

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



2018

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

Գլխավոր խմբագիր՝
Ռ.Լ.ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ

Խմբագրական կոլեգիա՝
**Ա.Հ.ԱՂԻՆՅԱՆ, Ա.Վ.ԱՎԱԳՅԱՆ (գլխ.խմբ.տեղակալ), Ա.Ա.ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ,
Հ.Ռ.ԲԱԴԴԱՍԱՐՅԱՆ, Գ.Ա.ԳԱԲՐԻԷԼՅԱՆՑ, Ղ.Լ.ԳԱԼՈՅԱՆ, Շ.Ա.ԳՅՈՒԼՆԱԶԱՐՅԱՆ,
Տ.ԴԱՆԵԼԻԱՆ (Ֆրանսիա), Լ.Զ.ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ս.Մ.ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ,
Է.Ե.ԽԱՉԻՅԱՆ, Խ.Բ.ՄԵԼԻԿՍԵՏՅԱՆ, Ռ.Ս.ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ (պատասխանատու
քարտուղար), Ս.Ն.ՆԱԶԱՐԵՏՅԱՆ, Ռ.Տ.ՋՐԲԱՇՅԱՆ, Ս.Ա.ՓԱԼԱՆԺՅԱՆ (Ռուսաստան)**

Главный редактор
Р.Л.МЕЛКОНЯН

Редакционная коллегия
**А.В.АВАКЯН (зам.глав.ред.), А.О.АГИНЯН, А.А.АРАКЕЛЯН, А.Р.БАГДАСАРЯН,
Г.А.ГАБРИЭЛЯНЦ, К.Л.ГАЛОЯН, Ш.А.ГЮЛНАЗАРЯН, Т.ДАНЕЛИАН (Франция),
Р.Т.ДЖРБАШЯН, Х.Б.МЕЛИКСЕТАН, Р.С.МОВСЕСЯН (ответ.секретарь),
С.Н.НАЗАРЕТЯН, Л.З.ОГАНЕСЯН, С.М.ОГАНЕСЯН, С.А.ПАЛАНДЖЯН (Россия),
Э.Э.ХАЧИЯН**

Editor in Chief
R.L.MELKONYAN

Editorial Board
**A.H.AGHINYAN, A.V.AVAGYAN (Deputy Editor in Chief), A.A.ARAKELYAN,
H.R.BAGHDASARYAN, T.DANELIAN (France), G.A.GABRIELYANTS, G.L.GALOYAN,
SH.A.GULNAZARYAN, L.Z.HOVHANNISYAN, S.M.HOVHANNISYAN, R.T.JRBASHYAN,
E.Y.KHACHIYAN, KH.B.MELIKSETYAN, R.S.MOVSESYAN (Executive Secretary),
S.N.NAZARETYAN, S.A.PALANJYAN (Russia)**

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 “Титутион” НАН РА
Типография издательства “Титутион” НАН РА
Известия НАН РА, Науки о Земле, 2018

ԹԻՎ 2	ՀԱՏՈՐ 71	2018
-------	----------	------

Հարությունյան Մ.Ա., Հովհաննիսյան Ա.Ե. Ոսկու և արծաթի բաշխումը Քաջարանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի հանքանյութերում	3
Շահինյան Հ.Վ., Զաքարյան Շ.Ս., Գյուլնազարյան Շ.Ա., Սաֆարյան Ռ.Գ. Ալավերդու հանքային շրջանում հիդրոտերկրաքիմիական մոնիտորինգային հետազոտությունների արդյունքները (2015-2017թթ.)	16
Ավագյան Թ.Ա., Մկրտչյան Ս.Վ. Միսիանի դիատոմիտային ավազանի երկաթի բարձր և ֆոսֆորի ցածր պարունակություններով կավային դիատոմիտներից և նրանց հրաբխային տարատեսակներից ֆոսֆորային խտանյութի ստացումը	24
Սարգսյան Լ.Ս. Սեյմիկ ռեժիմի և սեյսմիկ ռիսկի գնահատումը Հայաստանի որոշ շահագործվող ջրամբարների համար	30
Սահակյան Է.Է. Զավախքի հրաբխային բարձրավանդակի լարվածային դաշտի առանձնահատկությունները երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմների հաշվարկի կիրառմամբ 2005-2017թթ. ժամանակաշրջանի համար	38
Հովհաննիսյան Մ.Ռ. Տեկտոնամագնիսական դաշտի օրական վարիացիան և նրա անջատումը երկրամագնիսական դաշտի արևաօրային վարիացիայից	52
ԳԻՏԱԿԱՆ ԽՐՈՆԻԿԱ	61
ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐ	
Ամիրյան Շավարշ Հովհաննեսի (1926-2018)	64

Арутюнян М.А., Оганесян А.Е. Распределение золота и серебра в рудах Каджаранского медно-молибденового месторождения	3
Шагинян Г.В., Закарян Ш.С., Гюльназарян Ш.А., Сафарян Р.Г. Результаты гидрогеохимических мониторинговых исследований в Алавердском рудном районе (2015-2017гг.)	16
Авакян Т. А., Мкртчян С.В. Получение фосфорного концентрата из высокожелезистых и низкофосфорных глинистых диатомитов и их вулканических разновидностей Сисианского диатомитового бассейна	24
Саргсян Л.С. Исследования сейсмичности и оценка сейсмического риска для некоторых эксплуатируемых водохранилищ Армении.	30
Саакян Э.Э. Особенности поля напряжений Джавахетского вулканического нагорья, определенные по фокальным механизмам землетрясений за период 2005-2017гг.	38
Оганесян С.Р. Суточная вариация тектономагнитного поля и ее отде-	

ление от солнечносуточной вариации геомагнитного поля	52
НАУЧНАЯ ХРОНИКА	61
ПОТЕРИ НАУКИ	
Амирян Шаварш Оганесович (1926-2018)	64
CONTENTS	
Harutyunyan M. A., Hovhannisyan A.E. Distribution of gold and silver in Kadjaran copper-molybdenum deposit ores	3
Shahinyan H.V., Zakaryan Sh. S., Gyulnazaryan Sh. A., Safaryan R. G. On the hydro-geochemical monitoring results of the Alaverdi ore area (2015-2017)	16
Avagyan T.A., Mkrtchyan S.V. The acquisition of phosphorous concentrate from high-ferruginous and low-phosphorous argillaceous diatomites and their volcanic varietes of Sisian diatomaceous basin	24
Sargsyan L.S. Seismic activity studies and seismic risk assessment for some operating dams in Armenia	30
Sahakyan E.E. The features of stress field in the Javakheti volcanic highland determined by the earthquake focal mechanisms for the time period 2005-2017	38
Hovhannisyan S.R. Separation of tectonic magnetic field daily variations from geomagnetic field solar daily variations	52
SCIENTIFIC CHRONICLE	61
LOSSES OF SCIENCE	
Amiryan Shavarsh Hovhannes (1926-2018)	64

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА В РУДАХ КАДЖАРАНСКОГО МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

© 2018г. М.А. Арутюнян, А.Е. Оганесян

*Институт геологических наук НАН РА,
Ереван 0019, пр. Маршала Баграмяна, 24а,
e-mail: arshavir.h@geology.am
e-mail: marah@geology.am
Поступила в редакцию 09.11.2017г.*

Месторождения медно-молибден-порфировой формации Армении, крупнейшим среди которых является Каджаранское месторождение, содержат в рудах, кроме основных металлов, также золото и серебро. За период исследований с 1985 по 2012г.г. был получен материал по содержаниям золота и серебра в главных сульфидах месторождения, что позволило выявить закономерности поведения золота и серебра в медно-молибден-порфировой системе и дать прогнозную оценку золото-сереброносности нижних горизонтов месторождения.

Ключевые слова: *золото, серебро, распределение, руда, медно-молибденовое месторождение.*

Введение. В публикациях последнего периода, посвященных выяснению геодинамических обстановок, с которыми связано формирование медно-молибден-порфировых месторождений Зангезурского рудного района, был поднят вопрос об эпиптермальном характере золота на Каджаранском месторождении (Novakimyan et al., 2015, 2016₁, 2016₂) и времени его отложения относительно медно-молибден-порфировой системы (Moritz et al., 2016). Если для медно-порфировых и золото-медно-порфировых месторождений эпиптермальный характер золота и субвулканический уровень его формирования – вопрос давно решенный (Sillitoe, 1993; Кривцов и др., 1985; Коробейников и др., 2003), то для месторождений медно-молибден-порфирового типа ярчайшим представителем которого является Каджаранское медно-молибденовое месторождение, отсутствие данных прямых наблюдений по всему возможному вертикальному размаху оруденения не позволяет дать однозначный ответ.

Настоящая статья, написанная на базе неопубликованных аналитических данных К.А.Карамяна (1981-1986г.г.) и Р.Н.Таяна (1986-2010г.г.) по содержаниям золота и серебра в основных сульфидах месторождения, а также данных авторов, имеет целью дать представление о закономерностях распределения золота и серебра в рудах Каджаранского штокверка и способствовать выяснению места золота в медно-молибден-порфировой системе.

Сведения о золотоносности руд месторождений медно-молибден-порфировой формации РА долгое время в связи с диктуемыми при советском

строе условиями секретности по комплексу благородных, редких и рассеянных элементов, не отражались в научной литературе. Обобщение ранее проводимых исследований по распределению редких и благородных элементов в рудных формациях Армянской ССР под руководством И.Г.Магакьяна (1972) показало, что золото и серебро неравномерно распределены не только по отдельным месторождениям медно-молибденовой формации, но и рудным концентратам разных стадий; в качестве промышленных минералов-носителей были выделены халькопирит и борнит. Рекомендовалось организовать извлечение благородных металлов из медных концентратов. Практическая ценность Агаракского и Каджаранского месторождений в отношении благородных металлов, несмотря на незначительные количества золота и серебра, обосновывалась большими запасами медных руд, в которых они содержались.

Запасы медно-молибденовых руд Каджаранского месторождения, как и сопутствующих элементов, переутверждались неоднократно. Имеющиеся в литературе сведения по золото- и сереброносности руд Каджаранского медно-молибден-порфирового месторождения относились к верхним горизонтам Центрального участка (Магакьян и др., 1972; Фармазян, 1974; Пиджян, 1975; Карамян, 1978; Акмаева и др., 1981). По мере эксплуатации карьера в отработку вводились Северо-Восточный, Мяканский и Шлоркутский участки, которые различаются прежде всего интенсивностью и морфологическим типом оруденения, а также вещественным составом руд и соответственно сопутствующих им элементов-спутников.

Генподсчет запасов по Центральному, Северо-Восточному, Мяканскому и Шлоркутскому участкам (Зильман и др., 1962) – по кондициям 1959г., установленным Госпланом СССР, основывался на средних содержаниях золота в руде 0,085г/т, серебра – 3,137г/т. Среднегодовая добыча благородных металлов по разрабатываемому в этот период Центральному участку была стабильна, отклонения отмечались лишь в сторону больших показателей, что связывалось с обогащенностью верхних горизонтов месторождения гипергенным борнитом. Согласно генподсчету 1985г. (Агамирян и др., 1985), объединяющему все участки в единый штокверк, кондиции по золоту снизились до 0,027г/т, серебра – до 1,58г/т, при выходе Au в медный концентрат 2,6г/т, Ag – 44г/т.

Тем не менее, согласно П.Г.Алояну, в рудах Каджаранского месторождения в пределах контура первой отработки сосредоточено 49т золота и 2749т серебра, причем содержание последнего в 1,3 раза превышает запасы серебра подсчитанные во всех золоторудных месторождениях РА в целом (Алоян и др., 2003). По последнему пересчету запасов по состоянию на 01.01.2007г. (Шехян и др., 2007) в рудах штокверка, подсчитанных по категориям В+С₁, запасы золота составляют 59т, серебра – 3314,07т, при прогнозируемом выходе Au в медный концентрат 3,5г/т, Ag – 75г/т.

Геологическое строение Каджаранского месторождения. Детальные геологические исследования на Каджаранском месторождении, с тех пор как оно было рекомендовано к разведке В.Г.Грушевым в 1929г.,

связаны с именами М.П. Русакова, С.А. Мовсисяна, С.С. Мкртчяна, И.Г. Магакьяна, П.С. Саакяна, А.Б. Каждана, А.В. Пэка, М.П. Исаенко, Т.А. Аревшатян, Г.О. Пиджяна, А.С. Фарамазяна, А.Е. Акопян, К.А. Карамяна, Р.Н. Таяна, а также геологов-разведчиков и рудничных геологов – Е.П. Зильмана, А.Г. Исаханяна и многих других.

Штокверк медно-молибденовых руд Каджаранского месторождения локализован в монцонитах висячего (восточного) бока Таштунского разлома и вытянут в субмеридиональном направлении на 6,5 км при ширине около 2 км (Шехян и др., 2007). Разлом проходит по контактовой плоскости порфировидных гранитоидов нижнего миоцена (Таян, 1969) с монцонитами, возраст которых по последним данным отнесен к раннему олигоцену (Melkonyan et al., 2013; Мелконян и др., 2014; Rezeau et al., 2014, 2015; Moritz et al., 2015; Moritz et al., 2016). Пояса невадитовых и полифировых гранодиорит-порфиров ограничивают руды месторождения с восточного фланга; мегафировые гранодиорит-порфиры раннего миоцена (Арутюнян и др., 2002). На территории месторождения они имеют субширотное и северо-западное простирание, контролируя оруденение и прослеживаясь как в монцонитах, так и порфировидных гранитоидах. Кроме них, в пределах собственно месторождения, встречаются довольно протяженные дайки керсантитов и минетт северо-восточного простирания (Аревшатян, 1961).

Рудный штокверк сформирован прожилково-жильными и вкрапленными образованиями кварц-магнетитовой, кварц-полевошпатовой, кварц-молибденитовой, кварц-халькопирит-молибденитовой, кварц-халькопиритовой, кварц-пиритовой, кварц-полиметаллической стадий; последующие кварц-карбонатная, халцедоновая, ангидрит-гипсовая – безрудны (Карамян, Фарамазян, 1960; Мкртчян и др. 1969). Медно-молибденовое оруденение по пересечениям мегафировых гранодиорит-порфиров, а также хронометрическим исследованиям серицитов в околорудных породах промышленных стадий минерализации, было отнесено к нижнему миоцену (Мовсисян, 1941; Мкртчян и др. 1969; Пиджян, 1975; Карамян, 1978). Определения возраста молибденитов месторождения спектрографическим Re-Os методом, проведенные в этот период, подтверждали нижнемиоценовый возраст оруденения – $23,5 \pm 1,2 \text{ Ma}$ (Фарамазян и др., 1974). Поздние определения – $26,43\text{--}27,2 \pm 0,11 \text{ Ma}$ по 4 молибденитам позволили авторам выделить олигоценый этап оруденения (Moritz et al., 2013, 2015, 2016), что шло вразрез с фактическими геологическими данными, приведенными многими исследователями (Мовсисян, 1941; Мкртчян и др., 1969; Мовсисян и др., 1974; Пиджян 1975; Карамян, 1978; и др.).

Штокверк характеризуется неоднородным строением; по латерали медь относительно молибденового оруденения "отжимается" на периферию, что особенно четко отмечается в восточном от Таштунского разлома направлении. В этом же направлении наблюдается увеличение мощности кварц-полиметаллических жил. Внутри штокверка выделяются линейно вытянутые зоны с прожилково-вкрапленным оруденением,

обогащенные медью (Мкртчян и др., 1969; Карамян, 1978). С глубиной вертикальная зональность выражается в последовательном увеличении молибдена и уменьшении содержания меди. На верхних горизонтах соотношение их содержаний составляло 9:1 – 7:1 (горизонты 2175-2085м), с глубиной (горизонты 2040-1965м) оно снижается до 5 - 4,8:1 (Таян и др., 2003). Кварц-полиметаллические жилы мощностью до 1,2м на юго-восточном фланге прослежены до горизонта 1900м.

Золото и серебро в рудах штокверка. До 70-ых годов данные по содержанию золота и серебра в концентратах меди и молибдена, а также в рудных минералах базировались на результатах пробирного, позднее – атомно-абсорбционного и спектрохимического анализов. Считалось, что золото и серебро Каджаранского месторождения встречаются главным образом в виде тонкодисперсных включений в сульфидах или мельчайших выделениях теллуридов кварц-полиметаллической стадии – гессита, петцита, креннерита (Магакьян и др., 1972; Фарамазян, 1974; Пиджян, 1975; Карамян, 1978). Самородное золото вне зоны окисления (Пиджян, 1960), по А.С. Фарамазяну (1958, 1974) отмечалось в рудах кварц-пиритовой и кварц-полиметаллической стадий минерализации. Г.О.Пиджяном было установлено самородное золото и в составе кварц-халькопиритовой стадии (1975). Позднее К.А. Карамян самородное золото было установлено в рудах всех главнейших минеральных ассоциаций; мелкие выделения золота размером до 5мкм были обнаружены в рудах кварц-молибденит-халькопиритовой стадии в тесном сростании не только с халькопиритом, но и с энаргитом; в кварц-халькопиритовых рудах – в интерстициях зерен халькопирита и блеклой руды; в кварц-пиритовых рудах – в виде включений до 10 мкм в полях пирита; в рудах кварц-полиметаллической стадии в сростаниях с пиритом, сфалеритом, халькопиритом, блеклыми рудами и более всего с галенитом (Акмаева и др., 1981). Таким образом, золото отмечалось во всех стадиях минерализации за исключением кварц-молибденитовой.

Самородное серебро отмечалось Г.О.Пиджяном (1975), в составе минеральных ассоциаций кварц-пиритовой, кварц-халькопиритовой и кварц-полиметаллической стадий, о наличии серебра в составе кварц-молибденит-халькопиритовой стадии свидетельствовали высокие содержания его в медных концентратах этой стадии (Фарамазян, 1974). Присутствие серебра во всех породообразующих минералах монзонитов в виде изоморфной примеси, кроме наличия его в некоторых сульфидах, обуславливало формирование геохимического фона пород до 1г/т, что сказывалось на показателе потерь серебра в хвостах (Акмаева и др., 1981).

Для характеристики ориентировочного представления о связи золота и серебра с основными металлами внутри минеральных ассоциаций разных стадий были проанализированы штуфные пробы разного состава, а также наиболее распространенные на месторождении сульфиды (Акмаева и др., 1981). Данные по последним обобщены в табл.1.

Таблица 1

Содержание Au и Ag (г/т) в сульфидах Каджаранского месторождения

	Au		Ag		Кол.проб
		Среднее		Среднее	
Молибденит	Не об.- сл.	–	1,6-2,4	1,92	5
Халькопирит	Сл.-5,2	2,43	4,6-34	17,5	6
Пирит	Не об.-1,0	0,45	Не об..– 3,2	1,8	4
Сфалерит	1,6	1,6	132,0	132,0	1
Галенит	0 – 1,2	0,7	401-620	495,5	3
Борнит	45,0	45,0	409,1	409,1	1

Содержание Au в медных концентратах по данным этих исследователей в среднем составляло – 1,68г/т, Ag – 44,71г/т (92опр); отмечалось отсутствие золота в чистых образцах молибденита и низкие содержания серебра – до 2г/т. Заметные содержания Au в молибденовых концентратах – в среднем 0,71г/т, Ag – 22,45г/т (47опр.), при отсутствии его в мономинералах, связывались с примесью флотоактивных минералов – галенита и теллуридов.

В 70-ых годах в пределах Центрального участка на горизонте 2130м было выявлено дайковое тело олигоклаз-кварц диоритового состава (Пашков и др., 1975; Шипулин и др. 1975) или кварцевого сиенит-порфира (Карамян и др., 1976), которое характеризовалось насыщенностью кластическим материалом и импрегнированностью микрокристаллическим пиритом. Особенности минерального состава дайки позволили отнести это образование к эруптивно-брекчиевым телам гипабиссального уровня формирования (Таян, и др., 2002). Позднее юго-восточнее дайки на участке Шлоркут были выявлены еще два тела explosивно-брекчиевого характера (Арутюнян и др., 2004). Время формирования брекчий Центрального участка по наличию в них рудокластов кварц-молибденитовой стадии и пересечения их, как и самого брекчиевого тела кварц-халькопиритовыми прожилками, было отнесено к интервалу между кварц-молибденитовой и кварц-халькопиритовой стадиями.

Необычным оказались обогащенность рудокластовых молибденитов золотом – до 0,7г/т (табл.2) при предельно низких содержаниях Ag.

Поскольку рудокласты брекчиевых тел не могли быть захвачены выше уровня формирования брекчий (2100-2130м), получалось что с глубиной содержание золота в молибденитах кварц-молибденитовой стадии возрастает, а серебра значительно снижается до полного исчезновения. Это вызывало определенные сомнения в достоверности данных. Вместе с тем, обогащенность Au обнаружилась и в explosивно-брекчиевых телах Шлоркутского участка; в цементирующем литокласты гидротермально-хлоритовом матриксе explosий содержания Au варьировали в пределах

0,3-0,8г/т, Ag – 0,29-0,57г/т (содержания Au в рудах верхних горизонтов месторождения, включающих зону окисления – 0,08г/т).

Таблица 2

Содержания золота и серебра (г/т) в сульфидах взрыво-брекчиевых образований

Центральный участок										Участок Шлоркут				
	Молибденит						Пирит			Молибденит				
N проб	14	17	19	20	23	24	12	16	22	27	28	29	30	31
Au	0,299	0,334	0,30	0,217	0,623	0,428	–	0,06	–	0,276	0,648	0,700	0,599	0,400
Ag	–	–	–	0,120	0,008	–	–	–	–	0,006	–	–	–	–

Примечание: данные микрозондового определения, проведенного в Департаменте морской геологии IFREMER, Брест, Франция, при содействии профессора Роджера Экиняна.

Характер распределения Au и Ag в наиболее распространенных минералах месторождения в интервале горизонтов 2150-2050м был проведен по мономинеральным отборам из коллекции К.А.Карамяна. Исследованиями были охвачены Центральный и Северо-Восточный участки месторождения (табл.3).

Таблица 3

Содержания Au и Ag (г/т) в рудных минералах Каджаранского месторождения (горизонты 2150-2050м).

Стадии минерализации	Минералы	Кол. ан.	Au			Ag		
			X	S	V	X	S	V
Кварц-магнетитовая	Магнетит	31	0,016	0,019	118,7	2,09	5,36	256,4
Кварц-молибденитовая	Молибденит	10	0,08	0,07	87	3,49	2,60	74,5
Кварц-молибденит-халькопиритовая	Молибденит	29	0,32	0,03	93,7	4,14	4,81	116,2
	Халькопирит	29	1,92	1,49	77,6	23,9	27,56	115,3
Кварц-халькопиритовая	Халькопирит	8	2,10	1,60	76,2	22,9	25,3	110,5
Кварц-пиритовая	Пирит	39	1,20	0,61	50,8	13,1	16,1	123
Кварц-сфалерит-галенитовая	Сфалерит	3	6,36			69,25		
	Галенит	5	4,28			394,7		

Примечание: X – среднее содержание; S – среднее квадратическое отклонение; V – коэффициент вариации. (Хим. лаборатория ИГН АН АрмССР, атомно-абсорбционный метод, исполнитель Ж. Меликян).

В этом интервале глубинности золото и серебро крайне неравномерно распределены в рудных минералах (табл.3). Среднее квадратическое отклонение содержаний золота превышает среднее содержание элемента, а

коэффициенты вариации Au в минералах обнаруживают разброс от 50,8 до 118,7. Последнее значение характеризует распределение золота в магнетитах при его минимальном содержании. В сульфидах разброс содержаний Au значительно меньше ($V=50,8-93,7$). Коэффициенты вариации халькопиритов разных стадий разнятся в незначительной мере при том, что халькопириты кварц-халькопиритовой стадии более обогащены Au – 2,10г/т в сравнении с халькопиритами кварц-молибденит-халькопиритовой стадии – 1,92г/т. То же можно сказать и о молибденитах. Наиболее стабильно распределено золото в пиритах.

Более значительный разброс – $V=70-256,4$ обнаруживает содержание серебра в минералах, причем наибольшие значения коэффициента вариации характерны для магнетитов при среднем содержании 2,1г/т. Относительно низкий V_{Ag} характерен для молибденитов кварц-молибденитовой стадии ($V=70$). Среднеквадратическое отклонение Ag превышает средние значения содержаний элемента за исключением молибденитов кварц-молибденитовой стадии. Халькопириты разных стадий как по средним содержаниям Ag, так и статистическим параметрам его распределения почти одинаковы. Пириты этого интервала глубинности при значительном разбросе содержаний характеризуются большей аккумуляцией серебра – 13,1г/т по сравнению с содержаниями Ag в пиритах верхних горизонтов.

