՍՀ ֆիզիկական աշխարհագրություն// ՀՄՍՀ ԳԱ հրատ., Երևան, 1971, 471 էջ:
Զիլինգարյան Լ.Ա., Մնացականյան Բ.Պ., Աղաբաբյան Կ.Ա., Թոքմաջյան Հ.Վ. "Հայաստանի գետերի ու լճերի ջրագրությունը"// Երևան, 2002թ., 49 էջ:
Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No 2. Identification of Water Bodies. Produced by Working Group on Water Bodies// Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003, 24 p.

Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC).
Guidance Document No 3. Analysis of Pressures and Impacts. Produced by Working Group
2.1 – IMPRESS// Luxembourg: Office for Official Publications of the European
Communities, 2003, 149 p.

Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2000:
establishing a framework for Community action in the field of water policy// Official Journal
of the European Communities, 2000, 72 p.

Estrela T., Marcuello C., Iglesias A. Water Resources Problems In Southern Europe: An
Overview Report// EEA, Copenhagen, 1996, 45 p.

Water Quality in Danub River Basin. TNMN Yearbook and database in 2006// ICPDR,
Vienna, 2008, 57 p.

Рецензенты Р.О. Тер-Минасян, М.А. Налбандян

**ԱՂԱՏԵՎ ԳԵՏԻ ԱՎԱԶԱՆԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ ԲՆԱՊԱՀՊԱՆԱԿԱՆ
ՌԻՍԿԵՐԻ ԵՆԹԱԿԱ ՋՐԱՅԻՆ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ԲԱՑԱՀԱՅՏՈՒՄ ԵՎ
ՏԱՐԱՆՋԱՏՈՒՄ ԸՍՏ ՈՐԱԿԱԿԱՆ ԵՎ ՔԱՆԱԿԱԿԱՆ
ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԻ**

Ա. Ա. Առաքելյան, Ա. Ս. Փիլոյան

Ամփոփում

Ջրային ռեսուրսներն իրենց ամբողջ երկայնքով (գետեր), ծա-
վալով (լճեր) կամ մակերեսով (ստորերկրյա ջրեր) չեն կարող ունե-
նալ միևնույն բնական և մարդածին պայմանները և որպես հե-
տևանք՝ միևնույն քանակական և որակական ցուցանիշները: Ջրա-
յին ռեսուրսն անհրաժեշտ է տարանջատել առանձին մասերի կամ
«Ջրային մարմինների»: Ջրային մարմինների տարանջատումը
հանդիսանում է գետավազանային պլանավորման կարևոր քայ-
լերից մեկը:

Աղստևի ավազանում ջրային մարմինների բացահայտումն և
տարանջատումն իրականացվել է ՁՇԴ պահանջներին համապա-
տասխան (Directive 2000/60/EC, 2000): Տարանջատման գործընթացը
բաղկացած է մի շարք հաջորդական քայլերից, որոնցից առաջինն,
ըստ ջրի որակական հատկանիշների, ռիսկային ջրային մարմին-
ների բացահայտումն է: Երկրորդ քայլով առանձնացված են խիստ
փոփոխված և արհեստական ջրային մարմինները: Այնուհետև
տարանջատվել են այլ ջրային մարմիններ՝ հաշվի առնելով գետա-
վազանի ռելիեֆը, հիդրոլոգիական և հիդրոմորֆոլոգիական գոր-
ծոնները և խոշոր բնակավայրերի, արտադրական ձեռնարկություն-
ների, ինտենսիվ գյուղատնտեսական շրջանների առկայությունը:

Բացահայտված և տարանջատված ջրային մարմինների համար
հաշվարկվել են էկոլոգիական հոսքերի արժեքները, բացահայտվել
են ռիսկային ջրային մարմիններ՝ ըստ ջրի քանակական հատկա-
նիշների:

IDENTIFICATION AND DELINEATION OF WATER BODIES AT RISK BY QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CHARACTERISTICS ON EXAMPLE OF AGHSTEV RIVER BASIN

A. A. Arakelyan, A. S. Piloyan

Abstract

Any water resource can not possess the same anthropogenic and natural conditions as a whole, in regard to its entire length (for rivers), volume (for lakes) or surface (for groundwater). As a consequence, they do not have the same quantitative and qualitative parameters. Therefore, it is not efficient applying the same planning and management objectives, requirements and tasks for the entire water resource. It is necessary to delineate the water resources into discrete sections, so called “water bodies”. The delineation of water bodies is an important part of the river basin planning.