Значительный разброс статистических параметров распределения благородных металлов в основных рудных минералах, возможно, обусловлен неравномерностью точек отбора проб как по горизонтам, так и участкам месторождения; исследованиями охвачен большой интервал глубинности, основная часть молибденитов характеризует западный фланг месторождения, тогда как халькопириты – Центральный и Северо-Восточный участки.

Интервал горизонтов 2050-1985м охвачен меньшим количеством образцов. Поскольку средние содержания, а также статистические параметры распределения благородных элементов в сульфидах разных парагенетических ассоциаций – халькопиритах и молибденитах, значительных расхождений не обнаружили, они были объединены в одних выборках (табл. 4).

Таблица 4

Содержания Au и Ag (г/т) в сульфидах Каджаранского месторождения
по горизонтам 2050-1985м

	Кол. ан.	<i>Au</i>			<i>Ag</i>		
		<i>X</i>	<i>S</i>	<i>V</i>	<i>X</i>	<i>S</i>	<i>V</i>
Молибденит	19	1,10	0,47	43	5,3	2,5	47
Халькопирит	15	2,17	1,15	52	32,8	11,8	35,9
Пирит	11	0,78	0,43	55	8,5	2,7	32

Примечание: (Хим. лаб. ИГН НАН РА, атомно-абсорбционный метод, аналитик А. Апресян).

Коэффициент вариации содержаний благородных элементов в сульфидах обнаруживает незначительный разброс, что характерно большей частью для серебра ($V_{Ag} = 32-47$) и в меньшей мере для золота ($V_{Au} = 43-55$). Среднеквадратические отклонения гораздо ниже средних содержаний, что отмечается как для Au, так и Ag.

Среднее содержания Au в молибденитах – 1,1г/т и при значительном превышении в сравнении с молибденитами верхних горизонтов они характеризуются более монотонным его распределением ($V = 43$); кроме того характерно отсутствие стерильных от золота молибденитов. В выборку не включены данные микрозондового анализа молибденитов вкрапленного типа. Содержание Au в молибденитах, образующих вкрапленность по гранодиорит-порфировой дайке Северо-Восточного участка на горизонте 2025м вблизи взрывного тела, по двум определениям составляет 0,55-0,6г/т, Ag – 0 и 0,047г/т; в молибдените лампрофировой дайки участка Шлоркут содержание Au – 0,52г/т, Ag – 0,005г/т.

Пирит этого интервала глубинности обнаруживает несколько пониженные содержания золота – 0,78г/т по сравнению с пиритом верхних горизонтов – 1,20г/т. Вместе с тем, при почти равных значениях среднеквадратического отклонения Au в молибдените и пирите разброс коэффициента вариаций в последнем несколько выше, что указывает на значительные превышения над средними значениями.

Среднее содержание золота в халькопирите этого интервала глубинности – 2,17г/т несколько выше в сравнении с содержаниями его в халькопиритах верхних горизонтов (1,92 и 2,10г/т, разброс содержаний менее значителен – коэффициент вариации равен 52 (табл. 3).

Серебро в молибдените характеризуется относительно небольшим содержанием 5,3г/т при коэффициенте вариации 47, превышающим этот параметр для халькопирита и пирита. Низкие значения коэффициента вариации содержаний Ag в халькопиритах – $V = 35,9$ и в пиритах $V = 32$ свидетельствуют о стабильном распределении металла в этих сульфидах.

Тенденция накопления с глубиной золота в молибденитах подтверждается данными по горизонту 1965м, молибдениты которого характеризуются более повышенным содержанием Au от 1,33г/т до 2,67г/т, в среднем составляя 1,40г/т ($n=7$). Для них характерны пониженные содержания Ag – 1,66-4,98 г/т, в среднем – 2,63г/т.

Имеющиеся данные по содержанию благородных металлов в средне-годовых медных концентратах с 1985г. достаточно вариабельны. Низкие содержания благородных металлов в медных концентратах Au – 0,1-0,5г/т, Ag – 15-35г/т, за вычетом лет (1990-1999г.г.), характеризующиеся известным падением производительности комбината, большей частью связаны с направлением расширения карьера. Во всех случаях при продвижении карьера в восточном направлении, где сконцентрированы медные и полиметаллические руды, в медных концентратах наблюдается увеличение содержаний благородных металлов, что отражается в месячных показателях: Au – 4,5-5г/т; серебро 45-76г/т.

Обсуждение и выводы

Обзор опубликованных материалов по месторождениям медно-порфировой, золото-медно-порфировой и медно-молибден-порфировой формации показал, что в рудах последнего типа средние содержания золота чаще всего находятся в пределах 0,005-0,01г/т, редко доходя до 0,03г/т (Кривцов и др., 1985, Коробейников и др., 2003), что вполне сопоставимо со средним содержанием Au 0,027г/т на Каджаранском месторождении. Минералогические исследования показали, что основной объем благородных металлов, как и для месторождений медно-порфирового типа в виде тонкой дисперсной примеси сосредоточен в сульфидах месторождения – борните и халькопирите (Фарамазян, 1974; Пиджян, 1975; Карамян, 1978; Акмаева и др., 1981). Это подтверждалось сбалансированностью содержания Au, в меньшей мере Ag, в медных концентратах и хвостах обогащения (Акмаева и др., 1981).

Анализ статистических параметров распределения золота и серебра в основном промышленном минерале-носителе – халькопирите на верхних горизонтах (2175-2075м) указывает на неравномерность распределения их не только в минералах разных стадий, но и в халькопиритах одной и той же парагенетической ассоциации. Коэффициент вариации золота в халькопиритах кварц-молибденит-халькопиритовой стадии $V_{Au} = 77,6$ при среднем содержании Au 1,9г/т, $V_{Ag} = 115,3$ при содержании Ag 23,9г/т. В халькопиритах кварц-халькопиритовой стадии $V_{Au} = 76,2$ при среднем содержании Au 2,1г/т, $V_{Ag} = 110,5$ при среднем Ag 22,9г/т. По мере углубления наблюдается тенденция к сглаживанию неоднородности распределения благородных металлов в халькопиритах. Так, в интервале горизонтов 2085 – 1985м коэффициент вариации $V_{Au} = 52$, Au – 2,17г/т, $V_{Ag} = 35,9$, при среднем содержании Ag – 32,8г/т.

Неравномерность в распределении Au, в меньшей мере Ag, наблюдается и в молибденитах разных стадий: нулевые значения на верхних горизонтах сменяются в интервале горизонтов 2175-2075м минимальными содержаниями при значительном разбросе статистических параметров. Так, в молибденитах кварц-молибденитовой стадии при $V_{Au} = 87,5$ содержание Au составляет 0,08г/т, при $V_{Ag} = 74,5$ содержание Ag 3,49г/т. В молибденитах кварц-молибденит-халькопиритовой стадии того же уровня при $V_{Au} = 93,7$ содержание Au 0,32г/т, при $V_{Ag} = 116,2$ содержание Ag 4,14г/т. Молибдениты горизонтов 2050-1985м характеризуются более монотонным распределением благородных элементов: $V_{Au} = 43$, содержание Au 1,1г/т, $V_{Ag} = 47$, Ag – 5,3г/т. На 1965 горизонте среднее содержание Au 1,4г/т.

В пиритах в интервале горизонтов 2175-2075м, $V_{Au} = 50,8$, Au – 1,20г/т, $V_{Ag} = 123$, Ag – 13,1г/т. В интервале горизонтов 2050-1965м $V_{Au} = 55$, Au – 0,78г/т, $V_{Ag} = 32$ при среднем содержании Ag 8,5г/т.

Проведенные исследования по распределению Au и Ag в главных промышленных сульфидах Каджаранского медно-молибденового месторождения дали возможность выделить основные закономерности их распределения.

1. Золото и серебро, судя по их распределению в сульфидах, неравномерно распределены в вертикальном диапазоне горизонтов 2175-1965м. На верхних горизонтах (выше 2175 горизонта) Au и Ag обнаруживают избирательное накопление в халькопирите (Акмаева и др., 1981), на нижних горизонтах (2150-2050м) кроме халькопирита они аккумулируются также в пирите и молибдените; причем с глубиной (2050-1985м) накопительная способность молибденита и халькопирита продолжает возрастать. Стабильное уменьшение статистических параметров в этом же направлении позволяет утверждать, что наблюдаемое распределение Au и Ag носит закономерный характер и зафиксированные на верхнем уровне геохимические связи этих элементов с халькопиритом не являются постоянной характеристикой руд месторождения.

2. О присутствии Au в рудообразующем флюиде с начала продуктивных стадий свидетельствуют повышенные содержания его в “глубинных” молибденитах кварц-молибденитовой стадии, а закономерности распределения Au и Ag в сульфидах указывают на ограничение миграционной подвижности благородных металлов в растворах по мере продвижения их к дневной поверхности. Вместе с тем, характер поведения Au и Ag в сульфидах отражает постепенное повышение роли Au, в меньшей мере Ag в рудообразующих растворах не только на глубину, но и во времени, от ранних стадий к поздним. На это указывает и обогащенность Au гидротермального матрикса эксплозивных брекчий, время образования которых связывается с постпродуктивными стадиями минерализации (Арутюнян и др., 2004).

3. Отложение медно-молибденовых штокверковых руд происходило в температурном интервале 420-250⁰С (Hovakimyan et al., 2015, 2016₁, 2016₂) на гипабиссальном уровне глубинности. Это устанавливается по факту прорывания молибденовых руд внутриминерализационной дайкой, гипабиссальный уровень формирования которой установлен на основании ряда минералогических критериев (Таян и др., 2002; Арутюнян и др., 2004). Отмеченные условия локализации руд наряду с характером распределения благородных металлов в сульфидах отражают специфику формирования рудно-метасоматической колонки медно-молибден-порфирового типа, в которой нет места золоторудной минерализации эпитермального типа.

4. Значительного обогащения нижних горизонтов штокверка (ниже горизонта 1965м) Au и Ag трудно ожидать, поскольку (при том же, если не меньшем развитии минералов кварц-полиметаллической стадии) содержания их в значительной мере лимитированы концентрациями медных руд, отношение которых к молибденовым неуклонно понижается с глубиной. Вместе с тем, стойкое возрастание содержаний Au и Ag в молибденитах с глубиной наряду с понижением значений статистических параметров в

этом же направлении позволяет утверждать, что эта тенденция носит устойчивый характер, а возрастающая золотоносность молибденита до 1,4г/т Ау. (среднее по горизонту 1965м) позволяет рассматривать его в качестве минерала-носителя уже с горизонта 2050м.

Литература

- Агамирян К.А., Цамерян П.П., Карамян К.А.** 1985, Подсчет запасов Каджаранского медно-молибденового месторождения по состоянию на 01.04.1985г. (отчет о детальных разведочных работах Каджаранской ГРП Капанской ГРЭ за 1976-1985гг.). Армгеолфонды.
- Алоян Г.П., Алоян П.Г., Амирян Ш.О.** 2003, Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы золоторудной промышленности Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, №1, с.9-15.
- Акмаева С.С., Акопян А.О., Карамян К.А., Луценко В.И.** 1981, К вопросу об оценке благородных металлов Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, №3, с.54-63.
- Аревшатын Т.А.** 1961, Лампрофиры Мегринского плутона. Изв. АН АрмССР, геология и географ. Науки, №2, с.3-10.
- Арутюнян М. А., Таян Р.Н., Саркисян С.П.** 2002, Порфировые дайки Каджаранского месторождения. Материалы Научной сессии посв. 90-летию С.А.Мовсисяна. Ереван, с.45-58.
- Арутюнян М. А., Мнацаканян А. Х., Таян Р.Н.** 2004, Эксплозивные брекчиевые тела Каджаранского рудного поля и условия их формирования. Изв. НАН РА, Науки о Земле, № 2, с.9-17.
- Магакьян И.Г., Пиджян Г.О., Фарамазян А.С., Амирян Ш.О., Карапетян А.И., Пароникян В.О., Зарьян Р.Н., Меликсетян Б.М., Акопян А.Г.** 1972, Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР. Ереван, Изд. АН АрмССР, 393с.
- Мелконян Р.Л., Моритц Р., Таян Р.Н., Селби Д., Гукасян Р.Х., Овакимян С.Э.** 2014, Главнейшие медно-порфировые системы Малого Кавказа. Изв.НАН РА, Науки о Земле, № 1, с.3-29.
- Мкртчян С.С., К.А.Карамян, Т.А.Аревшатын.** 1969, Каджаранское медно-молибденовое месторождение. Ереван, изд.-во АН АрмССР, 330с.
- Мовсисян С.А., Исаенко М.П.** 1974, Комплексные медно-молибденовые месторождения. М., Недра, 345с.
- Мовсисян С.А.** 1941, Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Ереван, Изд. Арм. ФАНа 145с.
- Карамян К.А., Фарамазян А.С.** 1960, Стадии минерализации Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, №3-4, с.65-88.
- Карамян К.А., Таян Р.Н., Арутюнян М.А. и др.** 1976, О взаимоотношениях даек и оруденения на Каджаранском месторождении и природе внутриминерализационной дайки. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 4, с.46-56.
- Карамян К.А.** 1978, Геологическое строение, структура и условия образования медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района. Ереван. Изд.-во АН АрмССР, 178с.
- Коробейников А.Ф., Грабежев А.И.** 2003, Золото и платиновые металлы в медно-молибден-порфиновых месторождениях. Известия Томского Политехнического университета, т.30, с.24-30.
- Кривцов А.И., Мигачев И.Ф., Минкина О.В.** 1985, Зональность и золотоносность руд медно-порфиновых месторождений. М., ВИЭМС. Геология, методы поисков, разведки и оценка месторождений полезных ископаемых. Обзор, 47с.
- Пашков Ю.И., Ефремова С.В., Аветисян Г.Г.** 1975, О месте молибденового и медного оруденения в интрузивном процессе (на примере Каджаранского медно-молибденового месторождения). Магматизм и полезные ископаемые. М, Наука, с.156-162.
- Пиджян Г.О.** 1960, К минералогии руд Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, серия геол., № 2, с.31-50.

- Пиджян Г.О.** 1975, Медно-молибденовая формация руд Армянской ССР. Ереван, Изд. АН АрмССР, 310с.
- Таян Р.Н., Арутюнян М.А., Мнацаканян А.Х.** 2002, Особенности проявления эксплозивного брекчирования в гипабиссальных условиях. (на примере Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, №1-3, с.24-27.
- Таян Р. Н.** 1984, Особенности развития разрывных структур Каджаранского рудного поля. Изв. АН Арм ССР, Науки о Земле, № 3, с.21-29.
- Таян Р.Н., Саркисян С.П., Арутюнян М. А.** 2003, Особенности локализации медно-молибденового оруденения Южного Зангезура. Изв. НАН РА, Науки о Земле, №3, с.24-29.
- Фарамазян А.С.** 1958, К минералогии полиметаллических руд Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, сер. геол.-географ. Наук, № 6, с.41-47.
- Фарамазян А.С., Калинин С.К., Егизбаева К.Е., Файн Э.Е.** 1974, Об абсолютном возрасте медно-молибденового оруденения Зангезура. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 1, с.43-53.
- Фарамазян А.С.** 1974, Каджаранское медно-молибденовое месторождение. В кн. Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. Ереван, Изд. АН АрмССР. с.145-250.
- Шехян Г.Г., Мартикян К.М., Амазаспян Г.С.** 2001, Геолого-экономическая переоценка участка первоочередной разработки Каджаранского медно-молибденового месторождения с ТЭО кондиций для подсчета запасов). Министерство охраны природы РА. Управление Геологии, ГАОЗТ, "Геоэкономика", Ереван.
- Шипулин Ф.К., Рехарский В.И., Розбианская А.А.** и др. 1975, Интрузии, гидротермально-метасоматические образования и медно-молибденовое оруденение. М., Наука, 232с.
- Guilbert J.M., Lowell J.D.** 1974, Variations in zoning patterns in porphyry ore deposits: Canadian Inst. Mining Metall. Bull., v. 67, p.90-109.
- Hovakimyan S., Moritz R., Tayan R., Harutyunyan M., Rezeau H.** 24- 27 August 2015, The world-class Kadjaran Mo-Cu-porphyry deposit, Southern Armenia, Lesser Caucasus: structural controls, mineral paragenesis and fluid evolution. In: Anne-Sylvie Andre-Mayer et al. (eds.), Mineral resources in a sustainable world, 13th SGA Biennial Meeting, France, Nancy v.1, p.295-298.
- Hovakimyan S., Moritz R., Tayan R., Melkonyan R. and Harutyunyan M.** 18th March 2016. Structural controls of major porphyry Cu-Mo and epithermal Au-polymetallic deposits during subduction to post-collisional evolution of the southernmost Lesser Caucasus, Armenia, Tethyan metallogenic belt. "Journée Métallogénique: Annual Meeting of Swiss Ore Deposit Geoscientists", University of Bern, Switzerland; Abstract volume, p.11.
- Hovakimyan S., Moritz R., Tayan R., Melkonyan R., Harutyunyan M.** 18- 19 November 2016, Regional strike-slip tectonics and porphyry Cu-Mo and epithermal ore deposit formation during Cenozoic subduction to post-collisional evolution of the southernmost Lesser Caucasus, Tethyan belt. 14th Swiss Geoscience Meeting, Geneva, Switzerland, abstract volume, p.61-62.
- Melkonyan R., Moritz R., Tayan R., Selby D., Hovakimyan S.** 2013, Copper-molybdenum porphyry ore-magmatic systems in the Lesser Caucasus. Conference on Recent Research Activities and New Results about the Regional Geology, the Geodynamics and the Metallogeny of the Lesser Caucasus. A SCOPES meeting. Georgia April 16-18, p.5.
- Moritz R., Rezeau H., Ovtcharova M., Hovakimyan S., Chiaradia M., Tayan R., Melkonyan R., Ramazanov V., Ulianov A., Putlitz B.** 24- 27 August 2015, Tethyan subduction to post-subduction magmatic evolution and pulsed porphyry Cu-Mo deposit emplacement in the southernmost Lesser Caucasus. In: Anne-Sylvie André-Mayer et al. (eds), "Mineral resources in a sustainable world", 13th SGA Biennial Meeting, France, Nancy, v.1, p.145-148.
- Moritz R., Rezeau H., Ovtcharova M., Tayan R., Melkonyan R., Hovakimyan S., Ramazanov V., Selby D., Ulianov A., Chiaradia M., Putlitz B.** 2016, Long-lived, stationary magmatism and pulsed porphyry systems during Tethyan subduction to post-collision evolution in the southernmost Lesser Caucasus, Armenia and Nakhichevan. Gondwana Research v. 37, p.465-503.
- Rezeau H, Moritz R, Ovtcharova M, Ulianov A, Melkonyan R, Tayan R, Hovakimyan S, and Chiaradia M.** 24-26 September 2014, Magmatism associated with porphyry Cu-Mo

deposits of the composite Tertiary Meghri-Ordubad pluton, Southern Armenia, Lesser Caucasus. Proceedings XX Congress of the Carpathian Balkan Geological Association, Tirana, Albania, abstract volume, p.177. (<http://www.cbga2014.org/doc/PCBGASSAV1.pdf>)

Rezeau H., Moritz R., Wotzlaw J-F., Hovakimyan S., Tayan R. and Selby D. 24- 27 August 2015, Pulsed porphyry Cu-Mo formation during protracted pluton emplacement in Southern Armenia, Lesser Caucasus: the potential role of crustal melting for ore recycling. In: Anne-Sylvie André-Mayer et al. (eds), "Mineral resources in a sustainable world", 13th SGA Biennial Meeting, France, Nancy, v.1, p.343-346.

Sillitoe R.H. 1993, Epithermal models: Genetic types, geometrical controls and shallow features. Geol Assoc Can Spec Pap 40, p.403-417.

Рецензент Р.Мовсесян

ՈՍԿՈՒ ԵՎ ԱՐԾԱԹԻ ԲԱՇԽՈՒՄԸ ՔԱՋԱՐԱՆԻ ՊՂԻՆԶ-ՍՈՒԼԻԲՆԵՍԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐՈՒՄ

Մ.Ա. Հարությունյան, Ա.Ե. Հովհաննիսյան

Ամփոփում

Պղինձ-մոլիբդեն-պորֆիրային ֆորմացիայի հանքավայրերի հանքաքարում բացի հիմնական մետաղներից պարունակվում են նաև ոսկի և արծաթ: Այդ ֆորմացիայի խոշորագույն ներկայացուցիչներից է Քաջարանի հանքավայրը: 1985-2010թ.թ. ընթացքում բացահայտվել է հանքավայրի փաստագրմամբ իրականացված ուսումնասիրությունների արդյունքները՝ համաձայն հանքանյութում ոսկու և արծաթի պարունակությունների, թույլ են տալիս հստակեցնել նրանց տեղաբաշխման առանձնահատկությունները և գնահատել առանձին միներալների ոսկեբերությունը ու արծաթաբերությունը ըստ խորության:

DISTRIBUTION OF GOLD AND SILVER IN KADJARAN COPPER-MOLYBDENUM DEPOSIT ORES

M. A. Harutyunyan, A.E. Hovhannisyan

Abstract

The deposits of copper-molybdenum porphyritic formations of Armenia, the biggest of which is Kajaran deposit, contain gold and silver, together with other basic metals. During the research period from 1985 to 2012, materials on the content of gold and silver in the main sulfides of the deposit were acquired, which allowed to reveal behavior regularities of gold and silver in copper-molybdenum system, as well as to assess the gold-silver bearing of sulfides in the lower horizons of the deposit.