Identification and delineation of water bodies in Aghstev river basin was implemented according to the requirements of the WFD (Directive 2000/60/EC, 2000). The procedure for delineation of water bodies consists of a series of sequential steps, first of which is the identification of water bodies at risk. Second step is identification of heavily modified and artificial water bodies. Next one is delineation of other water bodies according to relief of the river basin, hydrological and hydro-morphological factors, presence of the large settlements, industrial enterprises and zones of intensive agriculture. During the process of delineation the requirement of discreteness was applied, i.e. the delineated water bodies do not overlap and they do not consist of other water bodies.

For identified and delineated water bodies values of environmental flows, and identified water bodies at risk were calculated according to water quantitative parameters.

КРИТИКА И ДИСКУССИИ

РЕЦЕНЗИЯ НА КНИГУ Д.С. ДЖЕРБАШЯНА «ПЕТРОЛОГИЯ ЛАВ ВУЛКАНА АРАГАЦ»

Монография «Петрология лав вулкана Арагац» вышла в свет в 2010г. в Издательстве «Гитутюн» НАН РА, спустя много лет после безвременной кончины ее автора, талантливого и многогранного исследователя Давида Степановича Джербашяна (1954-1996г.г.). Подготовленная в начале 90-х годов в качестве кандидатской диссертации, эта работа сохранила до наших дней свою актуальность, новизну подходов и остается большим вкладом в петрологию четвертичного вулканизма Армении. Издание монографии стало возможным в результате кропотливого и вдумчивого труда над рукописью составителя и ответственного редактора, члена-корреспондента НАН РА, доктора геолого-минералогических наук Р.Л.Мелконяна.

Монография обобщает результаты многолетнего (1982-1995г.г.) комплексного изучения петрографии, минералогии, геохимии вулканических пород и состава магматических микровключений в фенокристаллах лав Арагацкого вулканического комплекса. Она выполнена в русле интенсивно развиваемого в тот период направления, связанного с новыми прецизионными методами в петрологии. Положенный в основу работы большой материал полевых, лабораторных и экспериментальных исследований излагается в строгой последовательности в пяти главах. Благодаря особому научному дару, автору удалось среди многообразия и обилия фактов выявить главные тенденции петрологических процессов и возможные пути образования ассоциации базальт- базальтовый андезит- андезит-дацит, слагающей вулканический комплекс Арагаца. Принимая схему Ю.Гукасяна (1985), согласно которой формирование комплекса происходило в четыре главных этапа извержений, Д.Джербашян остановился на детальном изучении самого протяженного по диапазону пород третьего этапа, начало которого характеризуется базальтовыми излияниями из моногенных центров северного склона вулкана, а последующие извержения представлены дифференцированным рядом базальтовый андезит- андезит- дацит.

Работа предваряется кратким, но исчерпывающим обзором литературных данных, на основании которого формулируются задачи собственных исследований. Особый интерес представляет вторая глава работы, в которой подробно рассматриваются использованные методы изучения состава пород и фенокристаллов в них. Именно в этой главе, кроме традиционных лабораторных и инструментальных методов мы находим детальное описание методики изучения магматических микровключений с помощью сконструированной Д.Джербашяном оригинальной микротер-

мокамеры, которая была защищена авторским свидетельством Комитета по изобретениям СССР в 1985г. В ее создании проявились замечательные конструкторские способности автора: установка отличается от известных аналогов такими преимуществами, как пониженный термоградиент в рабочем объеме, повышенная точность температурных определений и высокая скорость закалки препаратов. В главе третьей приводятся краткое петрографическое описание и химизм вулканических пород, а также впервые выполненные для Арагацкого региона микрозондовые определения состава минералов-вкрапленников (оливина, клинопироксена, ортопироксена, плагиоклаза, титаномагнетита и микровключений хромшпинелидов в оливинах базальтов и базальтовых андезитов). Здесь следует отметить, что установленные Д.Джербашьяном пределы вариаций и особенности химизма минералов близко соответствуют определениям состава их мономинеральных фракций, выполненным ранее Ю.Гукасяном традиционным методом (1985, 1987). Вместе с тем, в новой работе выявляются заметные различия между составами минералов по Ni, Ca, Ti, Mg и приводятся принципиально новые данные по составу ранних включений хромшпинелидов в оливинах. Глава четвертая посвящена детальному исследованию первичных магматических включений (расплавных, кристаллических, флюидных и комбинированных) во вкрапленниках оливина-характерном ликвидусовом минерале. В ней впервые рассматривается термометрия расплавных включений, приводятся составы и температуры закалки гомогенизированных стекол расплавных включений. Эти опыты проводились с исключительной точностью, с учетом многочисленных факторов, влияющих на ход эксперимента (независимое определение отношений закисного и окисного железа в расплаве, изотермическое варьирование содержаний Mg и Fe и др.). В итоге автор констатирует следующие основные положения: 1) кристаллизация парагенезиса фенокристаллов Ol-Pl-Cpx-Orx-Sp (Mt) носит котектический характер; 2) P-T параметры состояния магматической системы на стадии кристаллизации вкрапленников оливина отвечают 1120-1175 °C и 4.4-4.8 кбар общего давления; 3) в составе равновесного с расплавом флюида доминирующую роль играет углекислота; 4) составы базальтового и андезито-базальтового расплавов некомплементарны данному эволюционному тренду. В заключительной пятой главе монографии рассматриваются общие петрологические аспекты формирования вулканической серии Арагаца: механизмы эволюции, особенности происхождения арагацких базальтов и их место среди новейших основных вулканитов Малого Кавказа и западной части Армянского нагорья (т.н. Восточной Анатолии). Приведенный обширный материал, в том числе и графический, по соотношению петрогенных элементов и ряда микроэлементов (Sr, Ba, Y, Rb) дает автору основание к выводу, что для воссоздания петрогенезиса вулканической серии Арагаца одного процесса кристаллизационной дифференциации недостаточно и что необходимо привлечение внешнего фактора эволюции, чем и обосновывается выбор комбинированной модели со смешением расплавов.

Главное место можно отвести данным математического моделирования процессов кристаллизационной дифференциации исходного базальтового расплава и смешения с источником кремнекислого вещества. Расчеты показали, что вариации химизма расплавов- консервантов магматических включений в отдельно взятых базальтовой и андезитово-базальтовой ветвях серии лучше описываются механизмом кристаллизационной дифференциации. Однако общесериальная тенденция математически больше согласуется с контаминационной моделью и признанием механизма смешения двух самостоятельных магматических систем- базальтовой и кремнекислой. Поиски возможных контаминантов путем интерпретации и обзора большого литературного материала привели Д.Джербашяна к заключению, что из всех фиксируемых на дневной поверхности региона образований корового происхождения требуемому составу вещества более всего соответствуют новейшие риодациты. В целом, построенная автором комбинированная петрогенетическая модель сводится к проблеме происхождения первичной для арагацкой серии базальтовой магмы, не касаясь проблемы выплавления самостоятельной андезитовой магмы, в пользу которой высказываются многие исследователи вулканизма островных дуг и континентальных окраин. С этих позиций большого внимания заслуживают выполненные Д.Джербашяном расчеты составов наиболее примитивных для арагацкой серии оливиновых базальтов, базирующиеся на исследовании расплавных включений. Расчеты позволили реконструировать наиболее реальный, по представлениям автора, состав первичной выплавки ($MgO = 14.9\%$, $Mg\# = 0.76$) и интервалы параметров мантийного магмообразования: $T^{\circ}C = 1250-1400$, давление- $15-20$ кбар при $10-20\%$ степени плавления субстрата и шпинель- перцолитовом составе рестита. В той же главе, кроме обоснования авторской модели, рассматриваются «в рамках корректного подхода» альтернативные, теоретически возможные варианты. Последние сами по себе могут стать предметом отдельного рассмотрения по той причине, что представляют щедро «рассыпанные» в главе более общие идеи, свидетельствующие о глубоком понимании Д.Джербашяном сути петрологических проблем. В заключительном разделе работы приводится региональное сопоставление составов новейших вулканических серий всего Армянского нагорья и Малого Кавказа. Сравнительный анализ выявил четкие различия в механизме эволюции и типе дифференциации их магматических систем, в относительной роли кристаллизационного фракционирования и контаминации в широком смысле, включая контаминацию в зонах магмогенерации. Это сформулированное автором положение может иметь последующее развитие при разработке геодинамических и изотопно- геохимических проблем континентально- коллизионного вулканизма, выразительным примером которого является регион Малого Кавказа и Армянского нагорья.