**ԱԼԱՎԵՐԴՈՒ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՇՐՋԱՆՈՒՄ ՀԻՂՈՒՆԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ
ՄՈՆԻՏՈՐԻՆԳԱՅԻՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ
(2015-2017թթ.)**

**© 2018թ. Հ.Վ. Շահինյան, Շ.Ս. Զաքարյան, Շ.Ա. Գյուլնազարյան,
Ռ.Գ. Սաֆարյան**

*ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ., 24ա
E-mail: hrshah@sci.am
Հանձնված է խմբագրություն 14.03.2018թ.*

Համառոտ ամփոփված են 2015-2017թթ. ընթացքում Ալավերդու հանքային շրջանում իրականացված հիդրոերկրաքիմիական հետազոտությունների արդյունքները: Այդ հետազոտությունների նպատակը շրջակա միջավայրի վրա լեռնահանքային արդյունաբերության ազդեցության գնահատումն է ժամանակի տվյալ հատվածում: Հետազոտվել են տարածքի խմելու քաղցրահամ, հանքավայրային և Դեբեդ գետի ջրերը, քանի որ նրանք հանդիսանում են ինչպես բնական, այնպես էլ անտրոպոգեն ազդեցությունների առավել զգայուն կրողները: Տրվել են ջրերի որակական բնութագրերը, նրանց վրա լեռնահանքային արդյունաբերության ազդեցության գնահատականները:

Հանգուցային բառեր. *հիդրոքիմիա, ջրի կազմ, մոնիթորինգ, իոն, անտրոպոգեն, աղտոտում:*

Սույն հրատարակման մեջ բերվում են 2015-2017թթ. Ալավերդու հանքային շրջանի և հարակից տարածքների սահմաններում կատարված հիդրոերկրաքիմիական հետազոտությունների արդյունքները: Հետազոտությունների նպատակը լեռնահանքային արդյունաբերության ազդեցության ուսումնասիրումն է և շրջակա միջավայրի վրա այդ ազդեցության գնահատումը: Աշխատանքներն իրականացվել են «Լեռնահանքային արդյունաբերության ազդեցության գնահատումը շրջակա միջավայրի վրա» բազային ֆինանսավորմամբ կատարվող թեմայի շրջանակներում: Հետազոտվել են խմելու քաղցրահամ, Դեբեդ գետի և հանքավայրային ջրերը, որոնք հանդիսանում են անտրոպոգեն ազդեցությունների առավել զգայուն կրողները: Որոշվել են ավելի քան 20 տարրերի ու միացությունների պարունակությունները ջրերում: Դրանց ընտրությունը պայմանավորված է եղել ինչպես տարածքի երկրաբանական մասնագիտացմամբ, այնպես էլ ջրերի հիմնական հիդրոքիմիական յուրահատկություններն արտացոլելու ունակությամբ: Բոլոր անալիտիկ հետազոտությունները կատարվել են ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ Հիդրոերկրաքիմիական լաբորատորիայում՝ հետազոտությունների ավանդական հիդրոքիմիական (Резников и др., 1963) և ֆիզիկաքիմիական (Салихджанова и др., 1988) մեթոդներով:

Հետազոտությունները կրում են մոնիթորինգային բնույթ և, ըստ էության, հանդիսանում են 2010-2012թթ. մեր կողմից կատարված նմանատիպ աշխատանքների շարունակությունը (Шагинян, 2012):

Ըստ գրական տվյալների, Ալավերդու հանքային դաշտի սահմաններում մակերևութային հոսքի ջրերը, որոնք անմիջականորեն կապված չեն հանքավայրային ջրերի հետ, հիմնականում թթու են, ինչը բացատրվում է այդ ջրերով թափոնների լվացմամբ (Геология..., 1974): Սակայն, ինչպես ցույց են տալիս Դեբեդի ջրերի հետազոտությունները, միշտ չէ, որ հանքավայրային ջրերում բարձր պարունակություններ ունեցող տարրերն ու միացությունները, խառնվելով այլ հոսքերի հետ, շարունակում են պահպանել իրենց պարունակությունների բարձր արժեքները: Նրանք հիմնականում, մանավանդ ռելիեֆի բարենպաստ տեղամասերում, արագորեն նստում են՝ ենթարկվելով թթվածնային արգելապատնեշի ազդեցությանը:

2015թ. ստացված հիմնական արդյունքները

Նմուշարկվել են Ախթալա, Շամլուղ բնակավայրերի, Լեռնահանք (Մադինա) գյուղի և նրա տարածքում գործող աղբյուրի օգտագործվող խմելու քաղցրահամ ջրերը և հանքավայրային ջրերը, մասնավորապես Շամլուղի թ. 2 բովանգքի, բացահանքից դուրս եկող 2 մակերևութային հոսքերի հանքավայրային ջրերը:

Խմելու քաղցրահամ ջրերը բնութագրվում են հիդրոկարբոնատ-սուլֆատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիումային կազմով, 0,1-0,76 գ/լ ընդհանուր հանքայնացմամբ: Այս ջրերը պրակտիկորեն չեն կրում հանքային դաշտի ազդեցությունը աղտոտման տեսակետից, չնայած որ SO_4^{2-} իոնի մշտական առկայությունը կատիոնային շարքի երկրորդ տեղում հուշում է անընդմեջ ընթացող օքսիդացման պրոցեսների մասին:

Հանքավայրային ջրերը բնութագրվում են բարձր հանքայնացմամբ՝ 0,71-5,6 գ/լ: Հիմնականում ունեն սուլֆատային կազմ: Թ. 2 բովանգքից դուրս եկող ջուրը, օրինակ, որը խառնվում է Դեբեդի հիմնական վտակներից մեկի ջրերին և լցվում Դեբեդը, ունի pH-ի 3,6 արժեք, ինչը նշանակում է, որ իոնական ձևով ջրում գտնվող մի շարք տարրերի ու միացությունների համար առկա է միգրացիոն բարենպաստ միջավայր: Գրանցվել են նաև ընդհանուր կոշտության, ազոտի NO_3^- միացության, մետաղների զգալի բարձր պարունակություններ: Սակայն, դուրս գալով երկրի մակերես և հանդիպելով հզոր ու ինտենսիվ գործող թթվածնային արգելապատնեշին, այս ջրերում սկսվում է pH-ի վերականգնումը և, ինչպես ցույց կտրվի ստորև, մինչև Դեբեդին հասնելը ջրերում բաղադրիչների վտանգավոր քանակները զգալիորեն նվազում են:

2016թ. ստացված հիմնական արդյունքները

Նմուշարկվել ու հետազոտվել են Մարց, Շամլուղ, Ախթալա, Լեռ-նահանք (Մաղինա) բնակավայրերի խմելու քաղցրահամ, Դեբեդ գետի (Քոբայր բնակավայրից մինչև ՀՀ սահմանից 4կմ հոսանքով վեր), ինչպես նաև Շամլուղի հանքավայրի թ. 2 բովանցքի և բացահանքից արտահոսող երկու մակերևութային հոսքերի ջրերը:

Խմելու քաղցրահամ ջրերը հիմնականում հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիումային կազմ ունեն և 0,1-0,55գ/լ հանքայնացում: Կարելի է ասել, որ այս ջրերը չեն կրում հանքային դաշտի ազդեցությունը և միակ վկայությունը, որ ցույց է տալիս օքսիդացման պրոցեսների առկայությունը, SO_4^{2-} իոնն է:

Նմուշարկման բոլոր կետերում (7 կետ) և քանակական, և որակական առումներով, դիտվում է Դեբեդ գետի ջրի կայուն, հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային կազմ: Նույնքան կայուն են ընդհանուր հանքայնացման՝ 0,33-0,37գ/լ, ջրածնային իոնների – 7,25-7,62 և ընդհանուր կոշտության – 2,12-2,55 արժեքները:

Հանքավայրային ջրերի կազմում փոփոխություններն արտահայտվում են միայն քանակական բաղադրիչի տատանումներով: Կազմը սուլֆատային է, մագնեզիում-կալցիումային կամ կալցիում-մագնեզիումային: Սակայն դիտվում է հանքայնացման արժեքի նվազում նախորդ տարիների դիտարկումների համեմատ՝ 2,03-2,18գ/լ և pH-ի արժեքի բարձրացում մինչև 4,85: Կարծում ենք, որ այս երևույթը կապված է նմուշարկման պահին հանքավայրում ընթացող աշխատանքների ինտենսիվության նվազմամբ:

2017թ. ստացված հիմնական արդյունքները

Նմուշարկվել են Մղարթ գյուղի և Շամլուղ ավանի երկու աղբյուրների խմելու քաղցրահամ ջրերը, Դեբեդի ջուրը Սանահին ե/գ կայարանից մինչև Բագրատաշեն հատվածում (8 կետ), ինչպես նաև Շամլուղի թ. 2 և հին, փակ բովանցքներից ու բացահանքից արտահոսող ջրերը:

Խմելու քաղցրահամ ջրերը հիմնականում հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային են, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային, կամ հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիումային, 0,095-0,3գ/լ հանքայնացմամբ: Այստեղ նույնպես լեռնահանքային արդյունաբերության ազդեցություններ պրակտիկորեն չեն դիտվում:

Նմուշարկման բոլոր կետերում և՛ քանակական, և՛ որակական առումներով, դիտվում է Դեբեդի ջրի կայուն, հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային կազմ: Նույնքան կայուն են ընդհանուր հանքայնացման՝ մոտ 0,3 գ/լ, ջրածնային իոնների

պարունակության՝ 7,25-7,62 և ընդհանուր կոշտության՝ 2,54-2,95 արժեքները, ընդ որում, այս արժեքները չեն կարող համարվել անոմալ:

Այսպիսով, ինչպես խմելու քաղցրահամ, այնպես էլ Դեբեդ գետի ջրերի համեմատաբար մաքուր, ոչ աղտոտված լինելը ըստ մեր ստացած թվային արժեքների, կարող է հիմնականում պայմանավորված լինել 3 գործոններով.

1. նմուշարկման պահին լեռնահանքային արդյունաբերության ոչ հզոր գործունեությամբ,
2. թափոնների փոքր քանակով,
3. թթվածնային արգելապատնեշի մեծ հզորությամբ և ինտենսիվ գործունեությամբ, ինչը բերում է տարրերի ու միացությունների համեմատաբար ոչ մեծ տարածության վրա արագ նստեցմանը:

Ասվածի ապացույց կարող են հանդիսանալ գետի հատակային նստվածքների տեղ-տեղ բավականին մեծ, ակնհայտորեն տեխնոգեն ծագմամբ հզորությունները և մուգ, սևին հասնող գույնը, ինչը բնորոշ չէ բնական պայմաններում նրանց առաջացման նորմալ բնութագրերին:

Աղյուսակ 1

Տարրերի ու միացությունների պարունակությունները (մգ/լ) Շամլուղի հանքավայրային ջրերում

h/h	Որոշված բաղադրիչներ	Բովանգր 2				Մակերևութային հոսք բացահանքից			
		2011-12 թթ.	2015թ.	2016 թ.	2017 թ.	2011-12 թթ.	2015թ.	2016թ.	2017թ.
1	NH ₄ ⁺	1,40	2,25	0,70	2,00	1,00	0,70	0,50	0,30
2	Na ⁺	48,00	40,00	43,87	58,39	39,31	38,39	31,18	31,04
3	K ⁺	2,58	2,40	1,75	2,33	9,23	6,67	5,75	4,50
4	Ca ²⁺	173,55	260,23	185,82	273,84	304,00	373,16	326,85	308,07
5	Mg ²⁺	208,90	848,61	226,28	665,96	172,80	184,76	188,97	106,74
6	Fe _{св.}	5,94	40,00	20,90	37,40	1,41	0,08	0,07	0,06
7	Cu ²⁺	13,76	86,39	4,52	5,49	8,00	107,71	1,95	0,80
8	Zn ²⁺	2,69	0,88	1,62	1,86	1,00	0,44	0,86	1,05
9	Pb ²⁺	0,12	0,001	0,07	0,55	0,07	0,0077	0,07	0,46
10	Cd ²⁺	0,19	0,029	0,06	0,21	0,14	0,038	0,06	0,01
11	F ⁻	2,00	1,90	չի որ.	2,20	1,80	0,65	չի որ.	1,10
12	Cl ⁻	12,78	30,78	10,91	13,64	24,14	20,52	17,05	10,23
13	SO ₄ ²⁻	1438,60	4246,68	1481,40	3497,75	1431,28	1784,26	1567,82	1160,43
14	HCO ₃ ⁻	12,20	չի.հայտ.	12,20	չի հայտ.	12,20	12,20	12,20	61,00
15	NO ₃ ⁻	16,00	20,00	4,00	6,00	40,00	70,00	9,00	12,00
16	NO ₂ ⁻	0,02	0,025	չի հայտն.	չի հայտն.	0,08	չի.հայտն.	չի հայտն.	չի հայտ.
17	PO ₄ ³⁻	0,07	չի.հայտն.	40,00	չի հայտն.	0,07	չի.հայտն.	չի հայտն.	չի հայտն.
18	H ₄ SiO ₄	30,00	40,00	40,00	50,00	15,00	30,00	20,00	20,00
19	Ընդհ. հանք.	1988,05	5620,18	2034,11	4617,63	2070,61	2629,59	2182,34	1717,79
20	Ընդհ. կոշտ., մգ-համ/լ	25,85	82,82	27,89	68,47	29,39	33,82	31,86	24,15
21	pH	4,29	3,62	4,39	3,00	5,05	5,24	4,85	7,15

Աղյուսակ 1-ում բերվում են 2011-12, 2015-17թթ. Շամլուղի հանքավայրի թ. 2 բովանգքի և բացահանքի մակերևութային հոսքի ջրերի հիդրոքիմիական մոնիտորինգային հետազոտությունների արդյունքները:

Աղյուսակ 2-ում բերվում են նույն ջրերի դասային պատկանելիությունները և դրանց փոփոխությունները տարբեր ժամանակներում: Ինչպես երևում է աղյուսակում բերված պատկերից, բովանգքի ջուրը կայուն սուլֆատային, մագնեզիում-կալցիումային է, մակերևութային հոսքինը՝ սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիումային: Նկատվում են միայն պարունակությունների թվային արժեքների ոչ մեծ տատանումներ՝ առանց դասային պատկանելիության փոփոխման: Նշանակում է, որ օքսիդացման պրոցեսները տարիների ընթացքում ընթանում են կայուն կերպով և թափոնային նյութի տարածումը շրջակա միջավայրում կրում է մշտական ու կայուն բնույթ: Սակայն հզոր թթվածնային արգելապատնեշը և ռելիեֆը նպաստում են նյութի արագ նստեցմանը և երկրորդային եզրապսակների համեմատաբար փոքր մակերեսների ձևավորմանն աղտոտման աղբյուրից ոչ մեծ հեռավորությունների վրա:

Աղյուսակ 2

Շամլուղի հանքավայրի տատածքի հանքավայրային ջրերի դասային պատկանելիությունը ըստ տարիների

Տարի	Բովանգք 2	Մակերևութային հոսք բացահանքից
2011-12	$M_{1,99} \frac{SO^{497}}{Mg56Ca28}$	$M_{2,07} \frac{SO^{495}}{Ca46Mg44}$
2015	$M_{5,6} \frac{SO^{498}}{Mg78 Ca14}$	$M_{2,63} \frac{SO^{495}}{Ca48Mg39}$
2016	$M_{2,03} \frac{SO^{499}}{Mg60 Ca30}$	$M_{2,18} \frac{SO^{498}}{Ca49 Mg46}$
2017	$M_{4,62} \frac{SO^{499}}{Mg75Ca19}$	$M_{1,72} \frac{SO^{494}}{Ca60Mg34}$

2011-2012թթ. կատարված հետազոտությունների արդյունքում հաշվարկվել էին հանքավայրից ջրերով որոշ բաղադրիչների դուրս բերվող քանակները (Шагинян, 2012): Համեմատության համար ստորև բերվում են այն ժամանակ և այժմ ստացված տվյալները (աղ. 3): Նշենք, որ հաշվարկները կատարվել են ըստ նմուշարկման պահին գրանցված դեբիտների, իսկ դրանք խիստ փոփոխվում են տարեկան կտրվածքում:

Այսպես, 2015, 2016 և 2017թվականներին, նմուշարկման պահին թ.2 բովանգքի ջրի դեբիտը կազմել է 10լ/վրկ, 3լ/վրկ և 2լ/վրկ և մակերեսության հոսքինը՝ 4լ/վրկ, 2լ/վրկ և 4լ/վրկ համապատասխանաբար: Հաշվարկվել են նաև լուծված աղերի քանակները, որոնք դուրս են բերվում այս ջրերով: Ստացված թվերը նույնպես բերվում են աղ. 3-ում:

Աղյուսակ 3

Շամլուղի հանքավայրային ջրերով որոշ մետաղների (կգ) և լուծված աղերի (տ) դուրս բերվող քանակությունները տարեկան կտրվածքով

Մետաղներ	Բովանգք 2				Մակերեսային հոսք բացահանքից			
	2011-12	2015	2016	2017	2011-12	2015	2016	2017
Fe	1124	12600.0	2000.0	1200.0	133	90.0	40.0	2400.0
Cu	2603,6	24200.0	430.0	200.0	756	13600.0	120.0	400.0
Zn	508,1	280.0	150.0	600.0	9,5	5.6	54.0	1200.0
Pb	22,7	0.3	7.0	35.0	6,6	0.9	64.0	70.0
Cd	35,9	90.0	6.0	9.0	13,2	50.0	4.0	18.0
Լուծված աղեր, տ.	-	1770.0	192.0	290.0	-	332.0	138.0	217.0

Խմելու քաղցրահամ և Դեբեդի ջրերում ընդհանուր առմամբ բաղադրիչների վտանգավոր քանակություններ չեն հանդիպում և նրանք հիմնականում չեն գերազանցում ՀՀ-ում ընդունված նորմերը (Խմելու տնտեսական ..., 2002): Մակայն դիտվում են նաև բացառություններ: Այսպես, 2015թ.-ին գրանցվել է կադմիումի պարունակության թույլատրելի արժեքի գերազանցում 1,5 անգամ Լեռնահանք (Մաղինա) գյուղում օգտագործվող խմելու ջրում: 2016թ.-ին կադմիումի նորման գերազանցող արժեքը Լեռնահանքում կրկնվել է: Համարյա կրկնակի անգամ գերազանցում նորմայից գրանցվել է Մարց գյուղում օգտագործվող երկու աղբյուրներից մեկի խմելու քաղցրահամ ջրում:

Այս տարրի նորման գերազանցող պարունակություններ են գրանցվել Դեբեդի ջրերում 2016թ.-ին նմուշարկման 4 կետերում և 2017թ.-ին մեկ կետում: Հաշվի առնելով կադմիումի տոքսիկության բարձր աստիճանը, կարծում ենք, որ անհրաժեշտ է իրականացնել դրա պարունակությունների շարունակական մոնիտորինգային հետազոտություններ և կազմակերպել աղտոտման աղբյուրների գործունեության սահմանափակման միջոցառումներ:

Ուշադրության արժանի են նաև Դեբեդի ջրերում ազոտի միացությունների ոչ մեծ քանակներով, բայց մշտական (բացի նիտրիտ-իոնից) առկայությունը: Սա նույնպես ապացույց է ազոտ պարունակող օրգանական նյութերով ջրի միգրացիոն և ոչ մեծ քանակներով, բայց շարունակական աղտոտման:

Ազոտի միացության մեծ քանակներ գրանցվում են հանքավայրային ջրերում (աղ. 1): Ինչպես այդ քանակները, այնպես էլ գրանցման բարձր հաճախականությունը խոսում են անտրոպոգեն զգալի ազդեցությունների մասին: Նիտրիտ-իոնի փոքր քանակները և ոչ մշտական առկայությունը հիմնականում կարող են կապված լինել ջրի աղտոտումից անմիջապես հետո նրա արագ օքսիդացմամբ մինչև նիտրատ-իոն, իսկ ըստ տոքսիկության աստիճանի ազոտի միացությունները կազմում են հետևյալ շարքը. $\text{NO}_2^- > \text{NH}_4^+ > \text{NO}_3^-$ (Крайнов и др., 1987):

Գրականություն

- Խմելու տնտեսական նշանակության ջրմուղների և ջրամատակարարման աղբյուրների սանիտարական պահպանման գոտիներ. ՀՀ սանիտարական կանոններ և նորմեր, 2002թ., N2-III-Ս2-2, 120 էջ:
- Геология Армянской ССР. 1974, Т.VIII. Гидрогеология. Изд. АН АрмССР. Е., 392 с.
- Крайнов С.Р., Швец В.М.** 1987. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. М., "Недра", 237 с.
- Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю.** 1963, Методы анализа природных вод. Гос. научно-техническое изд. литературы по геологии и охране недр. М., 404 с.
- Салихджанова Р.М.-Ф., Гинзбург Г.И.** 1988, Полярографы и их эксплуатация в практическом анализе и исследованиях. М., "Химия", 160 с.
- Шагинян Г.В.** 2012, Экологогеохимическая характеристика и оценка состояния некоторых участков Алавердского рудного района. Изв. НАН РА, Науки о Земле, т. 65, N 3, с.60-69.

Գրախոսող՝ Ա.Առաքելյան, Ա.Ավագյան

РЕЗУЛЬТАТ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АЛАВЕРДСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ (2015-2017гг.)

Г.В. Шагинян, Ш.С. Закарян, Ш.А. Гюльназарян, Р.Г. Сафарян

Резюме

В статье приводятся результаты мониторинговых гидрогеохимических исследований в пределах Алавердского рудного района за 2015-2017гг. Целью этих работ являлось выявление степени влияния горно-рудной промышленности на окружающую среду и его оценка. Исследованы пресные питьевые, рудничные воды территории, а также воды р. Дебед, т.к они являются наиболее чувствительными носителями как антропогенного, так и природного воздействия. Установлены наиболее распространенные классы вод, оценена степень влияния горнорудной промышленности на качество этих вод.

ON THE HYDRO-GEOCHEMICAL MONITORING RESULTS OF THE ALAVERDI ORE AREA (2015-2017)

H.V. Shahinyan, Sh.S. Zakaryan, Sh.A. Gyulnazaryan, R.G. Safaryan

Abstract

The article presents the hydro-geochemical monitoring results of the Alaverdi ore area (2015-2017). The goal of these works is the exposure of the mining industry influence level on the environment and its assessment. Fresh drinking waters, mine waters of the territory, as well as the waters of the Debed River are examined, since they are most perceptible carriers of the anthropogenic and natural impact. Most widespread classes of waters are determined and the mining industry influence level on these waters is assessed.

**ՄԻՍԻԱՆԻ ԴԻԱՏՈՄԻՏԱՅԻՆ ԱՎԱԶԱՆԻ ԵՐԿԱԹԻ ԲԱՐՁՐ ԵՎ
ՖՈՍՖՈՐԻ ՑԱԾՐ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՎ ԿԱՎԱՅԻՆ
ԴԻԱՏՈՄԻՏՆԵՐԻՑ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՀՐԱԲԽԱՅԻՆ ՏԱՐԱՏԵՍԱԿՆԵՐԻՑ
ՖՈՍՖՈՐԱՅԻՆ ԽՏԱՆՑՈՒԹԻ ՍՏԱՑՈՒՄԸ**

© 2018թ. Թ.Ա. Ավագյան, Ս.Վ. Մկրտչյան

*ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ.24^ա
Հաճնված է խմբագրություն 19.10.2017թ.*

Հողվածում բերվում են Միսիանի դիատոմիտային ավազանի երկաթի բարձր և ֆոսֆորի ցածր պարունակություններով դիատոմիտային և նրա հրաբխային տարատեսակ ապարների վրա լաբորատոր մեթոդներով կատարված հարստացման աշխատանքների արդյունքները:

Հարստացումից հետո ստացված ֆոսֆորական խտանյութերը իրենց որակական ցուցանիշներով (բույսերի կողմից P_2O_5 յուրացման քանակով, Fe_2O_3 ցածր պարունակությամբ) լիարժեք բավարարում են ֆոսֆորական պարարտանյութերին ներկայացվող Պետական ստանդարտի պահանջներին: Ուսումնասիրության արդյունքները ցույց տվեցին, որ փորձարկված մեթոդը բավականին էֆեկտիվ է:

Հանգուցային բառեր. Դիատոմիտային ավազան, երկաթացված դիատոմիտային ապարներ, հարստացում, ծծմբաթթվային մեթոդ, խտանյութ:

Հետազոտության նպատակն է երկաթի բարձր և ֆոսֆորի ցածր պարունակության կավային դիատոմիտներից և նրանց տարատեսակներից հարստացման մեթոդներով ստանալ խտանյութ, որը բավարարում է ֆոսֆորային պարարտանյութերին ներկայացվող Պետական ստանդարտներին: Ի տարբերություն գոյություն ունեցող մեթոդների, մեր կողմից օգտագործվել են ծծմբաթթվային (առաջին անգամ) և աղաթթվային մեթոդները:

Նշված նպատակի իրականացման համար պետք է կատարվեն լիթոլոգա-ստրատիգրաֆիական, քիմիական, միներալա-պետրագրաֆիական, սպեկտրալ, ռենտգեն-ստրուկտուրային ուսումնասիրություններ:

Միսիանի դիատոմիտային ավազանը գտնվում է Որոտան-Գորիս դիատոմիտաբեր ավազանում: Դիատոմիտային առաջացումները գտնվում են վերին պլիոցեն-չորրորդական հասակի հրաբխա-դիատոմիտային ֆորմացիայի կազմում: Ֆորմացիայի հզորությունը տատանվում է 350-400մ: Ադմինիստրատիվ տեսակետից գտնվում է Միսիանի և մասնակի Գորիսի շրջաններում:

Միսիանի դիատոմիտաբեր ավազանում ֆոսֆոր պարունակող ապարները հիմնականում կենտրոնացված են հրաբխաբեկորա-դիատոմիտային սուբֆորմացիայում, որն առաջին անգամ անջատվել է Թ. Ավագյանի կողմից (Авакян, 1994): Սուբֆորմացիայի հզորությունը

հասնում է 190մ: Սուբֆորմացիայի կտրվածքում գտնվող դիատոմիտային ապարների հետ զուգակցվում են երկաթացված տուֆեր, ավազաքարեր, հրաբխային փոշու, պեմզային, պեմզա-դիատոմային և մոնթորիլոնիտ դիատոմային ապարներ, որոնք ունեն բազալտային, անդեզիտա-բազալտային, դացիտային և ռիոլիտային կազմեր (Авакян, 1993):

Երկաթի բարձր պարունակությամբ ֆոսֆոր պարունակող ապարները հիմնականում գտնվում են հրաբխաբեկորա-դիատոմիտային սուբֆորմացիայի միջին և վերին մասերում:

Նշված ապարներում իրենց ուրույն տեղն ունեն երկաթի բարձր և ֆոսֆորի ցածր պարունակություններով դիատոմային և դրանց խառնուրդ հրաբխային տարատեսակները (հրաբխային փոշի, պեմզա, պեմզա-հրաբխային փոշի, ավազային դիատոմային ապարներ): Այս ապարները ներկայացված են շերտերով (նկ.), շերտիկներով, կոնկրեցիաներով: Շերտերն ունեն հիմնականում հորիզոնական տեղադրում, հզորությունը 10-60սմ, P_2O_5 -ի պարունակությունը 5.2-8.85%, իսկ Fe_2O_3 ՝ 21-43% (աղյուսակ):