Завершая рецензию, хочется написать, что Д.Джербашян оставил нам пример подлинно творческого, новаторского решения сложных проблем петрогенезиса базальт- дацитовых вулканических серий. Несмотря на

ограниченную объективными условиями начала 90-х геохимическую информацию, он блестяще использовал возможности петрологического анализа, основанного на фундаментальных физико-химических положениях, и создал цельную завершённую монографию. Разработанные автором основные представления и высказанные идеи могут оставаться ориентирами, способствуя дальнейшим исследованиям петрологии новейшего вулканизма на базе современных геолого-тектонических и аналитических изотопно-геохимических данных. Д.Джербашян показал, что возможности петрологического анализа неисчерпаемы, как и неисчерпаемы проблемы изучения такого крупного полигенного центра как Арагац и всего континентально-коллизийного пояса Армении. Уже сейчас по результатам проведенных в 2009-2010 гг комплексных геолого-геофизических, минералогических, изотопно-геохимических исследований вулкана Арагац и его периферических плато обозначаются самостоятельные проблемы. Одна из них - геохимическая специализация дифференцированных серий разных этапов вулканизма, определяемая типом мантийного источника, степенью и периодичностью его плавления. Другая проблема связана с многоэтапным проявлением игнимбритового вулканизма Арагаца как отражением флюидного режима в зонах магмогенерации и его эволюции во времени.

В полной мере принимая актуальность и научную значимость рецензируемой книги Д.Джербашяна необходимо сказать слова благодарности ответственному редактору и его помощникам за большой и бережный труд по воссозданию оставшейся в рукописи работы. Эта монография - высокая дань светлой памяти замечательного человека, одаренного ученого, нашего младшего друга и коллеги Давида Степановича Джербашяна.

**Канд.г-м. наук, ст.н. сотрудники
лаборатории вулканологии ИГН НАН РА
А.Х.Мнацаканян, Ю.Г.Гукасян**

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

СУРЕН АМБАРЦУМОВИЧ МОВСЕСЯН (К 100-летию со дня рождения) (1911 – 1982)



Крупный государственный деятель, признанный ученый, организатор народного хозяйства и геологической науки Армении, доктор геолого-минералогических наук, лауреат Государственной премии СССР Сурен Амбарцумович Мовсесян родился 25 сентября 1911 г. в селе Зархи (Ширванзаде) Елизаветопольской губернии России.

Среднее образование он получил в гор. Баку, после чего поступил в Закавказский индустриальный институт (гор. Тбилиси), который в 1936 году окончил с отличием, получив квалификацию инженера-геолога.

Научную деятельность С.А.Мовсесян начал в Институте геологических наук Армянского филиала Академии наук СССР в качестве младшего научного сотрудника. Закончив аспирантуру и успешно защитив диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, работал в качестве старшего научного сотрудника, затем с 1939 по 1941 гг. был директором упомянутого института. Его глубокая научная подготовка и организаторские способности способствовали становлению института как центра по изучению геологии и минеральных ресурсов республики.

В 1941 г. С. Мовсесян направляется на ответственную государственную работу и в тяжелейших условиях военного времени организует нормальное функционирование горнорудной промышленности и цветной металлургии Армении.

После окончания войны, вплоть до 1973 г., он продолжал работу в Правительстве Республики на должностях Председателя Госплана, Заместителя Председателя Совета Министров, Председателя Совнархоза и, наконец, Первого Заместителя Председателя Правительства Армении.

С именем С.А.Мовсесяна неразрывно связан бурный рост целого ряда отраслей промышленности республики в течение почти сорока лет. Он был не только хорошим организатором, но и прозорливым стратегом, умеющим на многие годы вперед определять важнейшие направления социально-экономического развития, обеспечивающие рост благосос-

тояния страны. Он являлся инициатором и руководителем крупнейших строек горнодобывающих предприятий Армении. Его практические советы и методические указания легли в основу разведки, оценки месторождений, проектирования, строительства и функционирования горнорудных предприятий.

Незаурядные способности и поразительное трудолюбие позволили С.А.Мовсисяну сочетать ответственную государственную деятельность с научной и педагогической работой. В 1944 – 1973 гг. выходят в свет его многочисленные статьи и монографии. Круг затрагиваемых в них вопросов необычайно широк – от чисто геологических задач до проблем, связанных с общим развитием промышленности Армении.

В 1950г. за открытие и исследование месторождений полезных ископаемых С.А.Мовсисян в составе группы специалистов получил Государственную премию СССР.

Результаты многолетних исследований были обобщены им в монографии «Геология рудных месторождений, минерально-сырьевая база, пути ее расширения и перспективы развития горнорудной и металлургической промышленности Армянской ССР», за которую Ученым советом Московского геологоразведочного института (МГРИ) в 1969 г. С.А.Мовсисяну была присуждена ученая степень доктора геолого-минералогических наук.

С 1946г. в течение почти пятнадцати лет Сурен Амбарцумович преподавал курс «Методика геологоразведочного дела» на геологическом факультете Ереванского государственного университета.

Подготовке высококвалифицированных специалистов он продолжал уделять особое внимание. После 1973 г. С.А.Мовсисян полностью посвятил себя научной работе, организовал и возглавил Кавказскую лабораторию региональных геолого-экономических исследований Всесоюзного института экономики минерального сырья (ВИЭМС, ныне ГЗАО «Геоэкономика» Мин. охраны природы РА), создав новое научное направление и коллектив, способный выполнять актуальные для рассматриваемого времени исследования.

В это время вышли в свет его монографии «Комплексные медно-молибденовые месторождения», «Закономерности размещения рудных месторождений Армении», «Роль минерально-сырьевой базы в развитии производительных сил Армянской ССР», а также ряд научных статей и брошюр.

Под его руководством были выполнены важные работы научного и научно-прикладного характера, касающиеся оценки состояния и перспектив развития минерально-сырьевой базы Северного Кавказа и Закавказья, геолого-экономической оценки месторождений цветных и благородных металлов на курируемой территории и за ее пределами.

Достоянием коллег и учеников Сурена Амбарцумовича является не только его научное наследие, но и наглядный пример личной порядочности и ответственности за выполненную работу. Его отличала особая

внутренняя дисциплина, высокая требовательность, прежде всего к себе. Однако, за внешним обликом строгого руководителя скрывался очень отзывчивый и чуткий человек. В самых сложных ситуациях к нему за добрым советом и помощью обращались не только коллеги и сослуживцы, но и незнакомые, иногда совершенно отчаявшиеся люди, для многих из них его поддержка была судьбоносной.

Оценивая, в целом, научный вклад С.А.Мовсисяна в геологию Армении, с уверенностью можно отметить, что его богатое научное наследие имеет в своей основе достоверный и глубоко проанализированный геологический материал, который позволил автору выдвинуть ряд интересных научных идей и ценных практических рекомендаций. Вообще, практическая направленность является характерной чертой всей его научной деятельности.

Результаты уже самых ранних исследований С.А.Мовсисяна, посвященных геологии и рудоносности Мегринского интрузива, были обобщены в работе «Интрузии центральной части Конгур-Алангезского хребта и связанные с ними полезные ископаемые» (1941г.). Работа являлась практически первой сводкой по этому сложному, в геологическом отношении, объекту, охватив вопросы многофазности становления плутона, разнообразия дайкового комплекса, контактово-метасоматических образований и связи с ними разнотипного оруденения. К этому же периоду относится открытие и детальное изучение контактово-метасоматических андалузитовых роговиков – «Парагачайское месторождение андалузита» (1939г.) – с редким для того времени подробным описанием разных стадий метасоматоза, анализом и диагностикой редких минеральных ассоциаций, а также практическими рекомендациями.

В более поздних работах С.А.Мовсисяна – «К вопросу об основных закономерностях размещения рудных месторождений Армении» (1969г.), «Промышленные типы медно-молибденового и золоторудных месторождений Армении» (1969 г.) - дан критический анализ концепции металлогенической зональности и выдвинуты новые подходы к вопросам закономерностей размещения эндогенного оруденения. Эта проблема рассмотрена комплексно: по отношению к неоднородности пород фундамента, в связи с размещением и положением оруденения в разных структурных этажах, с позиций молодого (альпийского) возраста, глубины формирования и зональности оруденения, с оценкой роли контроля оруденения разноориентированными, в т. ч. и поперечными разломами и т.п. Вопросы, которые в последующем сыграли определенную роль в теории и практике изучения процессов рудообразования, научного прогноза и в методике поисковых и разведочных работ.