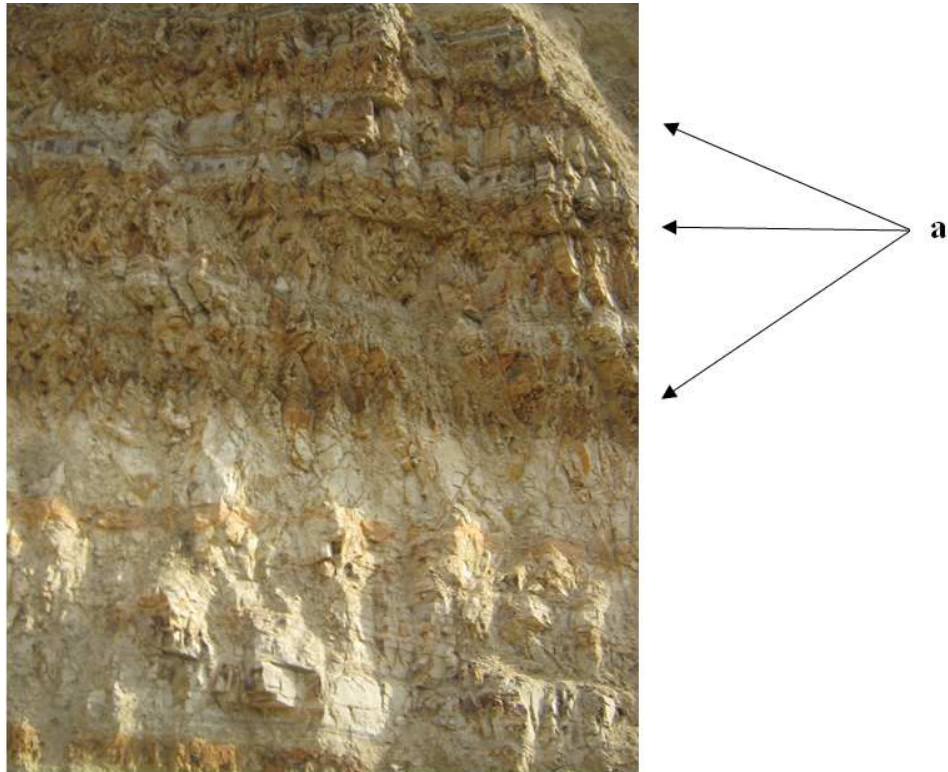
Աղյուսակ

Երկաթ-ֆոսֆորային դիատոմային և հրաբխադիատոմային ապարների քիմիական կազմը

Элемент	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	SO ₃	H ₂ O	п.п.п.	Σ
NN проб																
1	15.80	7.20	0.20	35.80	0.94	-	-	7.40	8.85	15.12	0.40	0.30	1.80	0.10	6.10	100.01
2	37.00	11.27	0.55	21.70	0.28	3.78	1.70	2.64	5.20	0.03	1.40	1.10	-	4.68	8.55	99.88
3	26.38	10.91	0.39	36.51	0.51	2.82	1.35	0.88	6.28	0.88	1.50	0.40	2.00	0.10	9.12	100.03
4	25.00	6.90	0.40	43.00	0.50	1.30	-	0.50	7.20	2.30	0.40	0.30	2.50	0.20	9.00	99.50

1. Երկաթ-ֆոսֆորային դիատոմային կավեր
2. Երկաթ-ֆոսֆորային դիատոմային կավեր
3. Երկաթացված հրաբխային փոշու ֆոսֆորային դիատոմային ապար
4. Երկաթ-ֆոսֆորային կավ-ավազային դիատոմային ապար

Ֆոսֆոր պարունակող գոտու հզորությունը տատանվում է 2-ից 20-25մ և տարածվում է մինչև 800-900մ: Նկատի ունենալով, որ երկաթի բարձր պարունակությամբ հարուստ կոնկրեցիաների հարստացման աշխատանքների մասին տվյալները լուսաբանված են (Ավագյան, Մկրտչյան 2015), ստորև առաջին անգամ ներկայացնում ենք միայն դիատոմիտային և նրա հրաբխային տարատեսակ ապարների հարստացման հետազոտությունների արդյունքները: Անհրաժեշտ է նշել, որ



Նկ. Երկաթ-ֆոսֆորային կավային դիատոմիտներ (a)

ֆոսֆոր պարունակող դիատոմիտային և նրա հրաբխային տարատեսակ ապարներում երկաթը ներկայանում է սուլֆիդների, հիդրօքսիդների, սուլֆատների, կարբոնատների և սիլիկատների ձևով, որոնց մեջ առավել տարածում ունի երկաթի հիդրօքսիդը: Միսիանի դիատոմիտային ավազանում դիատոմային ջրիմուռների զարգացման համար երկաթը համարվում է շատ կարևոր գործոն: Դրա համար էլ դիատոմային ջրուռները ի տարբերություն մյուս տեսակի ջրիմուռների՝ համարվում են երկաթ սիրող օրգանիզմներ: Հայտնի է, որ դիատոմային ջրիմուռների համար մեծ դեր է խաղում լուծելի երկաթը, որը կարևոր է ոչ միայն ջրիմուռների զարգացման համար, այլ նաև դիատոմիտային և նրա հրաբխային տարատեսակ ապարների հարստացման ընթացքում: Ինչ վերաբերում է երկաթի հիդրօքսիդի և լուծելի երկաթի առաջացումների առանձնահատկություններին ներկա հոդվածում դրանց չենք անդրադառնում, քանի որ այդ նյութերը լուսաբանված են (Авакян, Талиашвили, 2013): Հարստացման նպատակն է բարձրացնել P_2O_5 -ի և իջեցնել Fe_2O_3 -ի պարունակությունները: Դա կատարվում է հարստացման պրոցեսում դժվար լուծվող ֆոսֆատային միներալներից հեշտ լուծվող ֆոսֆատային միներալների (մոնոկալցիֆոսֆատ և այլն) անցման շնորհիվ:

Գոյություն ունեն հարստացման տարբեր եղանակներ՝ (քիմիական, թերմիկ, ֆլոտացիոն, մագնիսական, սեպերացիոն և ուր.): Նշված եղանակներից ամենատարածվածը թթվային մեթոդն է, որի ժամանակ օգտագործվում են ծծմբական թթու, աղաթթու և այլ թթուներ: Հարստացման համար թթուների ընտրությունը կախված է ֆոսֆոր պարունակող ապարների միներալա-պետրոգրաֆիական, քիմիական, տեքստուր-ստրուկտուրային և այլ առանձնահատկություններից: Մեր նմուշների հարստացման համար կիրառվել է տարբեր խտություն ունեցող ծծմբաթթվային (որը կիրառվել է առաջին անգամ) և աղաթթվային մեթոդները: Հարստացման աշխատանքները կատարվել են տարբեր ջերմաստիճանների պայմաններում: Նմուշների տարատեսակ մշակումներից հետո (թրծում, թթվով մշակում, ֆիլտրում և այլն) ստացվել են P_2O_5 -ի և Fe_2O_3 -ի տարբեր կոնցենտրացիաներով խտանյութեր լուծույթի ձևով: Ստացված խտանյութերում P_2O_5 -ի պարունակությունը մինչև հարստացումը եղել է 5.20-8.85%, հարստացումից հետո՝ 50-60%, Fe_2O_3 -ի պարունակությունը մինչև հարստացումը՝ 20-45%, հարստացումից հետո՝ մինչև 1.5-2.5%: Ստացված խտանյութերի որակական գնահատման համար նմուշները փորձարկվել և ուսումնասիրվել են նաև Հայաստանի Գյուղատնտեսության նախարարության ագրոքիմիական ծառայության լաբորատորիայում: Ստացված արդյունքները հետևյալն են՝ բույսերի կողմից P_2O_5 -ի յուրացվող քանակությունները կազմել են 45-50% (ընդհանուրը 50-60%), իսկ Fe_2O_3 -ի քանակությունը իջել է մինչև 1.5-2.5%: Այս տվյալները լիարժեք բավարարում են Պետական ստանդարտով նախատեսված ֆոսֆորական պարարտանյութերի պահանջներին: Այսպես, հասարակ սուպերֆոսֆատի համար բույսերի կողմից P_2O_5 -ի յուրացման քանակությունը 18-20%, իսկ կրկնակի սուպերֆոսֆատի համար՝ 42-45%: Հարկ է նշել, որ թթվային մշակման ժամանակ հատկապես ծծմբական թթվով, երբ R_2O_3 -ի պարունակությունը մեծ է լինում, կարող է առաջանալ ռետրոգրադացիայի երևույթ, որի ժամանակ սուպերֆոսֆատում բարձրանում է P_2O_5 -ի դժվար լուծվող ֆոսֆատային միներալների քանակությունը: Հայտնի է, որ եթե $Fe_2O_3 \cdot 100 / P_2O_5$ հարաբերությունը չի գերազանցում 8.5-12.0-ից, ապա ռետրոգրադացիայի երևույթ տեղի չի ունենում: Այստեղ հաշվի է առնված, որ P_2O_5 -ի ռետրոգրադացիայի մեծությունները վերը նշված հարաբերության սահմաններում շատ աննշան են (Հայկ.ՄՄՀ երկրաբանություն, հատոր VII): Մեր ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ ներկայացված ֆոսֆորիտները իրենց P_2O_5 -ի բարձր պարունակությամբ չեն ենթարկվում ռետրոգրադացիայի ընդունված երկաթ-ֆոսֆոր հարաբերության չափանիշներին: Դա բխում է նրանից, որ ներկայացված մեծ քանակության երկաթ պարունակող ֆոսֆորիտային ապարները տարբերվում են իրենց քիմիական, միներալա-պետրոգրաֆիական, ստրուկտուրային, ինչպես նաև երկաթի միներալների ռեակցիոն ընդունակություններով: Դա է պատճառը, որ երկաթի բարձր և ֆոսֆորի ցածր քանակություններ պարու-

նակող ուսումնասիրված ապարները հեշտ հարստացվում են և ստացված խտանյութերը համապատասխանում են բարձր կարգի, կրկնակի սուպերֆոսֆատին հավասար պարարտանյութերին: Այլ կերպ ասած, լուծույթի ձևով ստացված խտանյութերը նմանատիպ են կրկնակի սուպերֆոսֆատին և կարող են նրան փոխարինել: Վերջինս ներկայումս հանրապետություն է ներկրվում Ռուսաստանի Դաշնությունից և Իրանի Իսլամական Հանրապետությունից:

Գրականություն

- Авакян Т.А.** 1994, Формационные критерии поисков месторождений диатомитов Армении. Известия НАН РА, Науки о Земле, т. 47 (3), с.37-42.
- Авакян Т.А.** 1993, Парагенетическая ассоциация пород вулканогенно-диатомитовой формации и их значение в оценке месторождений диатомитов. Известия НАН РА, Науки о Земле, т. 46 (3), с.3-9.
- Авакян Т.А., Талиашвили Б.А.** 2013, Характер поведения растворимого железа в фосфор содержащих породах Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна. Известия НАН РА, Науки о Земле, т. 66, N 1, с.23-28.
- Авакян Т.А., Талиашвили Б.А.** 2007, О фосфорсодержащих железорудных скоплениях в диатомитовой толще Сисианского диатомитоносного бассейна. Известия НАН РА, Науки о Земле, т. LX, N 3, с.35-38.
- Ավագյան Թ.Ա., Մկրտչյան Ս.Վ.** 2015, Որոտան-Գորիս դիատոմիտաբեր ավազանում կոնկրեցիոն տեսակի ֆոսֆորիտների առաջացման և հարստացման մասին: ՀՀ ԳԱԱ Տեղեկագիր, Գիտություններ երկրի մասին, 68, N1, էջ77-81
- Հայկ. ՍՍՌ երկրաբանությունը, հատ. VII, 1966. Հայկական ՍՍՌ ԳԱ հրատարակ., էջ 385-387:

Գրախոսող՝ Ժ.Ստեփանյան

ПОЛУЧЕНИЕ ФОСФОРНОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ВЫСОКОЖЕЛЕЗИСТЫХ И НИЗКОФОСФОРНЫХ ГЛИНИСТЫХ ДИАТОМИТОВ И ИХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ СИСИАНСКОГО ДИАТОМИТОВОГО БАССЕЙНА

Т.А. Авакян, С.В. Мкртчян

Резюме

В статье приведены результаты исследования некоторых лабораторных методов обогащения высокожелезистых и низкофосфорных диатомитов, а также глинистых диатомитов и их вулканических разновидностей.

После кислотной обработки получены концентрированные растворы с содержанием P_2O_5 50-60% и низким содержанием Fe_2O_3 - 1,5-2,5%. Последние по своим основным качественным показателям /усвояемости P_2O_5 растениями, содержанию железа/ соответствуют требованиям, предъявляемым к фосфорным удобрениям. Разработанный метод обогащения по своим показателям является весьма эффективным.

**THE ACQUISITION OF PHOSPHOROUS CONCENTRATE FROM
HIGH-FERRUGINOUS AND LOW-PHOSPHOROUS ARGILLACIOUS
DIATOMITES AND THEIR VOLCANIC VARIETIES OF SISIAN
DIATOMACEOUS BASIN**

T.A. Avagyan, S.V. Mkrtchyan

Abstract

The article presents the research results of the Sisian diatomaceous basin high-ferruginous and low-phosphorous diatomite enrichment through laboratory methods. After the acidizing, concentrated solutions with the content of P_2O_5 from 50-60% and insignificant content of Fe_2O_3 – 1.5-2.5% were acquired. The latters, together with their basic quality indicators (assimilability of P_2O_5 by the plants), as well as with their content of ferrum, completely correspond to the requirements presented to phosphorous fertilizing. The used enrichment method is much more effective.

SEISMIC ACTIVITY STUDIES AND SEISMIC RISK ASSESSMENT FOR SOME OPERATING DAMS IN ARMENIA

© 2018 L.S. Sargsyan

*Institute of Geological Sciences National Academy of Sciences, Republic of Armenia,
24a M. Bagramyan Ave.,
0019 Yerevan, Armenia, E-mail: lilit_geo@yahoo.com
Received by the editor 21.11.2017*

The problem of induced seismicity related with operation of reservoirs is essential in geophysics and earthquake engineering, especially for the reservoirs, which are constructed in seismically active regions. As the whole territory of Armenia is situated in very high seismoactive zone seismic risk assessment of dams is very important task for Armenia. We have collected and analyzed the data on the current reservoir's and dam's situation and then pointed out the main factors that determine the risk's levels.

Our investigations, performed for the three most dangerous homeland large dams, are based on the main principles of total risk analysis for dams, presented in the recommendations of International Committee of Large Dams (ICOLD). In this paper it has been also shown, that the number of microearthquakes increase after reservoir operation, causing changes of seismic regime in observed regions.

Keywords: induced seismicity, dams, microearthquakes, seismic activity, risk assessment, ICOLD

Introduction

As it is known quick growth of the number of natural and technogeneous catastrophes has been noticed in recent years and as a result a population and economic losses in many countries and society, in general become more vulnerable to natural disasters.

The incidents at dams may happen due to seepage in foundation, body and abutment area, internal erosion of piping, overtopping, dam slumping, slides, construction drawbacks, problems at downstream toe, non-maintenance of demands of exploration notes and earthquake impact (Flooding and Dam Failure, 1996).

Most of 83 dams (large and small) in Armenia are situated in highland areas of 1500-3000m altitude. The majority of dams are embankment ones. Armenian dams are mostly situated in an area with high litologic, tectonic and geomorphologic heterogeneities (Khondkaryan, 1998, Sargsyan, 2008).

Armenian Upland is one of the most active segments of Alpine-Himalayan seismic belt, which is related to the collision zone of Arabian-Eurasian plates. This region is seismically very active.

According to the new seismic zonation map of the territory of Armenia the level of seismic hazard is evaluated with expected ground accelerations of up to 0.5g and which is corresponding to 9-10 seismic impacts on MSK-64 scale.

However, almost all dams were mostly designed corresponding to seismic hazard level of 7-8 on the MSK-64 scale.

Today it is generally accepted that significant reservoir-triggered earthquakes can only occur in regions with high tectonic stresses in the earth crust, i.e. the causative fault that can produce an earthquake already in near failure conditions, so that added gravity stresses and pore pressure propagation due to reservoir impounding and can trigger the seismic energy release (ICOLD, 2003).

According to ICOLD Bulletin 72 for sites in hazard class IV ($PGA > 0.25g$ and active fault closer than 10 km from site) separate consideration of MDE (Maximum Design Earthquake) OBE (Operating Basis Earthquake) and RIE (Reservoir Induced Earthquake) are required (ICOLD 72, 2005).

For this task the following groups of factors are discussed: (1) geological and structural factors; (2) factors resulted from dam site (3) flooding. A risk-analyzing method identifies the weak element or elements of a complex dam system. Safety can be increased by means of improvement of these elements.

This paper outlines the main principles of total risk analysis of dams based on the recommendations of International Committee of Large Dams (ICOLD), discussed some issues of conventional methods and introduces the results of a study which was performed for the three large dams in Armenia: Azat, Akhuryan and Tolors.

1. Seismic activity around reservoirs area

Comparison of the pre-impounding and the post-impounding seismic activity is necessary in order to resolve the anthropogenic seismicity from background activity. The main difference between a reservoir-triggered earthquake and a natural earthquake is that the reservoir-triggered earthquake has a relatively high likelihood of occurring within the first few years after impounding of the reservoir or when the reservoir level has reached its maximum elevation. These earthquakes have often a shallow focus and their epicenters are relatively close to the dam sites or the reservoir (Ibrahim, 1989, Torcal, 2005). After dam construction the filling of the reservoir creates a gravity stress field, which is immediately added to the pre-existing tectonic stresses. The field of pore pressures follows, propagating in depth, gradually decrease the initial effective stresses due to the action of the primary tectonic stress field and of the added weight of water in the reservoir (ICOLD 72, 2005, ICOLD, 2003). In our studies we observed data which had been recorded within 20 km and 50 km regions around the reservoirs site during instrumental period (since 1962) using a new homogenized catalogue (with magnitude M_I) based on the National Earthquake Catalogue created in the National Survey for Seismic Protection (NSSP, www.nssp.gov.am), International Seismological Center Catalogue (ISC, <http://www.isc.ac.uk/>) and Catalogue of the Institute of Geological Sciences (IGS).

1.1 Reservoir AZAT

The Azat reservoir is built on the Azat River. It is situated in Ararat region in the central part of Armenia. The Azat dam is embankment earthfill dam. Dam height is 76m. The reservoir impounding started in 1976. It is used for irrigation purposes. The downstream population is about 88.2 thousand. The design seismic resistance of the dam is $I=8$ in MSK scale. According to the new seismic hazard map the territory of reservoir is located in the zone with $a_{max}=0.4g$ ($I \geq 9$).

The study area is characterized as a very active seismic region, due to Garni-Elpin and Yerevan active faults. Azat dam is in the area where two historical strong earthquakes occurred: the Dvin earthquake in 893, $M=6.8$ and the Garni earthquake in 1979, $M=7.0$ (Karakhanyan, 2008).

For the pre-impounding period the mean number of earthquakes with $M > 3.5$ per year occurring inside a 50 km radial zone is 5 events. The yearly average number of earthquakes that take place during the post-impounding period is 33 events (six of them with $M > 4.0$). It is shown, that the number of microearthquakes increased after its operation, causing changes of a seismic regime in observed region (Fig. 1).

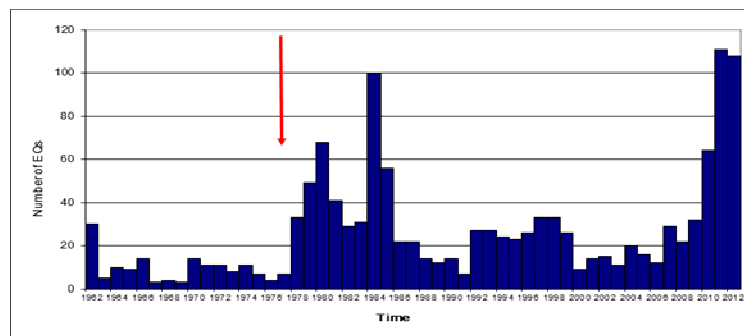


Figure 1. The time histogram of earthquakes in area 50 km around the Azat reservoir site.

1.2 Reservoir TOLORS

The Tolors reservoir is built on the Sisian River. It is situated in Syunik region in the southern part of Armenia. The Tolors dam is rock fill dam with a central clay core. Dam height is 69 m. The reservoir impounding started in 1974. The downstream population is about 15 thousand. The design seismic resistance of the dam is $I=8$ in MSK scale. According to the new seismic hazard map the territory of reservoir is located in the zone with $a_{max}=0.4g$ ($I \geq 9$).

Tolors dam is in the area where two historical strong earthquakes occurred: the Syunik earthquake in 1407, $M=6.5$ and the Zangezur earthquake in 1931, $M=6.3$. The largest earthquake recorded in the instrumental period was Zangezur II earthquake in 1968 with magnitude $M=4.9$.

For the pre-impounding period, the mean number of earthquakes per year occurring inside a 50 km radial zone is 2 events. The yearly average number of earthquakes that take place during the post-impounding period is 14 events.

During only one decade after the impounding of the reservoir several events with $M > 3.5$ occurred. The largest one occurred in 1982 with $M = 4.2$. After impounding of reservoir in study area the number of microearthquakes increased (fig.2), but with four years delay after impounding explained by the fact that the seismicity in this area is mainly associated with pore pressure diffusion (Sargsyan, 2009).

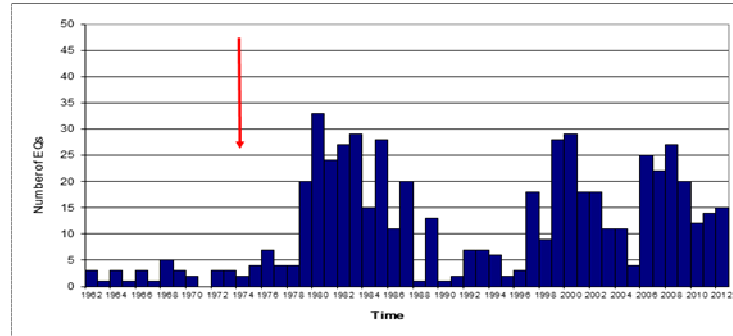


Figure 2. The time histogram of earthquakes in area 50 km around the Tolors reservoir site.

1.3 Reservoir AKHURYAN

The Akhuryan reservoir is situated in Shirak region in the northern part of Armenia. The Akhuryan dam is gravity dam which height is 59m. The reservoir impounding started in 1982. The downstream population is about 100 thousand. The design seismic resistance of the dam is $I=8$ in MSK scale. According to the new seismic hazard map the territory of reservoir is located in the zone with $a_{max}=0.4g$ ($I \geq 9$).

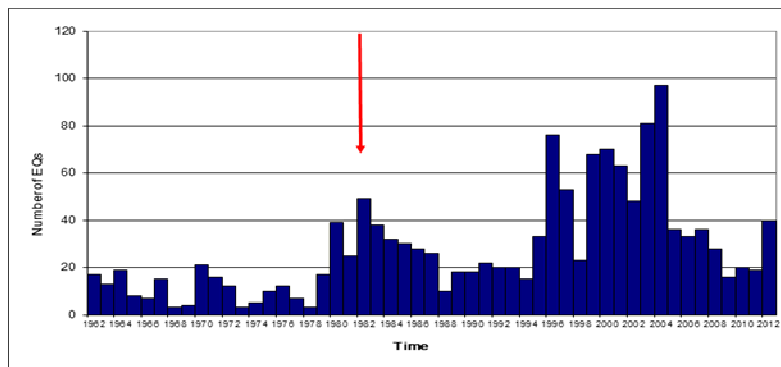


Figure 3. The time histogram of earthquakes in area 50 km around the Akhuryan reservoir site.

The main faults in study area are the following: Akhuryan, Pambak-Sevan, Jeltchenrensk and Spitak. In this area occurred the Leninakan earthquake in 1926, $M=6.0$ and during instrumental period the largest Spitak earthquake in 1988, $M=7.0$. For the pre-impounding period the mean number of earthquakes per year occurring inside a 50km radial zone is 10 events. After impounding of

reservoir in study area the number of microearthquakes increased: average number per year is 37 (fig.3).

2. Seismic Risk Assessment of Azat, Akhuryan and Toloros dams

As the whole territory of Armenia is situated in very high seismoactive zone, the seismic risk assessment of dams is very urgent and important. The main principles of total risk analysis of dams is based on the recommendations of International Committee of Large Dams (ICOLD), discussed some issue of conventional methods and introduces the results of a study, which was performed for the Azat, Akhuryan and Toloros dams.

The total (potential) risk associated with dams consists of structural components and socio-economic components. The structural components of potential risk depend mostly on storage capacity and on the height of the dam, as the potential downstream consequences are proportional to the mentioned values. Socio-economic risk can be expressed by a number of the persons, who need to be evacuated in the case of danger and by potential downstream damage. It is possible to rate the total risk by weighting the mentioned components associating the larger weighting factor to the dams with larger storages and entailing larger potential downstream damage (ICOLD 72, 2005, ICOLD, 2003).

The following table 1 is convenient to rate the risk associated with dams. Four risk factors are separately weighted as low, moderate high or extreme ones:

Table1. Risk factors: weighting pointes

Risk factor	Extreme	High	Moderate	Low
Contribution to risk: weighting points				
Capacity	>120 (6)	120-1 (4)	1-0.1 (2)	<0.1 (0)
Height	>45 (6)	45-30 (4)	30-15 (2)	<15 (0)
Evacuation requirements (number of peoples)	>1000 (12)	1000-100 (8)	100-1 (4)	None (0)
Potential downstream demange	High (12)	Moderate (8)	Low (4)	None (0)

The weighting points of each of the 4 factors, shown in the parentheses in the table 1, are summed to provide the total risk factor as

Total risk factor = capacity + height + number of people + downstream damage.

The risk class of the dam based on the total risk factor as followed (ICOLD 72, 2005, ICOLD, 2003).

Table 2. Classification of total risk of dams

Total Risk Factor	Risk class
(0-6)	Low
(7-18)	Moderate
(19-30)	High
(31-36)	Extreme

In the case of the possible disasters at reservoirs, it is necessary to do the following special calculations:

- the determination of the amount of peoples, who need to be evacuated in the case of danger;
- the assessment of possible economic damages (buildings, constructions, roads, bridges and others).

Table 3. Risk factors and corresponding weighting values for the Azat, Akhuryan, Tolors dams

Contribution to Risk (weighting points)	Values	Risk factor	The weight values	Risk class	Values	Risk factor	The weight values	Risk class	Values	Risk factor	The weight values	Risk class
	Azat				Tolors				Akhuryan			
Capacity, km ³	70	High	4		96	High	4		525	Extreme	6	
Height, m	76	Extreme	6		69	Extreme	6		59	Extreme	6	
Evacuation No of persons living downstream	82.200	Extreme	12		15 000	Extreme	12		100000	Extreme	12	
Potential Downstream damage	Extreme	Extreme	12		High	Extreme	8		High	Extreme	12	
Total Risk		Extreme	34	IV		High	30	III		Extreme	36	IV

There are the different methods for solution of the noticed tasks. For example, we used the “Volna-2” special calculation program for the assessment of the results of the failures of the dams and potential downstream damages. As it is shown in Table 3 the total risks for Azat, Tolors and Akhuryan dams depended on the structural components and socio-economical components having high-risk values.

3. Summary and conclusion

Sudden failure of a dam are result of earthquake, destroying of dams followed by inundation of population in downstream area, forces to pay special attention to the seismicity of the region the dams built in. Many of the large and small dams in Armenia are located in zones of high seismicity. It is shown that

the number of microearthquakes increase after its operation causing changes of seismic regime in the observed region. In general, it is clear that a relationship exists between seismicity and reservoir water level, which probably modifies the pre-existing tectonic stress field and pore pressures, but no specific mechanism for the induced seismicity has yet been identified.

According to the definition by International Commission of Large Dams (ICOLD), the dams with heights more than 15 meters and reservoirs with more than 3 million cubic meter water capacity, are considered as the large and are high risk objects.

Taking into account the high population density in Armenia and the fact that residential areas exist downstream from many of these reservoirs, makes the ensuring of reservoirs safety an urgent issue. The main reasons of the incidents on the dams in the world are based on the lack of information by the experts on regular monitoring of the dam's current technical parameters and some special characteristics of its condition.

Emerging from the fact that the earthquakes cannot be predicted in the near future, the most appropriate approach is the assessment of the dam risk will be to allow then install the special water alarm systems at the most dangerous dams. In this case a large number of people that could be saved from flooding caused by possible failure of a dam and economic damages will be decreased.

References

- Flooding and Dam Failure**, 1996, SLG 101, Guide for All-Hazard Emergency Operation Planning, (9/96), p.2-6.
- Ibenbrahim A., Ni J., Salyards S., Ali I.**, 1989, Induced Seismicity of the Tarbela reservoir, Pakistan, Seism. Res. Letters, 60, 4, p.185-197.
- ICOLD Bulletin 72**, 2005, "Selecting Seismic Parameters for Large Dams", Engineering Geology, Volume 80, Issues 1-2, p.37-42.
- ICOLD Bulletin**, 2003, Reservoir-triggered seismicity, state of knowledge, Committee on Seismic Aspects of Dam Design, ICOLD, Paris
- Karakhanyan A., Arakelyan A., Avagyan A. and Sadoyan T.** 2016, Aspects of the seismotectonics of Armenia: New data and reanalysis, in Sorkhabi, R., ed., Tectonic Evolution, Collision, and Seismicity of Southwest Asia: In Honor of Manuel Berberian's Forty Years of Research Contributions: Geological Society of America Special Paper 525, p. 1-32, doi:10.1130/2016.2525(14). © 2016 The Geological Society of America.
- Khondkaryan V.**, 1998, Monitoring of dams of Armenia and assessment of operation risk", ConseilgeL'Europe Cahiers du Centre European, V. 16, p.193-200.
- Sargsyan L., Ballasanyan V., Minasyan R., Ghonyan A.** 2008, "Changes in seismic activity in connection with varying water level of the Azat Reservoir, Armenia" The sciences about Earth; The Izvestia of the National Academy of Sciences of the RA, Gitutjun, Yerevan, LXI, N 2, p.50-53
- Sargsyan L.S.** 2009, Reservoir-triggered seismicity in Armenian large dams. Journal of Seismology and Earthquake Engineering, Vol. 11, N 3, p. 153-157.
- Torcal F., Serrano In., Havskov J., Utrillas J.L., Valero J.**, 2005, Induced Seismicity around the Tous New Dam (Spain), Geophys J. Int., 160, p.144-160.
- www.nssp.gov.am
- www.isc.ac.uk/

Reviewer A. Araqelyan

**ՄԵՅՍՄԻԿ ՌԵԺԻՄԻ ԵՎ ՄԵՅՍՄԻԿ ՌԻՄԿԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՈՐՈՇ ՇԱՀԱԳՈՐԾՎՈՂ ԶՐԱՄԲԱՐՆԵՐԻ ՀԱՄԱՐ**

Լ. Ս. Սարգսյան

Ամփոփում

Զրամբարների շահագործմամբ պայմանավորված հարուցված սեյսմիկությանը, երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմոլոգիայի կարևորագույն խնդիրներից է, հատկապես այն ջրամբարների համար, որոնք կառուցված են բարձր սեյսմաակտիվ շրջաններում: Քանի որ Հայաստանի տարածքը գրեթե ամբողջությամբ գտնվում է բարձր սեյսմիկ վտանգի գոտում, պատվարների սեյսմիկ ռիսկի գնահատումը շատ կարևոր խնդիր է: Մենք հավաքել և վերլուծել ենք ներկայիս ջրամբարների և պատվարների վերաբերյալ տվյալները, այնուհետև բերել ենք այն հիմնական գործոնները, որոնք որոշում են ռիսկի մակարդակը: Այս աշխատանքում մեր կողմից ընտրված ՀՀ երեք ամենախոշոր ջրամբարների համար կատարվել է լրիվ ռիսկի գնահատում՝ հիմնվելով Խոշոր Պատվարների Միջազգային Կոմիտեյի (ICOLD) առաջարկությունների և պահանջների վրա: Ցույց է տրված նաև, որ ուսումնասիրվող ջրամբարների տարածքներում ջրամբարիների շահագործումից հետո դիտվում է թույլ երկրաշարժերի քանակական աճ, որը բերում է այս շրջաններում սեյսիկ ռեժիմի փոփոխության:

**ОЦЕНКА СЕЙСМИЧНОСТИ И СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ
НЕКОТОРЫХ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ
АРМЕНИИ**

Л.С. Саркисян

Резюме

Проблема наведенной сейсмичности, связанной с эксплуатацией водохранилищ, имеет важное значение в геофизике и инженерной сейсмологии, особенно для плотин, которые строятся в сейсмически активных областях. Поскольку вся территория Армении расположена в зоне высокой сейсмоактивности, оценка сейсмического риска плотин является одной из важных задач. Мы собрали и проанализировали данные о текущем состоянии водохранилищ и плотин, а затем указали основные факторы, определяющие уровни риска.

Наши исследования, проведенные для трех самых опасных плотин, основаны на принципах общего анализа рисков для плотин, представленных в рекомендациях Международного комитета крупных плотин (ICOLD). В этой работе также показано, что количество микроземлетрясений возрастает после наполнении резервуара, вызывая изменения сейсмического режима в наблюдаемых областях.

THE FEATURES OF STRESS FIELD IN THE JAVAKHETI VOLCANIC HIGHLAND DETERMINED BY THE EARTHQUAKE FOCAL MECHANISMS FOR THE TIME PERIOD 2005-2017

© 2018 E.E.Sahakyan

*Institute of Geological Sciences
National Academy of Sciences Republic of Armenia
24A M. Baghramyan Ave. 0019, Yerevan, Armenia
E-mail: elya.sahakyan@gmail.com
Received by the editor 07.05.2018*

The Javakheti Volcanic Highland, located in the central Caucasus, is part of the Arabia-Eurasia continental collision zone. This area is characterized by increased seismic activity and volcanism where earthquake distribution is diffuse. In this study, source mechanisms of earthquakes using digital waveform data recorded by seismic stations of the Armenian, Georgian, and adjacent seismic networks have been investigated. The focal mechanisms of a set of earthquakes that occurred within 2005–2017 with high reliability, based on the polarity of the first motion of the P-wave have been constructed. The azimuth, angle of incidence, and polarities of the P-phase were used to obtain initial focal mechanism solutions. A re-location for selected seismic events during this time period was also performed.

The fault plane solutions of the recorded earthquakes were used to determine the actual fault geometry, faulting type, and stress regime of the study area. We combined all of the reliably determined focal mechanisms across the dozens of earthquakes to investigate the current crustal stress status in the Javakheti Volcanic Highland. The solutions of the different mechanisms vary between strike-slip, thrust, and normal, but are mainly thrust for the time period 2005-2017.

The thrust and strike-slip stress regimes are observed in the study area.

Key words: Javakheti Highland, focal mechanism solutions, fault plane, strike-slip fault, thrust fault, normal fault, stress regime, stress tensor.

INTRODUCTION

According to Zoback, knowing the patterns and variations of a region's stress field is critical for understanding the local and regional effects induced by large-scale plate tectonics and the subsequent deformation field (Zoback, 1980). Along this line of reasoning, the primary goal of this study is to use focal mechanism solutions to investigate the current crustal stress field states and tectonic regime of the Javakheti Volcanic Highland.

The Javakheti Volcanic Highland is characterized by seismic and volcanic activity, where earthquake epicenters are diffusely distributed. In this study we determine focal mechanism solutions for a set of earthquakes that occurred from 2005–2017 based on the polarity of P-wave first motion, using the digital waveform data recorded by the Armenian, Georgian, and adjacent seismic networks. Only earthquakes for which the number of polarities is equal to or greater than 12, and azimuthal gaps are less than 100°, and events with low RMS, have been included in the analysis.

For the calculation of focal mechanisms from first motion polarities, we apply the software package FA2004 of Lander (Lander, 2004). Analysis of earthquakes focal mechanism using inversion methods allows us to determine active stress states; therefore, in this study we used Delvaux and Speerner (2003)'s method, which allows us to determine the best-fit regional principal stress directions (compression, intermediate, and tension) σ_1 , σ_2 , and σ_3 , and the relative magnitudes of the stress axes ($R = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$). The WinTensor program (Delvaux et al., 2003) was used to determine the orientation and shape of the stress tensor. Stress orientations were found to be the maximum (σ_1) and minimum principal stresses (σ_3); from this, the region's stress regimes were determined.

BACKGROUND

The Javakheti Volcanic Highland is one of the major seismic hazard zones in the Lesser Caucasus (Balassanian et al., 1999; Duff et al., 1980). The Highland is located in the central Caucasus, and is part of the Arabia-Eurasia continental collision zone. Based on global positioning system (GPS) data, the Highland is characterized by N-S compressional (3.5mm/year) and W-E extensional (3.7mm/year) fields (Davtyan, 2007).

The most important fault system adjacent to Javakheti Highland, is Pambak-Sevan-Syunik fault system (PSSF), represented by a 400 ± 10 km long NW-SE right-lateral strike-slip fault (Karakhanyan et al., 2016). The present long-term horizontal slip rate along the fault varies between 0.5 and 3–4 mm/yr (Philip et al., 2001), which is consistent with the GPS-measured 0.3–3 mm/yr (Reilinger et al., 2006; Karakhanyan et al., 2013). PSSF-1 segment located immediately to the south of Javakheti Highland within Armenia changes direction from NW-SE to W-SW-S direction.

The main fault in the studied area is NW-SE 77 km long Javakheti fault located to the north of the PSSF-1 segment that was jointly studied in 2007–2012 with colleagues from Georgia, the United States, and France (Karakhanyan et al., 2012). The fault is oriented to the N-NW and consists of individual segments with clear left-stepping geometry. Fault kinematics is represented by right-lateral strike slip with a normal-fault component. The fault formed distinct scarps, deforming young volcanic and glacial sediments. The largest displacements recorded in the central part of the fault range up to 150–200 m by normal slip and 700–900 m right-laterally (Karakhanian et al., 2016).

The study area is characterized by long-lasting Pliocene-Quaternary volcanic activity, clustered mostly within Javakheti, Samsari, and volcanic ridges that represent continuums of volcanic cones extended N-S for 55 km, and SW-NE for 35 km, accordingly (Lebedev et al., 2003). The youngest manifestation of volcanism has been found in the Samsari Ridge confirmed by K-Ar age determinations (Lebedev, et al., 2003) and recent K-Ar and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dates by Nomade et al., (2015) and correspond to time interval between Middle and Late Pleistocene- Holocene (0.8–0 Ma), (Lebedev et al., 2003) distinguishes four

episodes of magmatic activity – Early Pleistocene (800-700Ka), Early-Middle Pleistocene (~400Ka), Middle Pleistocene (320-170Ka), Late Pleistocene-Holocene (<50Ka) – and suggests that some sectors of the Samsari Ridge are potentially hazardous from the viewpoint of volcanic unrest.

METHODOLOGY AND DATA FOR FOCAL MECHANISM SOLUTIONS

In this study, new focal mechanism solutions are constructed for 58 earthquakes ($M \geq 3.0$) that occurred between 2005 and 2017 in the Javakheti Volcanic Highland (Fig. 1). The digital waveform data for these events was extracted from the database of the Armenian and Georgian seismic networks. Additional information from the surrounding regional stations was also extracted as digital waveforms from the database of Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS, Washington, <http://ds.iris.edu/ds/>).

A re-location for 58 selected seismic events during this same time period (2005-2017) was performed using the HYPO71 Program. Events which fulfilled the following conditions were selected and the conditions are at least very clear more than 12 P-wave phases, good azimuth coverage of stations and keeping only events with low RMS.

For determining fault plane geometry, the first motion polarity technique was applied to the earthquakes (Введенская и др, 1960). The FA2004 software package (Lander, 2004) was used for determining focal mechanisms. This software depends on the azimuth, angle of incidence, and polarities of P-phase. Any P-wave ray path leaving the source can be identified by two parameters: the azimuth from the source, φ , and the angle of incidence, i_0 , which is a function of the distance, Δ , between the source and the recording station.

Earthquake focal mechanisms were determined geometrically, from the orientations of the P and T kinematic axes bisecting the angles between the fault plane and the auxiliary plane. They can also be determined by the orientation of one of the two nodal planes and the associated slip vector. From this, focal mechanism solutions are constructed for selected earthquakes with 2 nodal planes (Strike, Dip, Rake parameters, Compressional (P) and Tension (T) kinematic axes).

STRESS TENSOR INVERSION METHOD

The current state of the crustal stress field was determined for the study area.

Using inversion methods to resolve earthquake focal mechanisms allows us to determine the active stress state; therefore, in this study we apply the Delvaux and Speerner method (2003), which allows us to determine the best-fit regional principal stress directions, σ_1 , σ_2 , and σ_3 , and the ratio $R = (\sigma_2 - \sigma_1) / (\sigma_3 - \sigma_1)$ with F (the average degree of misfit), as well as to estimate the associated uncertainty in the solution (Delvaux et al., 2003). Here σ_1 , σ_2 , and

σ_3 indicate maximum, intermediate and minimum principal compressive stresses, respectively (where $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$).

The ratio R is a measure of the value of the intermediate principal stress (σ_2) relative to the maximum (σ_1) and minimum (σ_3) stresses, and it thus constrains the shape of the stress ellipsoid. The aforementioned method proposes a grid search method of inverting focal mechanisms to obtain the stress tensor (focal mechanisms stress inversion, WinTENSOR), in which stress field parameters are systematically tested against the focal mechanism orientations, and the calculated misfit depends on the orientations of fault planes and slip directions indicated by earthquake focal mechanisms. The system compares the values of the misfit function for each pair of focal planes in order to separate actual movement planes from the auxiliary plane. This function minimizes the deviation between the observed and theoretical slip directions on the plane, minimizes the normal stress, and maximizes the shear stress magnitude on the plane, in order to favor the slip on that plane. WinTensor software allows also determining the direction of maximum and minimum horizontal stresses (SHmax and SHmin).

According to the direction of the compressional and tensional kinematic axis, 3 distinct regions were defined in the study area. Stress regimes were determined for these defined regions.

The stress regime can be expressed numerically by the stress regime index (R'), defined in Delvaux et al. (1997b). The main stress regime is a function of the orientation of the principal stress axes and the shape of the stress ellipsoid: extensional, strike-slip and compressional. For each of these three regimes, the value of the stress ratio R fluctuates between 0 and 1. When the value is close to 0.5 (plane stress), the stress regimes are said to be 'pure' extensional/strike-slip/compressional.

RESULTS AND DISCUSSION

The fault plane solutions of the 58 recorded earthquakes ($M \geq 3.0$) (fig.1) were used to determine the type of faulting and the stress regime of the Javakheti Volcanic Highland.

The analyzed earthquakes have a variety of focal mechanisms, and the fault planes of those events have different compression and dilatation distributions. Analysis of focal mechanism distribution indicates that the stress status of the crust varies across the study area.

The focal mechanism solutions of these events demonstrate the present-day tectonic activity in this area. The distributions of the different mechanisms vary between strike-slip, normal, and thrust, but are mainly thrust (fig.1). 16 events give pure normal faults and normal faults with minor strike-slip component, with the fault planes trending NE-SW. These events primarily occurred in the north-eastern part of the study area, concentrated within the territory of Javakheti ridge.

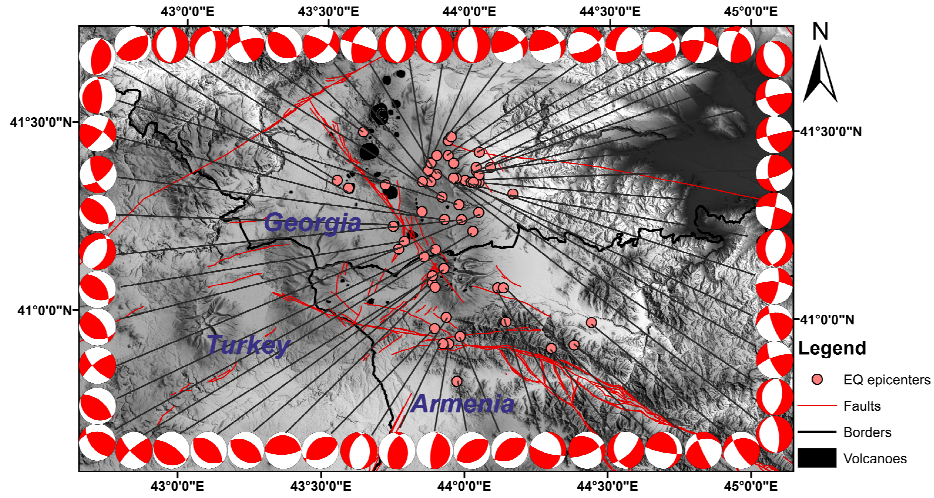


Figure 1. Fault plane solutions of the selected 58 earthquakes that occurred in the study area between 2005 and 2017, with $M \geq 3.0$

26 events are characterized by thrust fault mechanisms, which are related to the active faulting in the study area. The P compression axes coincide with the general compression direction of the Caucasus region (trending from NE to SW). 16 events are associated with strike-slip (SS) faults, trending primarily N-S.

Distribution of types of mechanisms can be seen in dip angles based ternary diagram (fig.2).

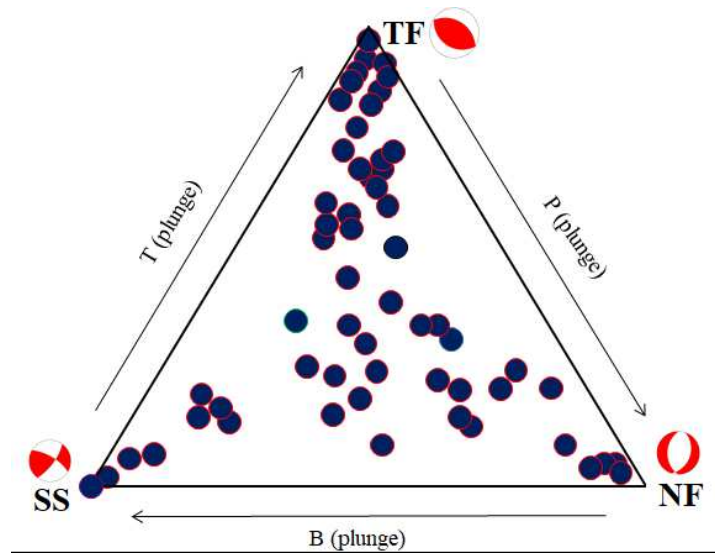


Figure 2. Ternary diagram of 58 earthquakes that occurred in the study area between 2005-2017

Triangle diagrams are simply a quantitative graphical method for using the dip angles of T, B and P axes (δ_T , δ_B and δ_P) for displaying focal mechanisms.

It is possible to plot a unique point representing the orientation of the T, B, and P axes because any three mutually perpendicular vectors having dip angles δ_T , δ_B and δ_P satisfy the identity

$$\sin^2 \delta_T + \sin^2 \delta_B + \sin^2 \delta_P = 1$$

If we define $x = \sin \delta_T$, $y = \sin \delta_B$, and $z = \sin \delta_P$, this identity is just the equation of the sphere $x^2 + y^2 + z^2 = 1$. Since all the angles are between 0 and 90°, at the vertices of the triangle the dip angles are 90°. The vertices of the triangle represent earthquakes with vertical T axes (thrust mechanisms), vertical B axes (strike slip), and vertical P axes (normal) (Froehlich C., 1992).

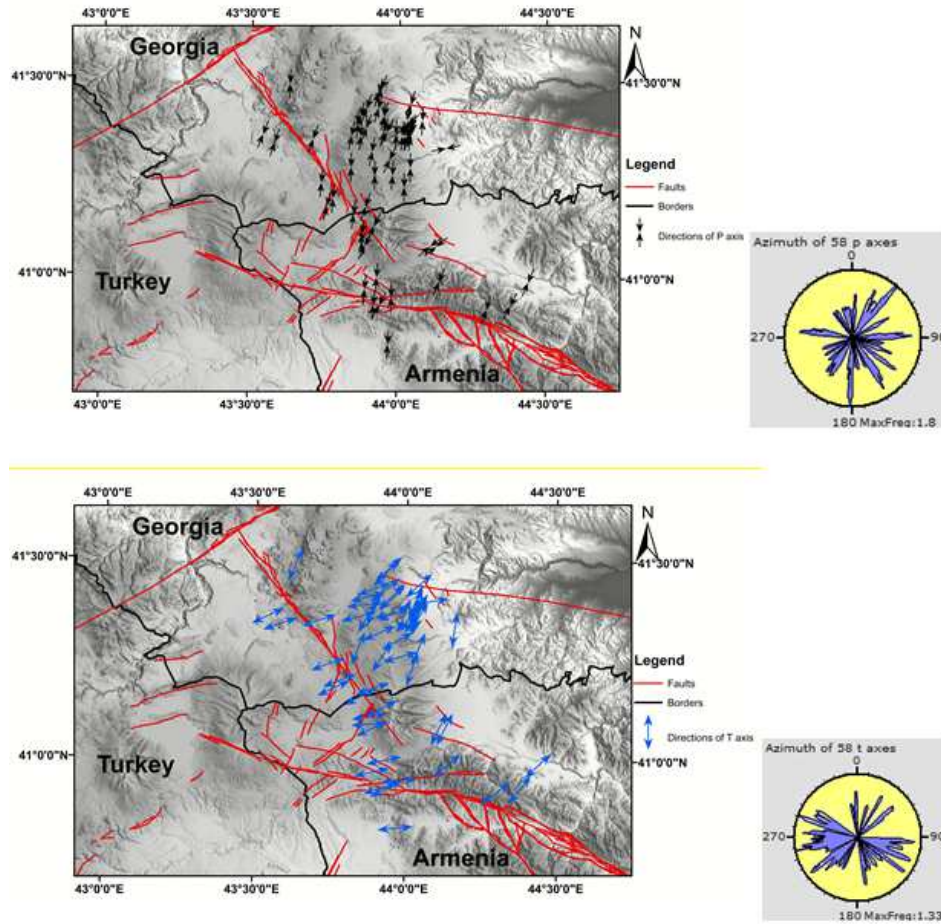
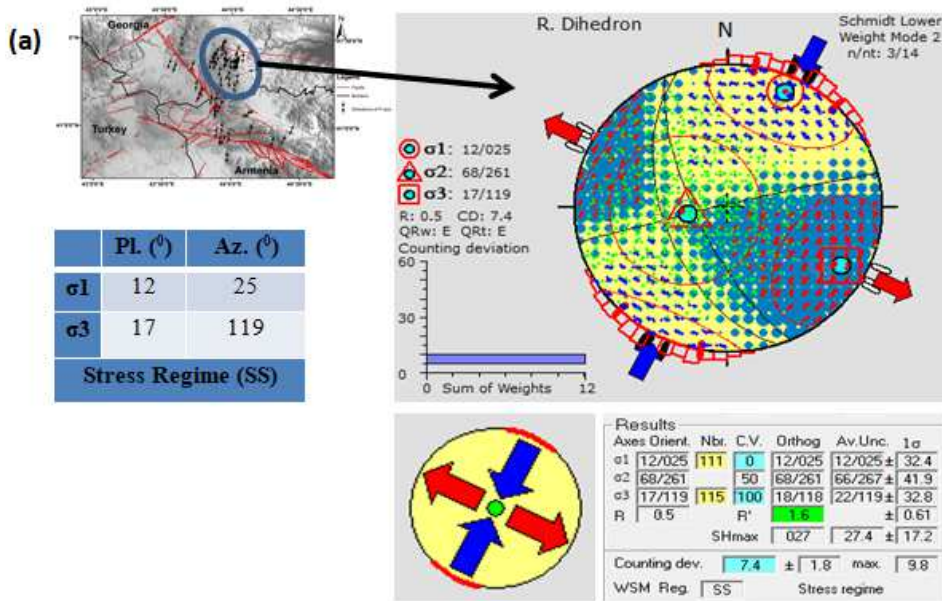


Figure 3. Focal mechanism data represented as P, T axes. Arrows indicate the tectonic regime. Inset figures show the rose diagrams of P and T axes orientations.

The focal mechanism orientations are shown by three stress axes, P, B, and T (AZ, Pl.), that are perpendicular to one another. The P- and T-axes orientations are classified according to the tectonic regime assignment proposed by Zoback, using the plunges of these axes (Zoback et al., 1980). Kinematic Compression (P) and Dilatation (T) axes directions, represented in (fig.3), indicate dominant sub-meridian directions for P axes, and sub-horizontal directions for T axes. According to the orientations of the P- and T-axes, the region experiences NE-SW compression, and NW-SE tension.

Focal mechanisms of earthquakes are the primary data used for investigating the regional tectonic stress field. Therefore, to evaluate the orientation of the stress responsible for the earthquake events, a fault-slip data inversion was performed using nodal planes and slip vectors determined from the focal mechanism solutions.

In order to analyze the stress variations throughout the region, stress tensor calculation are performed for three subgroups, which are defined based on location (fig.4; a,b,c).



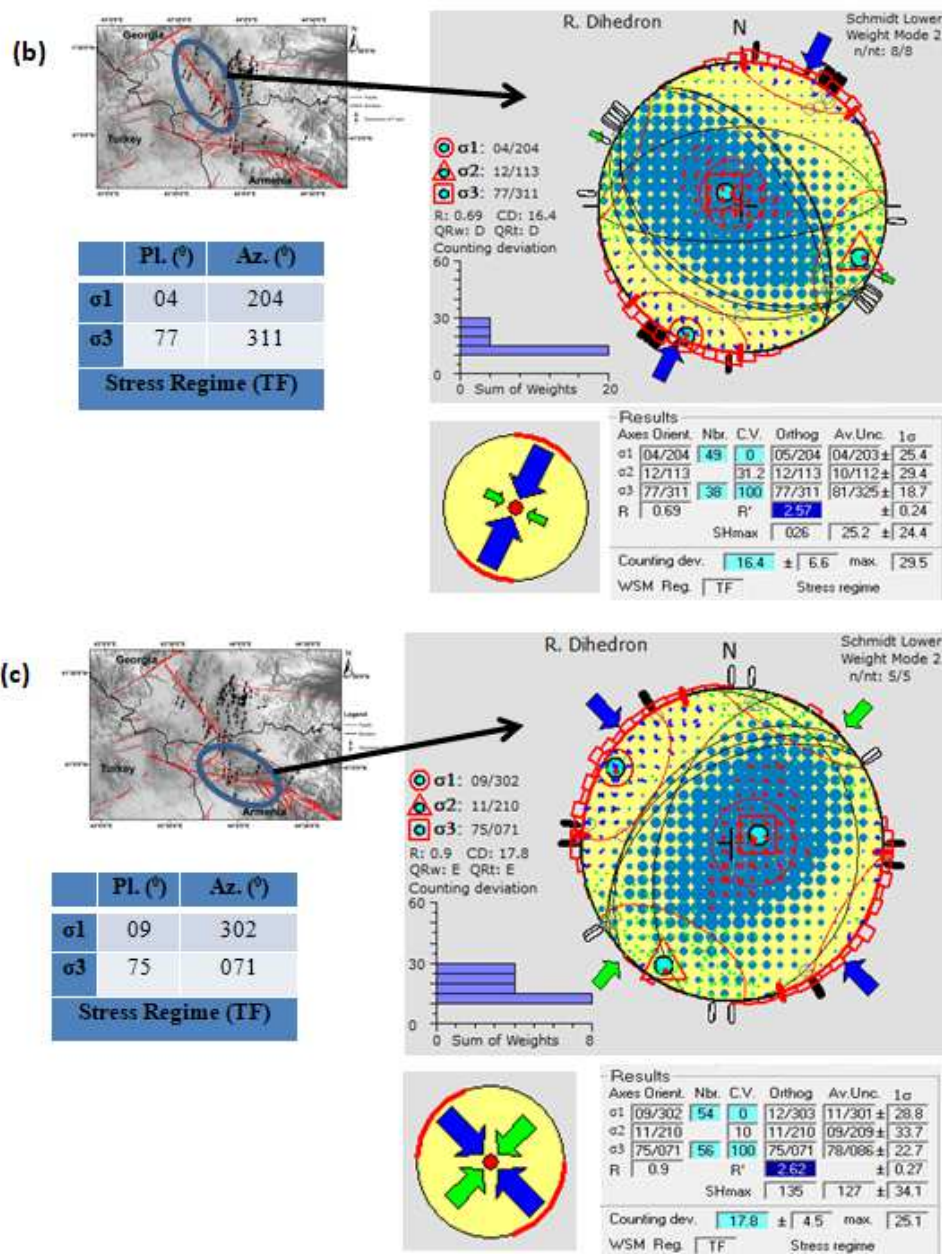


Figure 4. Stress Regimes determined for the three subgroups in the study area.

The first subgroup includes the eastern part of the Javakheti Highland. Here, a strike-slip tectonic regime is observed in the territory of Javakheti Ridge area. This subgroup has the greatest number of earthquakes characterized by strike-slip and normal faulting tectonic movement (σ_1 (NE-SW), σ_3 (NW-SE)) consistent with the strike-slip regime of the region (fig.4a).

The northwestern part of the study area has mainly thrust fault types of focal mechanisms, which are related to the N-S-trending parallel faults. The maximum principal stress orientations are found as (σ_1 (NE-SW), σ_3 (NW-SE)), consistent with the thrust regime of the region (fig.4b).

The third subgroup includes earthquakes located in the southern part of the study area. These events, distributed along the north-western segment of the Pambak-Sevan-Syunik active fault, are mostly of the thrust focal mechanism type movement (σ_1 (NW-SE), σ_3 (NE-SW)), consistent with the thrust regime of the region (fig.4c).

Thus, a strike-slip stress regime is observed in the eastern part of the Javakheti Highland, which is characterized by NE-SW compressional and NW-SE dilatational zones. In the study area's northwestern part, which includes the Javakheti fault zone, a thrust stress regime with a radial compressional field is observed. It coincides with a fault kinematics of this area. As for the southern part of the study area, a thrust stress regime with a radial compressional field is also observed, which is characteristic of the local kinematic features.

CONCLUSIONS

- Analysis of the distribution of focal mechanisms demonstrates the present-day tectonic activity in the study area. The solutions of the different mechanisms vary between strike-slip, thrust, and normal, but are mainly thrust. Normal faults with minor strike-slip components have fault planes trending in the NE-SW direction. The events characterized by thrust fault mechanisms are related to the zone of active faulting within the study area, trending NE-SW, and the strike slip (SS) faults primarily trend in the N-S direction.
- The events characterized by strike-slip faulting mechanisms largely occurred in the north-eastern part of the study area, along both sides of the Javakheti Ridge, where there are supposed faults. Note that the events with normal faulting mechanisms are concentrated within the Javakheti Ridge area. This indicates that strike-slip mechanisms can be linked to the supposed faulting activity, while normal faulting mechanisms can be linked to the volcanic activity in the Javakheti Ridge area.
- The kinematic Compression (P) and Dilatation (T) axes of fault planes have been determined to be dominant sub-meridian directions for P axes, and sub-horizontal directions for T axes. According to the orientations of P- and T-axes, the region experiences NE-SW compression, and NW-SE tension.
- Stress regimes were determined for the Javakheti Volcanic Highland. The northeastern part of the study area is characterized as a strike-slip stress regime (σ_1 - NE-SW; σ_3 -NW-SE). The northwestern part of the study area, which includes the Javakheti fault zone, a thrust stress

regime with a radial compressional field is observed (σ_1 -NE-SW; σ_3 -NW-SE). It coincides with a fault kinematics of this area. The southern part of the study area, a thrust stress regime with a radial compressional field is also observed (σ_1 -NW-SE; σ_3 -NE-SW), which is characteristic of the local kinematic features.

The parameters of the earthquakes focal mechanism solutions are presented in the table below

N ₀	Date	Time	Lat. N (°)	Long. E (°)	M _L	Depth (km)	Strike (°)	Dip (°)	Rake (°)	P Az. (°)	P Pl. (°)	T Az. (°)	T Pl. (°)	SH Max Azim	SH Min Azim	Regime Code	Regime Index
1	16.12.2005	04:02:28	41.16	43.85	4.3	12	270.8	43.6	47.99	209	08	104	61	26	116	2.5	TF
2	24.05.2006	03:17:19	41.08	44.11	3.7	08	107	77	-116	347	51	201	27	140	50	0.5	NF
3	28.12.2006	22:52:19	41.28	43.84	3.6	12	36	75	18	168	01	259	23	168	78	1.5	SS
4	24.07.2007	19:31:23	41.24	43.74	4.1	05	326	54	113	040	06	292	70	38	128	2.5	TF
5	09.07.2007	09:33:08	41.09	43.88	4.0	10	123	42	91	032	03	203	87	32	122	2.5	TF
6	18.06.2008	11:04:31	41.33	44.16	3.7	07	355	37	-100	127	79	272	09	1	91	0.5	NF
7	05.05.2010	14:58:22	41.38	43.89	3.5	11	197	60	179	058	20	157	22	62	152	1.5	SS
8	27.09.2011	08:58:53	41.36	43.99	4.4	12	156	73	164.6	023	02	113	22	23	113	1.5	SS
9	23.07.2011	02:49:24	41.36	43.54	3.6	08	34	24	65	323	22	169	65	138	48	2.5	TF
10	06.09.2011	00:35:44	41.37	44.04	3.5	16	256	88	33	026	21	126	24	21	121	1.5	SS
11	22.02.2011	01:24:37	41.36	43.87	3.5	15	40	65	20	352	05	259	31	171	81	1.5	SS
12	11.12.2011	14:26:34	41.35	43.71	3.4	12	2	64	93.9	089	19	280	71	88	178	2.5	TF
13	20.05.2012	23:07:26	41.00	43.93	3.5	18	198	51	104	278	05	164	78	97	7	2.5	NF
14	05.03.2012	11:12:50	41.11	43.88	3.4	09	124	38	82	040	07	255	81	39	129	2.5	TF
15	06.09.2013	16:35:26	41.36	43.84	3.8	10	120	34	76	040	12	255	76	38	128	2.5	TF
16	25.10.2013	23:45:01	41.44	44.04	3.5	08	62	70.7	50	180	17	289	48	6	96	2.5	NS
17	08.08.2013	06:20:27	41.28	44.04	3.5	05	137	72	164	004	01	095	23	4	94	1.5	SS
18	18.10.2013	18:57:18	40.83	43.97	3.2	10	236	49	86	329	04	112	85	149	59	2.5	TF
19	08.08.2013	06:38:38	41.23	44.02	3.2	15	136	76	167.6	002	01	093	19	2	92	1.5	SS
20	17.10.2013	15:04:46	40.95	43.98	3.3	08	233	44	83	148	01	047	85	148	58	2.5	TF
21	25.01.2013	20:56:43	40.97	43.89	3.3	12	227	40	73	149	06	030	77	148	58	2.5	TF
22	07.09.2013	00:34:49	41.39	43.86	3.0	15	358	49	93	086	04	298	85	86	176	2.5	NF
23	05.06.2013	16:12:52	41.18	43.89	3.1	15	116	27	78	035	19	232	71	33	123	2.5	TF
24	26.05.2014	10:57:44	41.08	44.13	4.0	13	100	80	-116	347	51	218	27	140	50	0.5	TF
25	09.03.2014	11:31:34	41.49	43.63	3.5	16	157	75	159	206	03	114	25	25	115	1.5	SS
26	25.08.2014	22:11:28	41.20	43.78	3.2	18	325.5	52.5	115	038	05	296	69	36	126	2.5	TF
27	08.11.2014	08:04:43	41.41	43.87	3.0	05	358	59	90	088	14	268	76	88	178	2.5	NF

28	14.04.2014	00:02:53	41.43	43.93	3.0	05	306	43	146.4	179	15	288	52	5	95	2.5	NS
29	16.03.2014	14:28:51	41.37	43.96	3.0	10	353	71	90.6	082	26	264	64	81	171	2.5	NF
30	24.03.2015	16:00:53	41.08	43.89	3.9	12	87	71	85	180	26	350	64	3	93	2.5	TF
31	25.05.2015	23:49:04	41.30	43.97	3.6	05	357	71	75	099	25	245	61	107	17	2.5	TF
32	08.01.2015	21:39:42	41.18	43.76	3.5	05	325	61.8	113.4	039	14	278	65	34	124	2.5	TF
33	18.07.2015	17:14:17	41.26	43.92	3.3	09	155	68	26	285	01	015	33	105	15	1.5	SS
34	27.10.2015	16:18:26	41.41	43.95	3.2	12	196	57	36	141	02	049	48	140	50	2.5	NS
35	19.04.2015	03:41:47	40.92	44.30	3.0	12	165	38	35	112	18	356	54	105	15	2.5	NF
36	12.07.2016	10:14:03	41.37	44.04	4.8	18	350.9	89.2	-161	217	13	125	12	36	126	1.5	SS
37	21.07.2016	15:17:45	41.36	44.01	4.3	10	173	69	149	226	05	132	37	44	134	1.5	SS
38	19.10.2016	03:17:56	41.36	44.04	3.7	12	172	62	18	125	08	030	32	123	33	1.5	SS
39	17.10.2016	08:11:01	41.39	44.03	3.7	20	198	74	-55	146	49	262	21	164	74	0.5	TF
40	15.08.2016	17:41:21	41.13	43.92	3.6	10	106	20	72	030	26	225	63	25	115	2.5	TF
41	13.07.2016	15:34:43	41.34	43.58	3.6	10	10	26	89	281	19	102	71	101	11	2.5	TF
42	12.07.2016	10:16:01	41.36	44.03	3.5	14	11	89	-164	236	12	144	11	55	145	1.5	SS
43	13.07.2016	03:17:16	41.38	44.04	3.4	15	161	55	170	024	18	125	30	29	119	1.5	SS
44	05.01.2016	12:24:09	41.43	43.89	3.4	10	170	25	83	085	20	275	70	84	174	2.5	NF
45	24.03.2016	03:54:09	40.93	44.38	3.2	10	252	39	9	215	28	099	38	24	114	2.5	TF
46	02.03.2016	03:43:55	41.41	43.95	3.2	08	97	71.7	137.4	155	14	052	42	150	60	1.5	NS
47	16.03.2106	21:02:10	40.99	44.44	3.1	10	147	76.4	124.7	211	23	093	47	22	112	2.5	TF
48	04.08.2016	11:26:40	41.36	44.02	3.1	12	274	71	162	142	01	232	26	142	52	1.5	SS
49	04.08.2016	21:07:03	41.40	44.03	3.0	10	14	71	21	145	03	236	24	146	56	1.5	SS
50	24.03.2017	01:24:01	41.47	43.93	3.7	05	315	47	156	183	16	289	44	9	99	2.5	TF
51	24.03.2017	01:30:35	41.48	43.94	3.0	05	321	39	156	187	21	302	47	15	105	2.5	TF
52	18.04.2017	06:49:34	40.99	44.14	3.1	19	314	35	153	181	23	302	50	10	100	2.5	TF
53	18.04.2017	08:28:59	41.40	44.08	3.0	09	348	43	101	250	03	358	82	70	160	2.5	NF
54	09.05.2017	06:32:43	41.32	43.91	3.1	08	1	58	64	110	10	223	66	113	23	2.5	NF
55	09.05.2017	11:07:24	41.26	43.98	3.6	10	20.8	51	69.9	125	04	230	74	126	36	2.5	NF
56	04.07.2017	06:21:11	40.93	43.94	3.7	05	350	18	71	275	28	109	62	90	0	2.5	TF
57	15.08.2017	05:12:01	40.93	43.92	3.2	08	349	42	65	276	06	168	73	94	4	2.5	TF
58	11.01.2017	19:29:01	41.37	43.95	3.2	12	11.6	59.5	95.9	098	15	298	74	96	006	2.5	NF

REFERENCE

- Balassanian S., T. Ashirov, T. Chelidze A., Gassanov N., Kondorskaya G., Molchan...and M. Stucchi**, 1999, "Seismic hazard assessment for the Caucasus test area", *Ann. Geofis.*, 42(6), p.1139-1164.
- Davtyan V.** 2007, "Active faults of Armenia: slip rate estimation by GPS, paleo seismological and morph structural data". PhD Thesis, Montpellier II University, France.

- Delvaux D., Moeys R., Stapel G. et al.** 1997b, "Paleo stress reconstructions and geodynamics of the Baikal region, Central Asia. Part II: Cenozoic tectonic stress and fault kinematics". *Tectonophysics*, 282(1-4), p.1-38.
- Delvaux D. and Sperner B.** 2003, "New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program" *NIEUWLAND, New Insights into Structural Interpretation and Modelling*, Geological Society, London, Special Publications, 212, p.75-100.
- Duff R. E. and Peterson F. I.** 1980, Shock precursor observations, Precursor transition in dynamical systems undergoing period doubling, *J. App. Phys.*, 51, 7; p.3957–3959.
- Froehlich C.** 1992, "Tringle diagrams ternary graphs to display similarity and diversity of earthquake focal mechanisms" *Phys Earth Planet Inter*, 75; p.193-198
- Karakhanyan A., Avagyan A., Avanesyan M., Elashvili M., Godoladze T., Javakhishvili Z., Korzhenkov A., Philip S., and Vergino E.** 2012, Armenia-to-Georgia trans-boundary fault: An example of international cooperation in the Caucasus: San Francisco, California, American Geophysical Union, Fall Meeting supplement, abstract S43J-02.
- Karakhanyan A., Vernant P., Doerflinger E., Avagyan A., Philip H., Aslanyan R., Champollion C., Arakelyan S., Collard P., Baghdasaryan H., Peyret M., Davtyan V., Calais E. and Masson F.** 2013, GPS constraints on continental deformation in the Armenian region and Lesser Caucasus: *Tectonophysics*, v. 592, doi:10.1016/j.tecto. 02.002; p. 39–45.
- Karakhanyan A., Arakelyan A., Avagyan A. and Sadoyan T.** 2016, "Aspects of the seismotectonics of Armenia: New data and reanalysis", in Sorkhabi, R., ed., *Tectonic Evolution, Collision, and Seismicity of Southwest Asia: In Honor of Manuel Berberian's Forty-Five Years of Research Contributions: Geological Society of America Special Paper 525*;
- Lander A.V.**, 2004, The FA2002 program system to determine the focal mechanisms of earthquakes in Kamchatka, the Commander Islands and the Northern Kuriles. Report KEMSD GS RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, 250 pages.
- Lebedev V.A., Chernyshev I.V., Dudaori O.Z., Arakelyants M.M., Bairova, E.D., Gol'tsman Yu. V., Chugayev A.V., Vashakidze G.T.** 2003, "The Samsari Volcanic Center as an Example of Recent Volcanism in the Lesser Caucasus: K-Ar Geochronological and Sr-Nd Isotopic data". *Dokl. Earth Sci.* 393A, p.1323-1328.
- Nomade S., Scao V., Guillou H., Messenger E., Mgeladze A., Voinchet P., Renne P.R., Courtin-Nomade A., Bardintzeff J.M., Ferring R., Lordkipanidze D.** 2015, "New-40Ar/39Ar, unspiked K/Ar and geochemical constraints on the Pleistocene magmatism of the Samtskhe-Javakheti highlands (Republic of Georgia)", *Quaternary International*, p.1-15.
- Philip H., Avagyan A., Karakhanyan A., Ritz J.-F. and Rebai S.**, 2001, "Slip rates and recurrence intervals of strong earthquakes along the Pambak- Sevan-Sunik Fault (Armenia)": *Tectonophysics*, v. 343, no. 3–4, p.205–232.
- Reilinger R., McClusky S., Vernant P., Lawrence S., Ergintav S., Cakmak R., Ozener H., Kadirov F., Guliev I., Stepanyan R., Nadariya M., Hahubia G., Mahmoud S., Sakr K., Abdullah ArRajehi, Paradissis D., Al- Aydrus A., Prilepin M., Guseva T., Evren E., Dmitrotsa A., Filikov S.V., Gomez F., Al-Ghazzi R. and Karam G.** 2006, "GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions": *Journal of Geophysical Research—Solid Earth*, v. 111, no. B5, p.1–26, doi:10.1029/2005JB004051
- Zoback M.L., Zoback M.D.** 1980, State of stress in the Conterminous United States. *J. Geophys. Res.*, 85; p. 6113-6156.
- Введенская А.В., Балакина Л.М.** 1960, Методика и результаты определения напряжений, действующих в очагах землетрясений Прибайкалья и Монголии // Бюлл. Совета по сейсмологии. № 10. с.73-84.

Reviewer A.Araqelyan

**ՋԱՎԱԽՔԻ ՀՐԱԲԽԱՅԻՆ ԲԱՐՁՐԱՎԱՆԴԱԿԻ ԼԱՐՎԱԾԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՐԿՐԱԶԱՐԺԵՐԻ ՖՈԿԱԼ
ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ 2005-2017ԹԹ.
ԺԱՄԱՆԱԿԱՇՐՁԱՆԻ ՀԱՄԱՐ**

Է.Է.Սահակյան

Ամփոփում

Աշխատանքում իրականացվել է Ջավախքի հրաբխային բարձրավանդակում 2005-2017 թթ. ընթացքում գրանցված երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմների հաշվարկ: Օգտագործվել են Հայաստանի, Վրաստանի, ինչպես նաև հարակից մյուս սեյսմիկ կայանների կողմից գրանցված երկրաշարժերի թվային ալիքային պատկերները: Ֆոկալ մեխանիզմները հաշվարկվել են P ալիքի առաջին մուտքի նշանի մեթոդի կիրառմամբ: Լուծումները տրվել են P ալիքի բևեռացման, սեյսմիկ կայանի նկատմամբ ազիմուտային անկյան, ինչպես նաև ալիքի անկման անկյան տվյալների հիման վրա: Այն երկրաշարժերը, որոնց համար հաշվարկվել են ֆոկալ մեխանիզմները, իրականացվել է նաև էպիկենտրոնների և հիպոկենտրոնների վերահաշվարկ (re-location):

Ուսումնասիրվող գոտու լարվածային ռեժիմի գնահատման համար օգտագործվել են վերոնշյալ երկրաշարժերի խզման հարթությունների լուծումները:

Ջավախքի բարձրավանդակում երկրաշարժերը բնութագրվում են շարժման տարբեր տիպի կինեմատիկաներով (կողաշարժային, վերնետքային, վարնետքային), բայց նշված ժամանակահատվածի համար գերակշռում են վերնետքային տիպի մեխանիզմով երկրաշարժերը: Լարվածային ռեժիմը գոտու տարբեր հատվածներում հաշվարկվել է կողաշարժային և վերնետքային տիպի:

**ОСОБЕННОСТИ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ ДЖАВАХЕТСКОГО
ВУЛКАНИЧЕСКОГО НАГОРЬЯ, ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ПО
ФОКАЛЬНЫМ МЕХАНИЗМАМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЗА ПЕРИОД
2005-2017 ГГ.**

Յ.Յ. Տաակյան

Резюме

Джавахетское вулканическое нагорье, расположенное на Центральном Кавказе, является частью зоны континентальной коллизии Аравии и Евразии. Эта область характеризуется повышенной сейсмической активностью и вулканизмом, где распределение землетрясений рассеянное.

В данном исследовании мы изучаем механизмы очагов землетрясений с использованием цифровых волновых данных, зарегистрированных сейсмическими станциями армянской, грузинской и смежных с ними сейсмических сетей. Мы строим фокальные механизмы для группы землетрясений, произошедших в период 2005–2017гг, с большим уровнем надежности, на основе полярности первого вступления Р-волны. Для получения первоначальных решений фокальных механизмов использовались азимут, угол наклона и полярности Р-фазы. Было проведено также переопределение мест для выбранных сейсмических событий за данный временной период.

Решения плоскости разлома для зарегистрированных землетрясений применялись для определения реальной геометрии разломов, типа разломообразования и режима напряжений на исследованной территории.

Мы объединили все надежно задокументированные фокальные механизмы по десяткам землетрясений с целью изучения текущего состояния напряжений в коре в пределах Джавахетского вулканического нагорья. Землетрясения Джавахетского нагорья характеризуются различной кинематикой (сдвиги, взбросы, сбросы), но для указанного промежутка времени преобладают землетрясения с механизмами взбросового типа. В различных участках зоны существуют разные режимы напряжений – сдвиговые и взбросовые.

**ՏԵԿՏՈՆԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ՕՐԱԿԱՆ ՎԱՐԻԱՑԻԱՆ ԵՎ
ՆՐԱ ԱՆՋԱՏՈՒՄԸ ԵՐԿՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ
ԱՐԵՎԱՕՐԱՑԻՆ ՎԱՐԻԱՑԻԱՅԻՑ**

© 2018թ. Ս. Ռ. Հովհաննիսյան

*ՀՀ ԱԲՆ Սեյսմիկ պաշտպանության Հյուսիսային ծառայություն
(Գյումրի 0015, Վ. Սարգսյան փող. 5ա Հայաստանի Հանրապետություն)
E-mail: hovsam@mail.ru.*

Հանձնված է հրատարակչություն 05.08.2016թ.

Ցույց է տրված, որ ՀՀ սեյսմաակտիվ տարածքում Երկրամագնիսական դաշտի արևաօրային և տեկտոնամագնիսական վարիացիաները հանդես են գալիս վերադրված ձևով, ինչը խանգարում է թե՛ մեկի և թե՛ մյուսի առանձին-առանձին ուսումնասիրություններին:

Մշակվել է մեթոդ դրանք տարանջատելու համար:

Հանգուցային բառեր. տեկտոնամագնիսական դաշտ, արևաօրային վարիացիաներ, երկրաշարժեր, օրական վարիացիաներ, Արևի ակտիվություն, երկրաշարժերի կանխատեսում:

Հաստատված է, որ Երկրամագնիսական դաշտի (ԵՄԴ) փոփոխական բաղադրիչը հիմնականում պայմանավորված է Արևի ազդեցությամբ, որը դիտարկման ցանկացած կետում հաստատուն չի մնում Երկրի պտույտի և Արևի ակտիվության փոփոխության պատճառով: Օրական պարբերություն ունեցող այդ դաշտը հայտնի է որպես արևաօրային վարիացիա: Մահուն փոփոխությամբ դիտարկվող օրական վարիացիան կոչվում է կայուն (Sq), իսկ նրանից ամպլիտուդահաճախային անկայուն պարամետրերով տարբերվող վարիացիան՝ անկայուն (Sd) (Яновский, 1978): Նշենք, որ անկայուն վարիացիաների պատճառը հանդիսանում են Արևի վրա, ժամանակ առ ժամանակ դիտվող հրվիժակները, որոնց ստեղծած մագնիսական դաշտը Երկիր է հասնում մի քանի օրում, երբեմն ստեղծելով «մագնիսական փոթորիկներ»: Արևաօրային վարիացիայի կայուն կամ անկայուն վարքագծով օրերը նախօրոք որոշվում են Երկրի մագնիսականության և ռադիոալիքների տարածման ինստիտուտում (ИЗМИРАН РФ), որի տվյալների համաձայն մեկ ամսվա ընթացքում կայուն օրերի թիվը տատանվում է 5-10-միջև:

Վերջին 25 տարիներին մեր կողմից կատարվող փոփոխական դաշտի ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ համեմատած վերոհիշյալ ինստիտուտի տվյալների հետ, ՀՀ տարածքում, շաբաթվա ընթացքում, ակնհայտորեն մեծ քանակ են կազմում արևաօրային վարիացիայի անկայուն օրերը, որոնք, որպես օրինաչափություն, նախորդում են այն երկրաշարժերին, որոնց օջախներում կուտակված տեկտոնական լարումների ազդեցությունը մեծ է դիտարկման կետում (Оганесян, 2016): Դրան հակառակ փոփոխական մագնիսական դաշտի

արևաօրային հանգիստ վարիացիաների քանակը փաստացիորեն քիչ է և երբեմն էլ նման վարիացիա չի դիտարկվում մեկ տասնօրյակի ընթացքում: Այդ տեսակետից նշենք, որ նկատվում է ապատեղեկատվություն եղանակի տեսության հայկական հեռուստահաղորդումներում, երբ հայտնվում է գեոմագնիսական դաշտի կայունության մասին, այն դեպքում երբ փաստացի այդ օրը դիտարկվել է երկրամագնիսական դաշտի անկայուն վարիացիա:

Տեկտոնամագնիսական դաշտի (TE) օրական վարիացիաների (ST), ամպլիտուդահաճախային բնութագրերը շատ մոտ են (Sq) և (Sd) վարիացիաներին, ինչի հետևանքով վերջիններս հանդիսանում են բնական խանգարումներ TE դաշտի պարամետրերի գնահատման ժամանակ: Բնական խանգարումները չեզոքացնելու նպատակով մինչ այժմ, երկրաշարժերի տեկտոնամագնիսական նախանշաններն անջատելու համար օգտագործվել են երկրամագնիսական դաշտի օրական միջին արժեքները: Սակայն փաստացի նյութի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ TE դաշտի փոփոխման պարբերությունը կարող է տեղավորվել ժամերի մեջ (Оганесян, 2016): Հետևաբար անհրաժեշտություն է դառնում նրա վարքագծի ուսումնասիրությունը օրվա ընթացքում, ինչը հնարավոր է, եթե ունենանք դիտված (SH) վարիացիայից ներքին և արտաքին աղբյուրների ստեղծած վարիացիաները տարանջատելու մեթոդիկա:

Ներկայացվող աշխատանքի նպատակն է ցույց տալ, որ ՀՀ տարածաշրջանում ընդհանուր օրական վարիացիայի մեջ մեծ տեսակարար կշիռ ունեն տեկտոնամագնիսական դաշտի վարիացիաները որոնք կարելի է համապատասխան մեթոդով տարանջատել արևաօրային վարիացիայից:

Վարիացիաների տարանջատման մեթոդը

Երկրի մագնիսական դաշտի փոփոխական բաղադրիչի կազմում դիտարկվող կայուն (Sq) և անկայուն (Sd) վարիացիաները ծնող արտաքին աղբյուրները հիմնականում կազմավորվում են իոնոսֆերայում: Այլ, ներքին աղբյուրներ, որոնք կարող են ստեղծել անկայուն փոփոխություններ արևաօրային վարիացիայի մեջ, ամպլիտուդահաճախային համարժեք պարամետրերով, ինչպիսին դիտվում է Sd վարիացիայի ժամանակ, դեռևս հայտնաբերված չեն:

Սովորաբար օրական վարիացիան ՀՀ տարածաշրջանի տարբեր կետերում դիտարկվում է նույնական տեսքով, անկախ նրա կայուն կամ անկայուն լինելուց: Բացառություն են կազմում այն կետերը, որոնք գտնվում են երկրակեղևի խիստ անհամասեռ էլեկտրահաղորդականությամբ գոտիներում (Оганесян 1990), որտեղ տեկտոնամագնիսական հետազոտությունների համար, որպես կանոն, դիտարկման կետեր չեն ընտրվում, ինչը պահանջվում է ընդունված հրահանգով (Головков В.П., Иванов Н.А., Пудовкин И.М., Шапиро В.А., 1977г.):

Հայաստանի Հանրապետության տարածքում, վերջին 30 տարիներին ԵՄԴ-ի ինդուկցիայի լրիվ վեկտորի մոդուլային չափումներից ստացված տվյալների վերլուծությունը վկայում է այն մասին, որ անկայուն օրական վարիացիան տարվա ընթացքում կրկնվում է ավելի հաճախ, քան իրականում Արևի ակտիվության փոփոխությամբ պայմանավորված անկայուն վարիացիան է, որը արտաքին փոփոխական դաշտի մասին մեր պատկերացումներին չի համապատասխանում: Ինչպես ցույց է տրված (Оганесян, 2016) աշխատանքում փոփոխական մագնիսական դաշտի անկայունությունը, որպես օրինաչափություն, նախորդում է երկրաշարժերին և դրսևորվում օջախների կազմավորման ընթացքում, հատկապես նրանց վերջնափուլերում, անմիջապես նախորդելով երկրաշարժի օրվան, ինչը հիմք է տալիս ենթադրելու, որ դա հավանաբար պայմանավորված է երկրաշարժ կազմավորող օջախում և նրան հարակից երկրակեղևի տարածքներում ընթացող պրոցեսների հետ: Եթե նման ենթադրությունը ճիշտ է, ապա Sq-ի անկայունությունը երկրաշարժից առաջ պետք է, որ կապված լինի տեկտոնամագնիսական դաշտի (TE դաշտի) վարիացիայի (ST) հետ և հետևաբար ԵՄԴ-ի օրական վարիացիան իրենից պետք է ներկայացնի արևի և տեկտոնական լարումների ազդեցության հետևանք: Այսինքն դիտվող վարիացիան՝

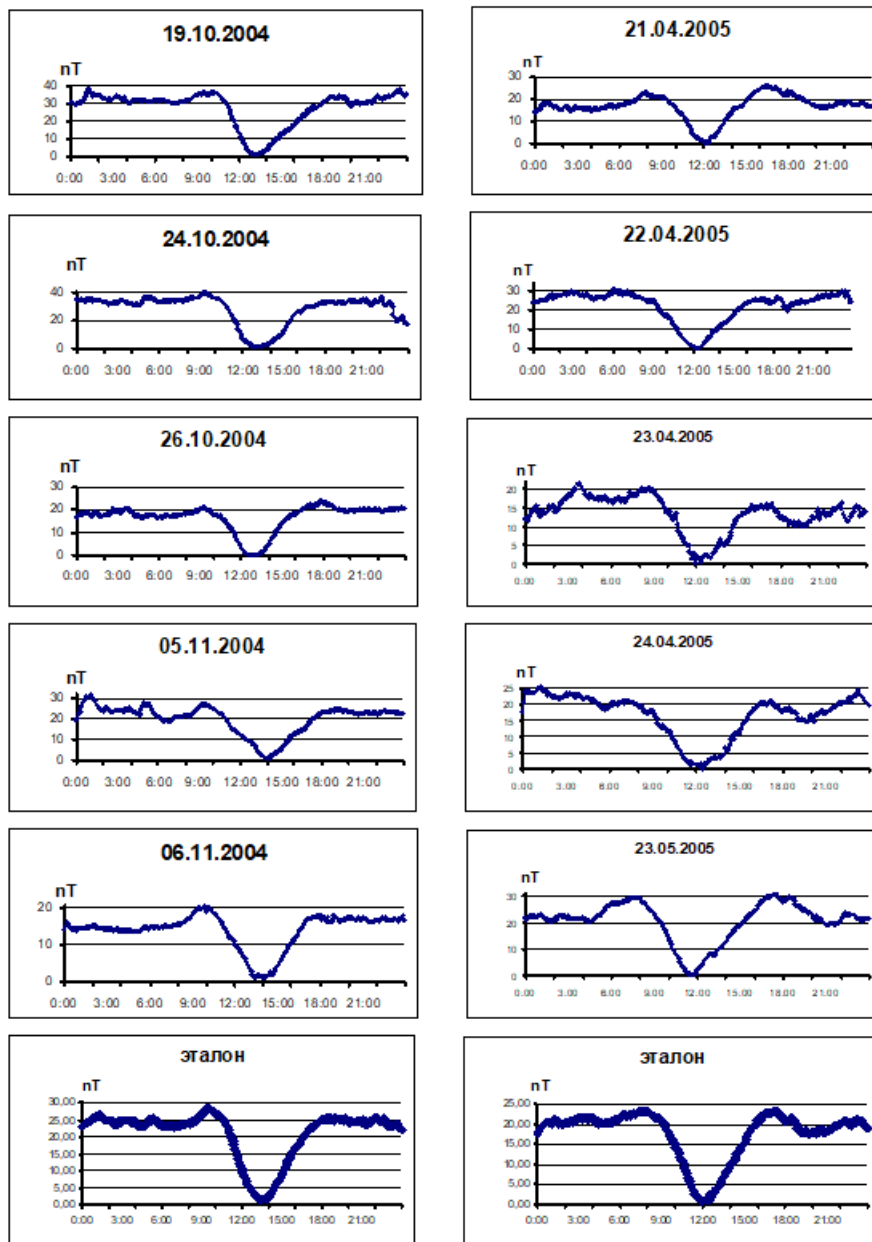
$$S_H = S_q + S_T \quad (1)$$

որը փաստորեն ներկայացնում է, այսպես ասած, տեկտոնաարևային օրական վարիացիան: Այս պատճառով էլ Sq վարիացիա արտահայտության փոխարեն տրամաբանական է օգտագործել դիտարկվող S_H վարիացիա արտահայտությունը:

S_H-ից S_T-ն տարանջատելու համար անհրաժեշտ է ունենալ տվյալ սեզոնին, Sq-ին բնորոշ օրական կայուն վարիացիայի էտալոնային կոր: Նման կոր ստանալու հնարավորություն ընձեռնում են երկրաշարժին նախորդող այն օրերը երբ դիտվում է կայուն Sq վարիացիա և կայուն տեկտոնամագնիսական դաշտ (տեկտոնամագնիսական անդորր): Նկ.1-ում ներկայացված են նմանատիպ օրերի 2004թ.-ի ձմեռային սեզոնին և 2005թ.-ի գարնանային սեզոնին բնորոշ Sq-ի կորերը, որոնց սինքրոն արժեքների միջիններով կառուցվել են տվյալ սեզոնի համար էտալոնային կորերը (նկ.1, эталон):

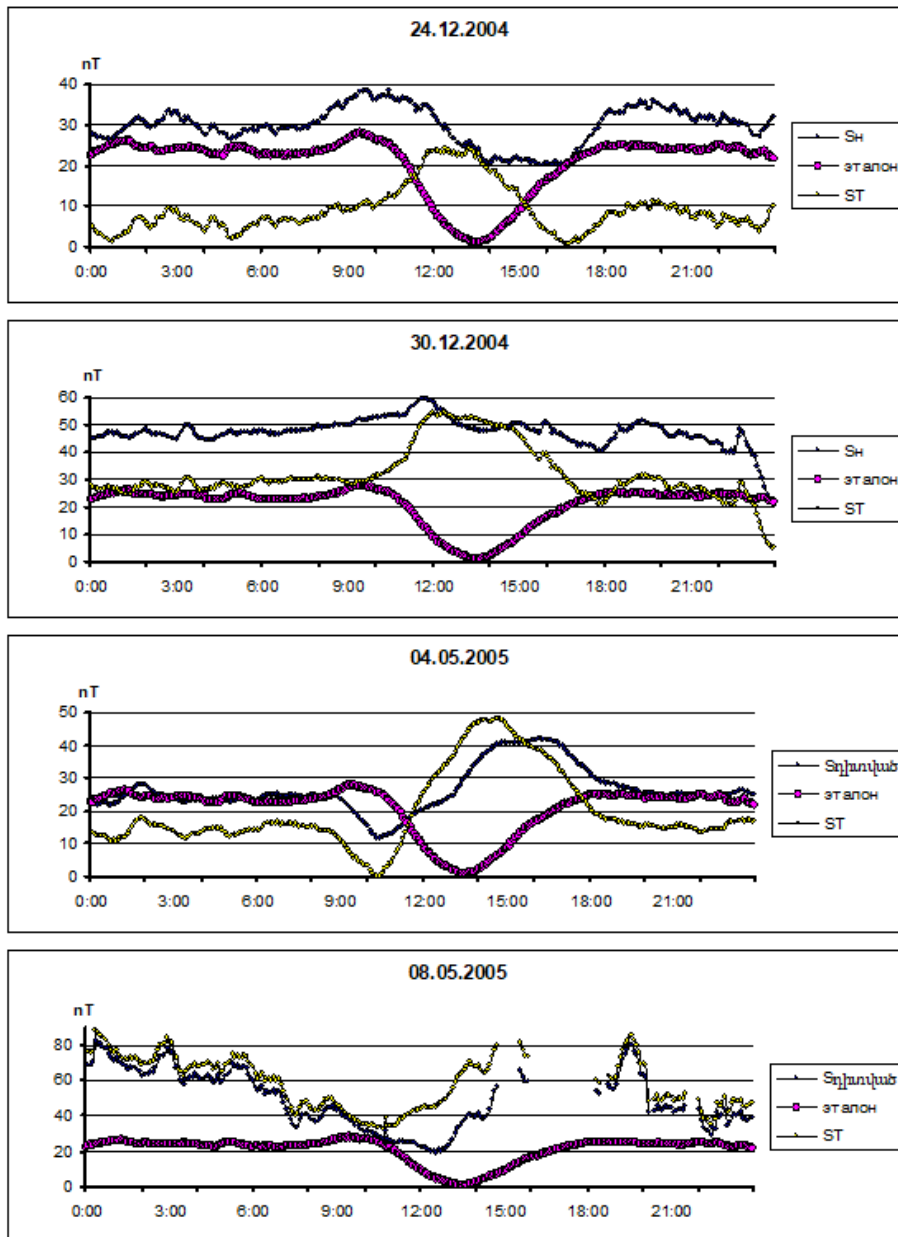
ԵՄԴ-ի օրական դիտվող վարիացիայից՝ S_H-ից հանելով էտալոնային կորի սինքրոն արժեքները կստանանք այն դաշտի վարիացիան, որը պատճառ է դարձել Sq վարիացիայի աղավաղման համար:

Sq վարիացիայի սեզոնային բնորոշ կորեր ստացված են (Հակոբյան, 1975) աշխատանքում, որոնք վերաբերում են փոփոխական դաշտի բաղադրիչներին: Հիմքեր կան ենթադրելու, որ այդ աշխատանքում ներկայացված արևաօրային վարիացիաների ամպլիտուդը ժամանակի ընթացքում պետք է որ փոխված լինի իր մեծությունը, պայմանավորված արևային ակտիվության փոփոխության հետ: Այդ պատճառով Sq-ի և



Նկ.1 Երկրամագնիսական դաշտի կայուն օրերի կորերը ձմեռային, գարնանային սեզոններին և նրանց միջոցով ստացված համապատասխան էտալոնային կորերը:

ՏԴ-ի տարանջատման համար անհրաժեշտ է ունենալ ԵՄԴ-ի լրիվ ինդուկցիայի վեկտորի մոդուլի օրական վարիացիայի էտալոնային կորը կոնկրետ մեր ժամանակների համար: Այդ նպատակով ՏԽ վարիացիայի կորերից սինքրոն ձևով հանելով էտալոնային կորի արժեքները կստանանք տեկտոնամագնիսական դաշտի վարիացիան (նկ.2, ՏԴ կորերը): Ինչպես երևում է 24.12.2004-ին երկրամագնիսական դաշ-



Նկ. 2 Երկրամագնիսական դաշտի արևատայի վարիացիայի աղավաղման օրինակներ:

տի վարիացիան դիտվում է ալիքաձև, որի min-ը ի տարբերություն արևատային վարիացիայի 12:00-ին օրինաչափորեն տեղի ունենալու փոխարեն դիտվում է ժ. 16:00-ին: Ժամանակի մեջ օրական վարիացիայի min-ի նման անոմալ տեղաշարժը երբեք հնարավոր չէ բացատրել արտաքին աղբյուրներով, առավել ևս Արևի ակտիվության փոփո-

խությամբ: Այն բացատրվում է ՏԻ-ի ժ. 9:00-ից մինչև 17:00-ն 24ՆՏ մեծությամբ դիտվող թմբածն փոփոխությամբ:

30.12.2004-ին դիտված դաշտի (ՏԻ) վարիացիան ամբողջապես հակոտնյա է արևաօրային վարիացիայի մասին մեր պատկերացումներին: Ժ. 12:00-ին դիտվող արևաօրային վարիացիայի min-ի փոխարեն դիտվում է maximum, որը ինչպես տեսնում ենք հետևանք է ՏԻ-ի ժ.9:00-18:00-ը դիտված 20 ՆՏ մեծությամբ թմբածն փոփոխության:

04.05.2005-ի օրական վարիացիան աղավաղվել է ՏԻ փոփոխական դաշտի ժ. 9:00-ին սկսված թմբածն փոփոխության պատճառով, որը տևել է մինչև ժ. 18:00-ն, ունենալով 50ՆՏ ամպլիտուդ: Այն ընդհատել է ՏԳ վարիացիայի ուղիղ բևեռացման օրինաչափ անկման գործընթացը, որի հետևանքով էլ ժ. 09:10-ից մինչև ժ. 18:00-ն ՏԻ դաշտում դիտվել է թմբածն փոփոխություն: Ստեղծվում է տպավորություն, որ ՏԻ-ի աճը հանդիսանում է արևաօրային վարիացիայի հակադարձ բևեռացման թևը, որը իր մեծությամբ երկու անգամ գերազանցում է ՏԳ-ի (էտալոնային կորի) ուղիղ բևեռացման թևից:

Առավել մանրամասն վերլուծելու ժամանակ տեսնում ենք, որ ՏԻ դաշտում դիտվող փոփոխությունները թելադրված են ՏԻ փոփոխական դաշտի կողմից: Օրինակ՝ 04.05.2005թ.-ին ՏԻ-ի կորի մոտ ժ.01:55-ին գրանցվել է 5,79 ՆՏ մեծությամբ և 1,5 ժամ տևողությամբ թմբածն վարիացիա, որը ակնհայտորեն հետևանքն է 01ժ.50ր-ին ՏԻ-ում գրանցված 8,64 ՆՏ մեծություն ունեցող թմբածն վարիացիայի:

Առավել ինտենսիվ և խայտաբղետ են տեկտոնամագնիսական դաշտի ազդեցությունները դիտվող օրական վարիացիայի վրա 08.05.2005-ին: Ինչպես տեսնում ենք 0:00 ժ-ից մինչև ժ. 10:00-ն դիտված դաշտը (ՏԻ) և ՏԻ-ն ժամանակի մեջ ընթանում են սինքրոն փոփոխությամբ, որոնք ընդհատվել են ժ. (15:00-18:00)-ը: Այդ ժամանակահատվածում գրանցվել են մի քանի հարյուր ՆՏ-ի հասնող իմպուլսային արժեքներ, որոնք հետևանք են երկրակեղևի էլեկտրամագնիսական դաշտի ինտենսիվ ճառագայթման, ինչը բնորոշ է նախապատրաստված, 4 մագնիսոտուդով և դրանից բարձր օջախներին, սեյսմիկ հարվածից առաջ, նրանց վերջնափուլերում: Համաձայն սեյսմալոգիական կատալոգի (10.05-11.05) 2005 ժամանակահատվածում դիտարկվել է սեյսմիկ անդորր և հետևաբար տեկտոնամագնիսական անդորր, որին հետևել են 4,4 և 5,0 օջախների մագնիսոտուդներով երկրաշարժերը: 08.05.2005թ.-ին տեկտոնամագնիսական դաշտի դինամիկան ոչ միայն աղավաղել է ՏԳ-ի min-ի պահը, այլև տեկտոնամագնիսական դաշտի իմպուլսային բաղադրիչը իր բացարձակ արժեքների մեծությամբ (1000 ՆՏ) քողարկել է ՏԳ-ի արժեքները:

Նկարագրված գործընթացը միանշանակ բացատրվում է տեկտոնամագնիսականության և Ռեյդի տեսություններով (Nagata, 1969; Reid, 1911), որոնց համաձայն, սեյսմիկ հարվածից առաջ, դիտվում է տեկտոնական առաձգական լարումների անհամասեռ անկման պրոցես երկրաշարժի օջախներում և օջախային գոտիներում:

Կորերի ընդհանուր տեսքից (նկ.2) երևում է, որ S_н-ի և S_т-ի մոտ փոփոխություններն ունեն հակառակ նշան, որն արդեն գոյություն ունեցող բազմաթիվ փաստերի հետ (Оганесян, 2016) վկայում է S_т-ի դրական արժեք ունենալու մասին: Այդ բանը շատ ավելի ցայտուն երևում է երբ քննարկում ենք S_н և S_т վարիացիաներն առանձին օրերի համար, որտեղ ընդգծվում են այն բոլոր աղավաղումները, որոնք դիտվում են S_н դաշտում անմիջապես նախորդելով սեյսմիկ իրադարձություններին: Նկարից երևում է, որ S_н-ի կորերը խիստ տարբերվում են ՀՀ աշխարհագրական լայնությանը բնորոշ արևաօրային վարիացիաներից: Բացակայում են արևաօրային վարիացիային բնորոշ min-ի պահերը, կամ էլ տեղաշարժված են ժամանակի մեջ: Չեն առանձնանում ուղիղ և հակադարձ բևեռացման հատվածները, որոնք պարզ երևում են նկ. 1-ում:

Բազմաթիվ նմանատիպ դեպքերից նկ.2-ում ներկայացված չորս տիպային օրինակները ցույց են տալիս, որ տեկտոնամագնիսական դաշտի վարիացիայի պատճառով S_н -ում դիտվող բազմաթիվ օրերի նմանատիպ խիստ անկայուն ամպլիտուդահաճախային բնութագիրը, թույլ չի տալիս սեյսմաակտիվ տարածաշրջանում գրանցել Sq-ի, այդ տարածաշրջանի աշխարհագրական լայնությանը բնորոշ վարիացիան: Եթե այդ աղավաղումներին գումարվում են նաև երկրակեղևի էլեկտրամագնիսական ճառագայթման մագնիսական բաղադրիչի ազդեցությունները, ապա Sq-ի ամբողջական տեսքը ստանալը դառնում է բարդագույն խնդիր: Դա էլ հենց պատճառ է հանդիսանում սեյսմաակտիվ գոտում արևաօրային կայուն վարիացիայի (Sq) օրերի քանակի նվազման համար:

Այսպիսով ակնհայտ է, որ S_н-ի կորի տեսքը թելադրված է TE-ի S_т վարիացիայի վարքագծով: Տարբեր ժամանակներում նմանատիպ բազմաթիվ օրինակներ ցույց են տալիս, որ սեյսմաակտիվ գոտիներում միշտ չէ, որ հնարավոր է գրանցել Sq-ի օրական վարիացիաներն առանց աղավաղումների:

Արված վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ Երկրամագնիսական դաշտում դիտվող փոփոխական բաղադրիչը՝ S_н -ը, սեյսմաակտիվ գոտում, մեծամասամբ, հանդիսանում է արտաքին փոփոխական դաշտի՝ Sq-ի և ներքին փոփոխական դաշտի՝ S_т-ի գումարային դաշտը: Չի բացառվում, որ նման օրինաչափությունը բնորոշ կարող է լինել ընդհանրապես բոլոր սեյսմաակտիվ գոտիների համար:

Եզրակացություն

Ամփոփելով այս աշխատանքի վերլուծության արդյունքները կարելի է ասել, որ ՀՀ սեյսմաակտիվ գոտում երկրամագնիսական դաշտի փոփոխական բաղադրիչը, ունենալով օրական պարբերություն, ամբողջությամբ չի ներկայացնում արևաօրային վարիացիան ինչպես ընդունված է մինչ այժմ: Այն հանդիսանում է երկու տարբեր դաշտերի գումար, որոնց աղբյուրները գտնվում են ինչպես իոնոսֆերայում (Sq),

այնպես էլ լիտոսֆերայում (ՏԴ): (1) գումարի մեջ երկրորդ գումարելին իր մեծությամբ համեմատական է առաջինին, իսկ տեկտոնական ակտիվ գործընթացների ժամանակ նաև գերազանցում է նրան: (Տգ)-ի աղավաղումների ամպլիտուդահաճախային բնութագիրը հիմնականում թելադրված է ՏԴ-ի համապատասխան պարամետրերի ակտիվությամբ: Տարբեր ժամանակներում նկ. 2-ում ներկայացվածների նմանատիպ բազմաթիվ օրինակներ ցույց են տալիս, որ սեյսմաակտիվ գոտիներում միշտ չէ որ հնարավոր է գրանցել Տգ-ի օրական վարիացիաներն առանց աղավաղումների:

Առանձին-առանձին վերլուծելով աղավաղված օրերի վարիացիաները նկատում ենք, որ տեկտոնամագնիսական դաշտի կորերի ՏԴ ամպլիտուդները հակառակ կեսօրին դիտվող Տգ ամպլիտուդների մոտերի, ունեն $\max$ արժեքներ ժամը 8:00-ից 20:00-ի սահմաններում, որը ցույց է տալիս նրանց կախվածությունը օրական պարբերությունից:

Քննարկված բազմաթիվ օրինակներ ցույց են տալիս, որ սեյսմիկ հարվածից առաջ ՏԴ դաշտում ընթանում են մեծ ամպլիտուդով նշանափոխ վարիացիաներ, որոնք վերադրվելով Տգ վարիացիային դիտվող ՏԽ վարիացիայի մեջ ստեղծում են անհամասեռ, անկանոն փոփոխություններ:

Դիտվող գումարային փոփոխական դաշտը, ըստ նրա էության, կարելի է անվանել տեկտոնաարևային օրական վարիացիա և նշանակել SqT սիմվոլով:

Այս աշխատանքի գործնական արդյունքը հատկապես կարևոր է բժշկական ծառայություններին երբ անհրաժեշտ է որևէ միջամտություն կատարել հիպերտոնիկ, սիրտանոթային խնդիրներ ունեցող հիվանդների համար: Գեոմագնիսական դաշտի օրական վարիացիայի կայուն, կամ անկայուն իրական պատկերը կնպաստի ճիշտ կողմնորոշվել այդ հիվանդներին համապատասխան օգնություն ցուցաբերելու գործընթացի ժամանակ: Այդ տեսակետից կարիք է զգացվում համապատասխան ծառայություն ձևավորելու, որի կառուցվածքում պետք է համագործակցեն բժիշկներն ու երկրաֆիզիկները:

Ընդհանրացնելով ներկայացված նյութը կարելի է փաստել որ՝

1.Երկրամագնիսական դաշտում դիտվող օրային վարիացիան հանդիսանում է արևաօրային և տեկտոնամագնիսական վարիացիաների գումար:

2.Փոփոխական երկրամագնիսական դաշտի արևաօրային վարիացիան տեկտոնամագնիսական դաշտի օրային վարիացիայից տարանջատելու համար մշակվել է նոր մեթոդիկա:

3.Տեկտոնամագնիսական օրային վարիացիայի կորի ակտիվ մասը սկսվում է 09:00-ին և վերջանում 18:00-ին:

Շարադրվածը գործնականում առավել օգտագործելի դարձնելու համար անհրաժեշտ է ուսումնասիրել ՏԴ-ի ակտիվության և երկրաշարժերի օջախների պարամետրերի միջև հնարավոր ֆունկցիոնալ

կապը, ինչը թույլ կտա գնահատել վերջիններիս մեծություններն ըստ ST-ի ակտիվության չափի:

Հեղինակը շնորհակալություն է հայտնում Սեյսմիկ պաշտպանության Հյուսիսային ծառայության գլխավոր սեյսմաբան Հ. Վ. Սարգսյանին սեյսմիկ տվյալները սիրահոժար կերպով տրամադրելու համար:

Գրականություն

- Акопян Ц. Г., Ахвердян Л. А.** 1975, Солнечно-суточные вариации и их гармонический анализ по данным магнитной станции «Гярд». Изв.АН АрмССР, Науки о Земле, 4, с.64-71.
- Головков В.П., Иванов Н.А., Пудовкин И.М., Шапиро В.А.** 1977, Инструкция по поискам и изучению аномалий векового хода геомагнитного поля. Москва, с.24.
- Оганесян С. Р.** Тектономагнитный метод прогноза землетрясений. 2016, Изд. Lambert, Saarbrücken, p.432.
- Оганесян С. Р.** Локальные аномалии геомагнитного поля как возможные предвестники землетрясений. 1990, Изд. АН АрмССР, Ереван, с.147-161.
- Яновский Б. М.** Земной магнетизм, 1978, Изд. Ленинградского университета, с.385-386.
- Nagata Т.** Tectonomagnetism Int. Assec., Geomagnetism and Aeronomiya, 1969, Bull. 27, 12.
- Reid H.F.niv. Califor. Publ.Dapt.Geol., 1911, 6, 413.

Գրախոսող՝ Մ. Հովհաննիսյան

СУТОЧНАЯ ВАРИАЦИЯ ТЕКТОНОМАГНИТНОГО ПОЛЯ И ЕЕ ОТДЕЛЕНИЕ ОТ СОЛНЕЧНОСУТОЧНОЙ ВАРИАЦИИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

С. Р. Оганесян

Резюме

Показано, что в нашем сейсмоактивном регионе солнечносуточная вариация геомагнитного поля и вариация тектономагнитного поля проявляются суммарно, что мешает их изучению в отдельности. Разработан метод их разделения.

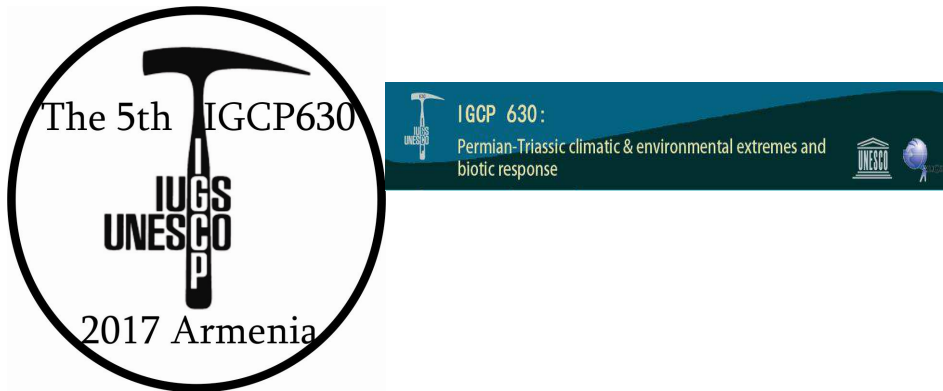
SEPARATION OF TECTONIC MAGNETIC FIELD DAILY VARIATIONS FROM GEOMAGNETIC FIELD SOLAR DAILY VARIATIONS

S.R.Hovhannisyan

Abstract

The article shows that the geomagnetic field solar daily variations and the tectonic magnetic field daily variations appear summarily in our seismically active region, which hinders their study in isolation from one another. A method of their separation is developed.

ԳԻՏԱԿԱՆ ԽՐՈՆԻԿԱ



2017թ. հոկտեմբերի 9-ից 13-ը ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտը կազմակերպել էր «Պերմ-Տրիաս սահմանի կլիմայական, շրջակա միջավայրի և կենսաբազմազանության կտրուկ փոփոխությունները» թեմայով 5-րդ IGCP 630 միջազգային գիտաժողով և դաշտային սեմինար:

Կոնֆերանսին մասնակցել էին 30 գիտնականներ 13 երկրներից: Վայոց ձորի (Օդրին), Զանգակատուն գյուղի (Չանախչի կտրվածք) և Վեդի գետի ավազանում պերմ-տրիաս նստվածքների մերկացման հատվածներում իրականացվել էր դաշտային սեմինար (երեք օր):

Գիտաժողովը նպատակաուղղված էր պերմի ժամանակաշրջանում մասսայական մահացությունների խնդրին, ինչը համարվում է բոլոր ժամանակների ամենամեծ աղետը: Այս իրադարձությամբ է նշագրվում Պերմ և Տրիաս երկրաբանական ժամանակաշրջանների սահմանը (այն բաժանում է նաև Պալեոզոյ և Մեզոզոյ էրատեմաները): Հասակը ըստ 2017թ. Միջազգային խրոնոստրատիգրաֆիական սանդղակի $251,902 \pm 0,024$ մլն տարի է:

Երկիր մոլորակի պատմության ամենախոշոր աղետներից մեկի արդյունքում ծովային տեսակների 96% և ցամաքային ողնաշարավոր կենդանիների 73%-ը ոչնչացել են: Վերացել են միջատների դասի շուրջ 57% ցեղեր և 83% տեսակներ: Ըստ գիտնականների երկրագնդի պատմության Պերմի ժամանակաշրջանում տեղի ունեցած ամենասարսափելի ավերածությունն ըստ երկրաբանական հաշվարկի տևել է «մեկ ակնթարթ»՝ 60 հազար տարի: Մասնագետները ենթադրում են մասսայական ոչնչացման մի շարք հնարավոր պատճառներ, ինչպես օրինակ Սիբիրական պլատֆորմում հրաբխային մեծ ակտիվությունը, մեկ կամ մի քանի խոշոր մետեորիտների անկումը, Երկրի բախումը աստերոիդի հետ, ծովի հատակում մեթանի հանկարծակի հզոր ար-

տանետումը, շրջակա միջավայրի աստիճանաբար փոփոխությունները, Անոքսիա - ծովի ջրի և մթնոլորտի քիմիական կազմի փոփոխություններ՝ մասնավորապես թթվածնի անբավարարություն, կլիմայի փոփոխության հետևանքով օվկիանոսի հոսանքների և/կամ ծովի մակարդակի փոփոխություններ և այլ:

Առավել տարածված է այն վարկածը, ըստ որի աղետի պատճառը եղել է Սիբիրական պլատֆորմում մոտ 260 մլն տարի առաջ, հրաբխային մեծ ակտիվությունը՝ ինչը կարող էր հանգեցնել «հրաբխային ձմռան»՝ ջերմոցային էֆեկտով: Մեմինարի շրջանակներում քննարկվել են Չինաստանից մինչև Եվրոպա նմանատիպ ապարների ուսումնասիրության արդյունքում այս խնդիրների շուրջ ստացված նոր տվյալները:

Ելույթների համառոտ ամփոփումները հասանելի են նշված կայքում:

https://www.researchgate.net/publication/320467445_IGCP630_CONFERENCE_PROGRAM_Armenia

Երկօրյա կոնֆերանսից հետո (9, 10 հոկտեմբեր) դաշտային սեմինար իրականացնելու նպատակով (11, 12, 13 հոկտեմբեր) խումբը մեկնեց Օդբին (Վայոց Ձոր) և Արարատի մարզի Զանգակատուն (Չանախչի կտրվածք) և Վեդի գետի ավազան (Վեդի կտրվածք):

Դաշտային ուղեցույցը հասանելի է նշված կայքում:

https://www.researchgate.net/publication/320426260_The_Permian-Triassic_transition_in_Southern_Armenia

Լ.Սահակյան

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ

2018թ. հունվար-մայիս ամիսներին ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ-ում տեղի են ունեցել գիտական սեմինարներ հետևյալ թեմաներով՝

1. Հունվարի 26-ին «Հանքավայրերի երկրաբանական վտանգների նվազեցումը կենսատեխնոլոգիական և հեռազննման մեթոդներով»

Զեկուցող՝ ԵԳԻ Գեոդինամիկայի և երկրաբանական վտանգների լաբորատորիայի գիտ. աշխատող ***Տ. Լորսաթյան***

2. Մարտի 16-ին «Վիրահայոց-Ղարաբաղի զոնայի յուրայի հասակի մագմատիտների պետրոլոգիան»

Զեկուցող՝ ԵԳԻ Պետրոլոգիայի և իզոտոպային երկրաբանության լաբորատորիայի կրտսեր գիտ. աշխատող ***Լ. Աթայան***

3. Մարտի 22-ին «Գենետիկական երկխոսություն անցյալի հետ»

Զեկուցող՝ ՀՀ ԳԱԱ Մոլեկուլյար կենսաբանության ինստիտուտի առաջատար գիտ. աշխատող, պրոֆ. ***Լ. Եպիսկոպոսյան***

4. Մարտի 29-ին «ՀՀ-ում աղանքների ավտոմատացված մոնիտորինգի համակարգի ծրագրային ապահովումը»

Զեկուցող՝ ԵԳԻ Երկրատեղեկատվական լաբորատորիայի ճարտարագետ ***Ն. Տարսաթյան***

5. Ապրիլի 13-ին «Պալեոսթրատագրական և մորֆոլոգիական ուսումնասիրություններ Փամբակ-Սևան-Սյունիք ակտիվ խզվածքի Քարքար-Ծղուկ փուլ-ափարթում»
Զեկուցող՝ ԵԳԻ Գեոդինամիկայի և երկրաբանական վտանգների լաբորատորիայի կրտսեր գիտ.աշխատող **Մ.Մարտիրոսյան**

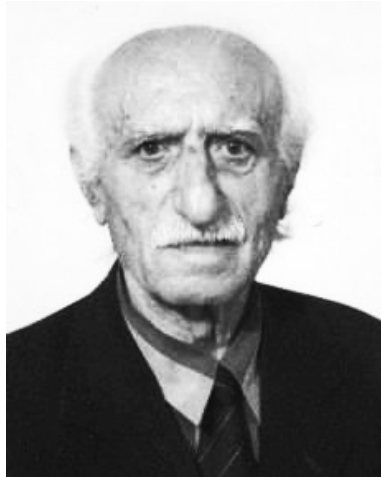
6. Մայիսի 17-ին «Զավախքի հրաբխային բարձրավանդակի և հարակից տարածքների սեյսմիկ ռեժիմը և լարվածային դաշտի առանձնահատկությունները»
Զեկուցող՝ ԵԳԻ Գեոարխեոլոգիայի և գեոմոնիտորինգի լաբորատորիայի սեյսմոլոգիական խմբի կրտսեր գիտ.աշխատող **Է.Մահակյան**

Ս.թ. դեկտեմբերի 3-ից մինչև դեկտեմբերի 7-ը ՀՀ ԳԱԱ-ում տեղի կունենա «Մալիտակի երկրաշարժ, 30 տարի անց. փորձ և հեռանկարներ» միջազգային գիտաժողովը՝ նվիրված 1988 թ. աղետալի երկրաշարժին:

Մանրամասները՝ <http://www.geology.am/am/conference>

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐ

ՇԱՎԱՐՇ ՀՈՎՀԱՆՆԵՍԻ ԱՄԻՐՅԱՆ (1926-2018)



2018թ. մայիսի 1-ին վախճանվեց ՀՀ ԳԱԱ երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի առաջատար գիտական աշխատող, երկրաբանա-հանքաբանական գիտությունների դոկտոր, ՀՍՍՀ վաստակավոր երկրաբան, Ռուսաստանի Բնական գիտությունների ակադեմիայի իսկական անդամ Շավարշ Հովհաննեսի Ամիրյանը:

Շ.Հ. Ամիրյանը ծնվել է 1926թ. ՀԽՍՀ Աշտարակի շրջանի Կարբի գյուղում: 1944թ. ավարտել է միջնակարգ դպրոցը և աշխատանքի նշանակվել Օհանավան գյուղի դպրոցում, որպես ուսուցիչ: Նույն տարում գորակոչվել է Սովետական բանակ և ծառայել մինչև 1950թ.: Բանակում բարեխիղճ ծառայության համար Շ.Հ. Ամիրյանը պարգևատրվել է մարտական և հոբելյանական մեդալներով:

1950թ. Շ.Ամիրյանն ընդունվել է Երևանի պետական համալսարանի երկրաբանական ֆակուլտետ, որը գերազանցությամբ ավարտել է 1956թ.՝ ստանալով ինժեներ-երկրաբան-հետախույզի որակավորում: Նույն թվականին նա աշխատանքի է անցել Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում՝ հաջորդաբար զբաղեցնելով տեխնիկ-երկրաբանի, կրտսեր, ավագ գիտաշխատողի, Թումանյանի գ/հ բազայի վարիչի (1976-2005), Օգտակար հանածոների լաբորատորիայի վարիչի (1986-2005թթ.), առաջատար գիտ.աշխատողի պաշտոնները:

1962թ. Մոսկվայում Շ.Հ. Ամիրյանը պաշտպանեց իր թեկնածուական ատենախոսությունը, որը նվիրված էր Սոթքի (Ջողի) ոսկու հանքավայրի միներալոգիային, երկրաքիմիային, ծագումնաբանությանը: Նա հայտնաբերեց և ուսումնասիրեց հանքավայրի համար մի շարք նոր, այդ թվում հազվագյուտ միներալներ: Ստացված տվյալները լայնորեն օգտագործվեցին Սոթքի հանքավայրի ուսումնասիրման և արդյունաբերական շահագործման աշխատանքների նախապատրաստման ընթացքում:

Հետագա տարիներին Շ.Հ. Ամիրյանը իրականացրեց Հայաստանի Հանրապետության տարածքի ոսկու հանքավայրերի և երևակումների երկրաբանական կառուցվածքի և նյութական կազմի մանրակրկիտ ուսումնասիրություններ, որոնց արդյունքները հիմք հանդիսացան

նրա դոկտորական ատենախոսության համար (1974թ.): Այդ աշխատությունում առաջին անգամ տրվեց ոսկու հանքավայրերի և երևակումների ֆորմացիոն դասակարգումը, պարզաբանվեց նրանց տեղը մետաղային հանքավայրերի գենետիկական շարքում, քննարկվեցին ոսկու հանքավայրերի հայտնաբերման հեռանկարները Հայաստանի տարածքում, որը բնութագրվեց որպես հեռանկարային ոսկեբեր մարզ:

Շ.Հ. Ամիրյանը հեղինակ և համահեղինակ է շուրջ 160 գիտական աշխատանքների, այդ թվում 5 մենագրությունների, մասնավորապես լայն ճանաչում ստացած «Հայկական ԽՍՀ ոսկու հանքային ֆորմացիաները» (1984թ.):

1976թ. «Հազվագյուտ և ազնիվ տարրերը ՀԽՍՀ հանքային ֆորմացիաներում» մենագրության համար գիտության բնագավառում Շ.Հ. Ամիրյանը համահեղինակների հետ արժանացավ Հայաստանի Պետական մրցանակի: Նրա հետազոտությունների արդյունքները բազմիցս օգտագործվել են արտադրական կազմակերպությունների կողմից՝ նպաստելով ոսկու միներալային բազայի ընդարձակմանը:

Գիտահետազոտական աշխատանքներին զուգընթաց նա զբաղվել է նաև մանկավարժական գործունեությամբ՝ 1976-1977թթ. ԵՊՀ երկրաբանական ֆակուլտետում դասավանդել է «Միներալոգիա» առարկան:

Շ.Հ. Ամիրյանը բազմիցս հանդես է եկել գեկուցումներով միջազգային, համամիութենական, հանրապետական խորհրդակցություններում: Նա ընտրվել է հանքավայրերի ծագումնաբանության Միջազգային ասոցիացիայի անդամ, Ռուսաստանի բնական գիտությունների ակադեմիայի իսկական անդամ:

Երկարամյա արդյունավետ աշխատանքի համար Շ.Հ. Ամիրյանը պարգևատրվել է ՀՀ ԳԱԱ պատվոգրերով (Գովեստագիր, Վաստակագիր): 1985թ. բազմավաստակ և բեղմնավոր գիտաարտադրական գործունեության համար նրան շնորհվեց «ՀԽՍՀ վաստակավոր երկրաբան» պատվավոր կոչումը: Կրթության և գիտության բնագավառներում ներդրած ավանդի համար Շ.Հ. Ամիրյանը 2015թ. պարգևատրվեց «Անանիա Շիրակացի» մեդալով:

Բազմավաստակ, ճանաչված գիտնականի, ազնիվ քաղաքացու և համեստ մարդու՝ Շավարշ Հովհաննեսի Ամիրյանի հիշատակը միշտ վառ կմնա նրան ճանաչողների հիշողություններում:

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

Заказ N 876

Подписано к печати 18.07. 2018 г. 4,5 печ. л.
Бумага офсетная N 1. Тираж 150 экз. Цена договорная.
Типография издательства “Гитутюн” НАН РА.
0019, Ереван, пр.Маршала Баграмяна 24.