В последующие годы эти идеи были развиты и обобщены в монографиях «Комплексные медно-молибденовые месторождения» (1974г.) и «Закономерности размещения рудных месторождений Армении» (1979г.).

Особое внимание в работах С.А.Мовсисяна уделялось проблемам промышленной типизации месторождений главнейших рудных формаций

Армении, что позволило ему положительно оценить перспективы минерально-сырьевой базы и ее роль в экономике республики.

С.А.Мовсесян прожил напряженную, очень плодотворную и интересную жизнь. Наряду с государственной и научно-педагогической деятельностью, он вел большую общественную работу. В 1947 – 1963 гг. являлся депутатом Верховного Совета Армянской ССР, а с 1960 г. по 1974 г. – депутатом Верховного Совета СССР. Он возглавлял комиссию по строительству, являлся членом бюджетной комиссии, неоднократно участвовал в работах парламентских делегаций СССР. Многолетняя научная, трудовая и общественная деятельность С.А.Мовсесяна была отмечена высокими правительственными наградами: орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, многочисленными медалями,

Научное наследие Сурена Амбарцумовича Мовсесяна не потеряло своей ценности и развивается его последователями.

**Институт геологических наук
НАН Армении
Редакция журнала “Известия
НАН Армении, сер. Науки о
Земле”**

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐ

ՖԱՐԱՄԱԶՅԱՆ ԱՆԴՐԱՆԻԿ ՍԻՄՈՆԻ
(1926 – 2011)



2011թ. մայիսի 16-ին, 85 տարեկան հասակում կյանքից հեռացավ ճանաչված գիտնական, ՀՍՍՀ Պետական մրցանակի դափնեկիր, Երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածու, ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություններ երկրի մասին» տեղեկագիր գիտական ամսագրի պատասխանատու խմբագրի տեղակալ, Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի առաջատար գիտաշխատող Անդրանիկ Սիմոնի Ֆարամազյանը:

Ա.Ֆարամազյանը ծնվել է Ուզբեկական ՍՍՀ Անդիժան քաղաքում, 1926թ. դեկտեմբերի 18-ին, ծառայողի ընտանիքում: 1933թ. Ֆարամազյանների ընտանիքը տեղափոխվում է Երևան: 1944թ. Նա ավարտում է Գորկու անվան միջ-

նակարգ դպրոցը, 1948-1950թթ. սովորում Երևանի Լեոնա-մետալուրգիական տեխնիկումում: 1955թ. գերազանցությամբ ավարտում է Երևանի Պոլիտեխնիկական ինստիտուտի լեռնային ֆակուլտետը՝ լեռնային ճարտարագետ-երկրաբանի մասնագիտությամբ:

1956թ. Ա.Ֆարամազյանը ընդունվում է ՀՍՍՀ ԳԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի ասպիրանտուրա երկրաքիմիա մասնագիտությամբ և 1961թ. ՍՍՀՄ ԳԱ Երկրաքիմիայի, միներալոգիայի պետրոգրաֆիայի և մետաղական օգտակար հանածոների գիտահետազոտողական ինստիտուտում (ԻԳԵՄ, Մոսկվա) պաշտպանում է թեկնածուական ատենախոսություն՝ «Քաջարանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի հազվագյուտ և ցրված տարրերի միներալոգիան և երկրաքիմիան» թեմայով, ստանալով երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճան:

1956թ.-ից մինչև կյանքի վերջը, շուրջ 55 տարի անընդմեջ, Ա.Ֆարամազյանը, աշխատել է Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում որպես լաբորանտ, կրտսեր գիտաշխատող, 1963թ.-ից՝ որպես ավագ գիտաշխատող, իսկ 1996-98թթ. գլխավորել է երկրաքիմիայի լաբորատորիան:

Ա.Ֆարամազյանը մեծ ավանդ ունի Հայաստանի տարածքի հանքային, հատկապես պղինձ-մոլիբդենային ֆորմացիաներում հազվագյուտ, ցրված և ազնիվ տարրերի (ոսնիում, սելեն, թելուր, քսմուր, գերմանիում, ոսկի, պլատին, պալադիում, ռոդիում, օսմիում և այլն) միներալոգիական և երկրաքիմիական ուսումնասիրությունների ասպարեզում: 1970թ. նա, Մ.Կալինինի և Մ.Տերեխովիչի հետ համատեղ,

բարձր ճշգրտության քիմիական-սպեկտրալ մեթոդների կիրառմամբ, Հայաստանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրերի (Քաջարան, Ագարակ, Դաստակերտ) հանքանյութերում և խտանյութերում հայտնաբերեց պլատինի խմբի մետաղներ՝ պալադիում, պլատին, օսմիում և այլն, բացահայտեց նրանց տեղաբաշխման օրինաչափությունները:

Ա. Ֆարամազյանը ծանրակշիռ ավանդ ունի նաև Թեղուտի պղինձ-մոլիբդենային, Թուխմանուկի ոսկի-բազմամետաղային և Ախթալայի բազմամետաղային հանքավայրերի երկրաքիմիական և միներալոգիական ուսումնասիրությունների ասպարեզում: Նա, ԵԳԻ գիտաշխատող Զ.Չիրուխյանի հետ համատեղ, Միրաքի ինտրուզիվի սահմաններում բացահայտել է ոսկի-սուլֆիդային հանքայնացման խմբի միներալների առկայությունը, ինչն իր հերթին մեծապես նպաստել է Թուխմանուկի հանքավայրի հայտնագործմանը և հետագա շահագործմանը:

Հայաստանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրերի միներալոգիական կազմի բազմաբնույթ ուսումնասիրությունների արդյունքում Ա. Ֆարամազյանին հաջողվել է առանձնացնել հանքառաջացման տարբեր փուլեր և Հայաստանի տարածքի համար համապատասխան հանքանյութերում բացահայտել հազվագյուտ և ազնիվ տարրերին (թելուր, բիսմութ, ոսկի, արծաթ) բնորոշ մի շարք նոր միներալներ: Քաջարանի և Ագարակի հանքավայրերի մոլիբդենիտներում, ռադիոակտիվ օսմիումի ուսումնասիրության արդյունքում, նրան հաջողվել է ռենիում-օսմիում փոխհարաբերությունների մեթոդի կիրառմամբ ճշգրտել պղինձ-մոլիբդենային հանքայնացման բացարձակ հասակները:

1976թ. Ա.Ֆարամազյանը, Շ.Ամիրյանի, Ռ.Զարյանի և Գ.Փիջյանի հետ համահեղինակությամբ, «Հայաստանի հանքային ֆորմացիաների հազվագյուտ և ազնիվ տարրերը» մենագրության համար արժանացել է Հայկական ՄՍՀ Պետական մրցանակի: Նա հեղինակ և համահեղինակ է 5 մենագրությունների, 60-ից ավելի գիտական հոդվածների և 18 ձեռագիր աշխատությունների:

Ա.Ֆարամազյանը, ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս Ռ. Զրբաշյանի հետ համատեղ, հեղինակ է նաև ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություններ երկրի մասին տեղեկագիր» հանդեսում հրատարակված աշխատությունների «Մատենագրական ուղեցույցի» (2008թ.): 1975թ-ից սկսած, տարիներ շարունակ, Ա.Ֆարամազյանն իր գիտական գործունեությունը հաջողությամբ համատեղում էր խմբագրական աշխատանքի հետ՝ որպես ՀՀ ԳԱԱ «ՀՀ ԳԱԱ Գիտություններ Երկրի մասին տեղեկագիր» գիտական հանդեսի պատասխանատու խմբագրի տեղակալ:

Անդրանիկ Ֆարամազյանի՝ գիտությանն անմնացորդ նվիրված, ազնիվ, համեստ, բարեկիրթ, ընտանիքի օրինակելի հոր և ամուսնու, գիտնականի և քաղաքացու հիշատակը միշտ վառ կմնա բոլոր նրան ճանաչողների և հատկապես «Գիտություններ երկրի մասին» տեղեկագրի բազմաթիվ ընթերցողների սրտերում:

**ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություններ Երկրի մասին» տեղեկագրի
խմբագրություն
ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ**