

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



2014

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

Գլխավոր խմբագիր՝
Ռ.Տ. ՋՐԲԱՇՅԱՆ

Պատասխանատու քարտուղար՝
Ռ.Ս. ՄՈՎՍԵՅԱՆ

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

Главный редактор
Р.Т. ДЖРБАШЯН

Ответственный секретарь
Р.С. МОВСЕСЯН

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

Editor in Chief
R.T. JRBASHYAN

Senior Secretary
R.S. MOVSESYAN

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

Խմբագրության հասցեն՝ 0019, Երևան-19, Մարշալ Բաղրամյանի պող. 24ա
Адрес редакции: 0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а
Editorial address: 24a, Marshal Baghramyan ave., Yerevan, 0019, Republic of Armenia
E-mail: geoscience @ geology. am
□ Издательство “Гитутюн” НАН РА
Известия НАН РА, Науки о Земле, 2014

**ՀՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ**

ԹԻՎ 2-3	ՀԱՏՈՐ 67	2014
----------------	-----------------	-------------

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Աղամայան Վ.Ա., Լորսաբյան Տ.Կ., Իսրայելյան Ա.Գ. Ձուգահեռ դայկաների հայտնաբերումը Հայաստանի օֆիոլիտներում (Փոքր Կովկաս)	3
Մաթևոսյան Ա.Կ. Հարուցված բևեռացման մեթոդով հետազոտությունների արդյունքների աղավաղման մասին պարբերական մեկբևեռանի ուղղանկյան իմպուլսներով գրգռման դեպքում	13
Շահինյան Հ.Վ., Զաքարյան Շ.Ս., Գյուլնազարյան Շ.Ա. Մարմարիկ գետի ավազանի երկրաքիմիական բնութագիրն ըստ հիդրո-երկրաքիմիական և լիթոերկրաքիմիական աղեղների	21
Սաղովենկո Ի.Ա., Ինկին Ա.Վ. Ողողատարված հանքահորերի ջերմային ռեսուրսների օգտագործման հնարավորությունների գնահատումը	34
Թամրազյան Ա.Ա., Հակոբյան Լ.Վ. Պղնձի, ցինկի և կապարի որոշումը Արմանիսի ոսկի-բազմամետաղային հանքավայրի հանքանյութում ռենտգենառադիոչափական մեթոդով	46
Ավագյան Թ.Ա., Ստեփանյան Ժ.Հ. Որոտան-Գորիս դիատոմիտաբեր ավազանի դիատոմամոխրային առաջացումների լիթոշերտագրական առանձնահատկությունները	53
Վարդանյան Ս.Ս. Արփիի անտիկլինալի (Վայոց Ձոր) հարավ-արևելյան թևի հետ - միջին էոցենի դեֆորմացիաները	62
Սաթյան Մ.Ա. Հիշողություններ ակադեմիկոս Սերգեյ Սեդրակի Մկրտչյանի մասին	72
ՀԻՇԱՐԺԱՆ ՏԱՐԵԹՎԵՐ	
Վարապետյան Բորիս Վարապետի (ծննդյան 90-ամյակին)	76
Գրիգորյան Սերգեյ Վաղարշակի (ծննդյան 80-ամյակին)	79
Խալաթյան Էրիկ Սուրենի (ծննդյան 80-ամյակին)	81
ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐ	
Ալոյան Պետրոս Գևորգի (1937 - 2014)	83

СОДЕРЖАНИЕ

Агамалян В.А., Лорсаян Т.К., Исраелян А.Г. Обнаружение комплекса параллельных даек в офиолитах Армении (Малый Кавказ)	3
Матевосян А.К. Об искажении результатов исследований методом вызванной поляризации при использовании периодических однополярных прямоугольных импульсов тока	13
Шагинян Г.В., Закарян Ш.С., Гюльназарян Ш.А. Геохимическая характеристика бассейна реки Мармарик по гидрогеохимическим и литогеохимическим ореолам	21
Садовенко И.А., Инкин А.В. Оценка возможности использования теплового ресурса затопленных шахт	34
Тамразян А.А., Акопян Л.В. Определение содержания меди, цинка и	

свинца в рудах Арманинского золото-полиметаллического месторождения рентгенометрическим методом	46
Авакян Т.А., Степанян Ж.О. Литолого-стратиграфические особенности диатомово-пепловых образований Воротан-Горисского диатомитового бассейна и связанные с ними полезные ископаемые	53
Варданын С.С. Деформации пост среднего эоцена вдоль юго-восточного крыла Арпинской антиклинали (Вайоц Дзор)	62
Сатян М.А. Воспоминания об академике Сергее Седраковиче Мкртчяне	72

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

Карапетян Борис Карпович (к 90-летию)	76
Григорян Сергей Вагаршакович (к 80-летию)	79
Халатян Эрик Суренович (к 80-летию)	81

ПОТЕРИИ НАУКИ

Алоян Петрос Геворгович (1937 - 2014)	83
--	----

TABLE OF CONTENT

Aghamalyan V. A., Lorsabyan T. K., and Israelyan A. G. The discovery of the parallel-sheeted complex of dykes in the ophiolites of Armenia (The Lesser Caucasus)	3
Matevosyan A.K. Distortion of the results of studies performed by the induced polarization method using periodic impulses of direct current	13
Shahinyan H.V., Zakaryan Sh.S., Gyulnazaryan Sh.A. The geochemical characteristic of the Marmarik River basin according to the hydrogeochemical and lythogeochemical aureoles	21
Sadovenko I.A. and Inkin A.V. Assessment of the possibilities of using thermal resources of flooded mines	34
Tamrazyan A.A., Hakobyan L.V. Determination of copper, zinc, and lead in the ores of Armanis gold-polymetallic deposit by x-ray method	46
Avagjan T.A. and Stepanyan Zh.H. Litho-stratigraphic characteristics of the diatomaceous ash formations and the minerals connected to them in Vоротan-Goris diatomite-bearing basin	53
Vardanyan S.S. Post - middle eocene deformations along the southeastern flank of the Arpi anticline (Vayots dzor)	62
Satian M.A. Memoirs about Academician Sergey Sedrak Mkrtychyan (to the 40 th anniversary of the demise day)	72

MEMORABLE DATES

Karapetyan Boris Karapet (to the 90th anniversary)	76
Grigoryan Sergey Vagharshak (to the 80th anniversary)	79
Khalatyan Erik Souren (to the 80th anniversary)	81

LOSSES OF SCIENCE

Aloyan Petros Gevorg (1937 -2014)	83
--	----

ОБНАРУЖЕНИЕ КОМПЛЕКСА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ДАЕК В ОФИОЛИТАХ АРМЕНИИ (МАЛЫЙ КАВКАЗ)

© 2014 г. В.А.Агамалян, Т.К.Лорсабян, А.Г.Исраелян

Институт геологических наук НАН РА
0019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24а Республика Армения
E-mail: yagamali@yahoo.com
Поступила в редакцию 05.11.2013г.

Впервые в составе офиолитов Армении нами идентифицирован комплекс параллельных даек (sheeted complex), который по геолого-петрологическим особенностям идентичен комплексу параллельных даек, охарактеризованному Р.Г.Колманом (1979). Комплекс составляет самостоятельную пластину размером 3х0.6 км в офиолитовом меланже. Он сложен дайками состава от габбро до диорита, где контактовая закалка предыдущей дайки контактирует со средне-зернистой средней частью предыдущей дайки. Выделение комплекса параллельных даек пополняет разрез мезозойской океанической коры региона.

1. Геология.

Комплекс параллельных даек (КПД) был идентифицирован нами на левом борту ущелья р.Дзорагет к северу от Дзорагетского ультрамафитового массива в Северной Армении (рис. 1).

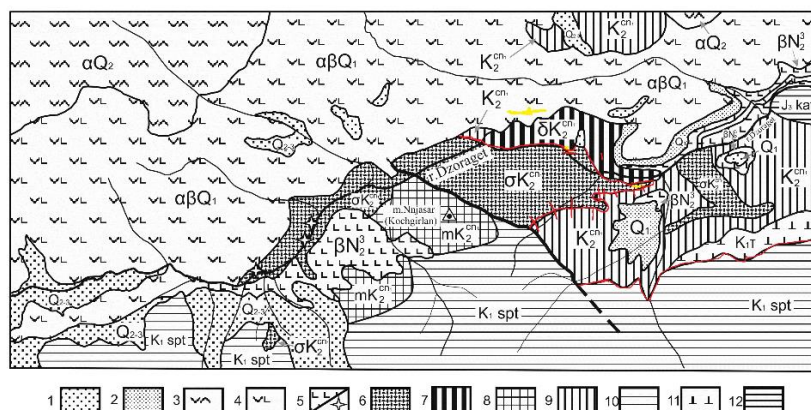


Рис. 1. Геологическая карта офиолитов верховьев р. Дзорагет. Составил В.А.Агамалян с использованием данных В.Т.Акопяна и Э.Х. Харазяна. Условные обозначения: 1-Современные аллювиальные и палеоаллювиальные отложения. 2- Раннечетвертичные озерно-речные запрудные отложения Палеодзорагета. 3- Четвертичные андезиты. 4 – Четвертичные двупироксеновые базальтовые андезиты. 5 –Верхнеплиоцен-четвертичные трахибазальты (долеритовые), оливин-двупироксеновые: а - лавы, б –долеритовые штоки каналов извержений. 6 –Дзорагетский массив: мантийные перидотиты, дуниты, пироксениты и расслоенные габбро расслоенного комплекса, мезократовые габбро габбрового слоя. 7 – Комплекс параллельных даек офиолитов. 8 – Метаморфический комплекс подложки (metamorphic sole) перидотитов. 9 – Верхний мел, архидзорская свита: темно серые и черные песчаники, алевролиты и аргиллиты известковистые. 10 –Нижний мел, спитакская свита: светлоокрашенные известняки – калькарениты турбидитовые с прослоями кремней и глаукофановых сланцев по базальтовым андезитам (Агамалян, 2007). 11– Нижний мел, свита дацитовых порфиров: риолиты и дациты. 12–верхняя юра, катнахпурская свита: известняки темно-окрашенные.

Предыдущие исследователи (Абовян, 1981, Паланджян, 1975) правильно относили эти породы к диабазам и диоритам, однако дайки не были установлены ввиду сильной замшелости поверхности пород. Комплекс параллельных даек составляет компактное тело (пластину) длиной в 3 км при видимой ширине до 600 м. Видимая мощность пластины равна глубине ущелья в 280 м. Породы комплекса составляют левый борт узкого ущелья р.Дзорагет (рис 2) и с севера перекрыты покровами современных лав.

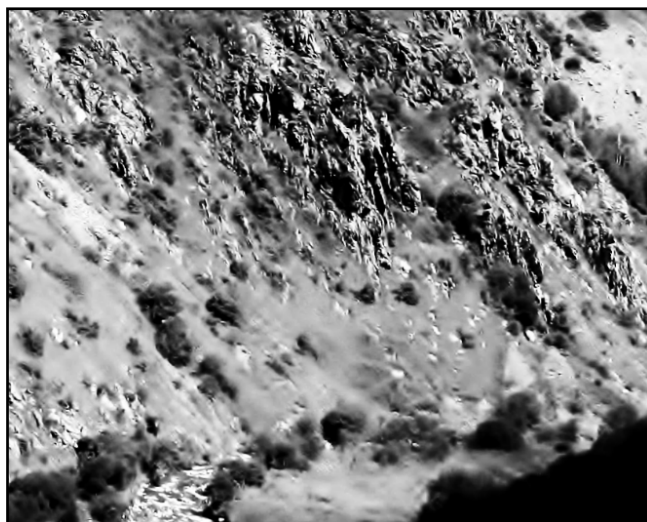


Рис. 2. Общий вид на обнажение комплекса параллельных даек на левом борту р.Дзорагет.

Породы в ущелье покрыты плотным слоем мха, совершенно закрывающего поверхность даек и их контакты, поэтому контакты между дайками неразличимы. Их приходится выявлять отбиванием. Изредка можно различить параллельные канавки на месте контактов, также покрытые мхом. Дайки имеют различную мощность от 30 см до 2 м и более (рис. 3)

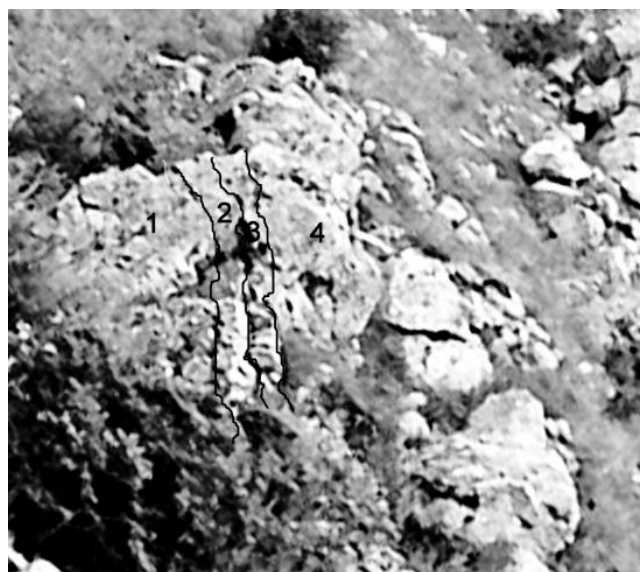


Рис. 3. Фрагмент обнажения комплекса параллельных даек. Контуры даек едва различимы и по контактам проведены линии на рисунке, дайки пронумерованы слева направо.

В одном случае при физическом выветривании была обнажена значительная площадь плоскости контакта между дайками (рис. 4).



Рис. 4. Обнаженная плоскость контакта даек в комплексе параллельных даек.

Эта плоскость совпадает с плоскостью, перпендикулярно которой происходил спрединг океанической коры посредством внедрения последующей дайки в центр предыдущей дайки. Если бы пластина параллельных даек была бы вынесена на континентальную кору при обдукции океанической коры без вращения, то элементы залегания указанной плоскости можно было бы считать за осевую плоскость спрединга.

Отбитые с трудом образцы с контактами смежных даек приведены на рисунке 5 (1, 2).

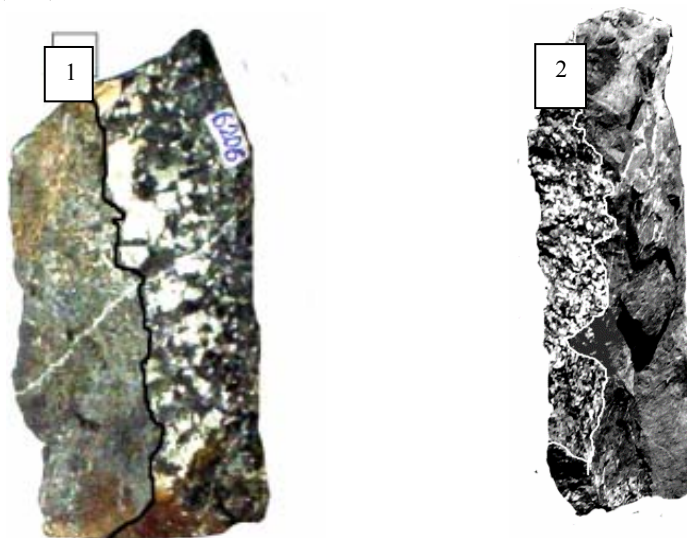


Рис. 5. Два образца контактов половинок сопряженных даек из комплекса параллельных даек Армении. Заметны неровные контакты, присущие трещинам отрыва при спрединге, особенно в образце 2. Размер в половину натуральной величины.

1 – Дайка внедренная последней, расположена слева и представлена мелкозернистой зоной закалки. Более крупнозернистая внутренняя зона пересекемой дайки расположена справа. Контакт оттенен черной линией. Заметен более поздний белый прожилок альбит-клиноцоизитового состава, рассекающий контакт в косом направлении. 2 – Контакт между двумя дайками, где зона закалки секущей дайки расположена справа, а среднезернистая зона рассекаемой дайки – слева. Контакт показан белой линией.

Помимо контактовой закалки побочные явления на непосредственном стыке двух даек отсутствуют. Дайки сварены настолько крепко, что при ударе по контакту не ломаются, а излом проходит в другом месте. Блок-пластина комплекса параллельных даек подстилается и перекрывается офиолитовым меланжем с обломками серпентинитов, габбро и яшмо-радиоляритов. Блок отделяется от ультрамафитов Дзорагетского массива поймой р.Дзорагет, но на восточной оконечности габбро-диориты комплекса переходят с левого на правый борт реки ниже кочевки (рис. 1).

2. Петрография

Комплекс параллельных даек представлен дайками состава базальт-андезит (габбро-диорит) сходной текстуры и структуры, различающимися величиной зерен, часто обусловленной расстоянием от контакта прорываемой дайки. Отчетливо выражены эндоконтактные зоны закалок секущих даек в виде поступательного уменьшения размеров зерен при приближении к контакту прорываемой дайки, которая бывает значительно более крупнозернистой, что является отличительной особенностью комплекса параллельных даек офиолитов. Это явление обусловлено механизмом формирования комплекса параллельных даек в зоне спрединга срединно-океанического хребта, где формируются такие комплексы. Формирование комплекса параллельных даек в недрах срединно-океанического хребта следует после формирования комплекса габбро, а комплекс (слой) параллельных даек в свою очередь перекрывается комплексом (слоем) шаровых лав. Параллельные дайки являются подводящими каналами излияний вышележащих шаровых лав. Комплекс состоит из половинок даек, сваренных друг с другом по длине интрузивными контактами. При этом контактовая закалка последующей дайки сварена с крупнозернистой внутренней зоной предыдущей дайки. Это происходит потому, что дайки внедряются по трещине, образованной в результате растяжения зоны спрединга океанической коры. Внедренная дайка заполняет полость трещины отрыва, раскрытой в результате спрединга. Внедренная дайка успевает остыть с боков при обилии морской воды и формировать экзоконтактную закалку. Внутренняя часть дайки успевает кристаллизироваться с более крупнозернистой текстурой и легко разрушается при последующих усилиях растяжения спрединга, и в эту новую трещину отрыва устремляется последующая порция магмы. По этому механизму получается картина контактирования мелкозернистой контактовой

закалки последующей дайки с крупнозернистой внутренней зоной предыдущей дайки. В результате образуется очень крепкая монолитная конструкция. Поэтому после обдукции и деформации призмы океанической коры при формировании офиолитов, комплекс параллельных даек слагает самостоятельные пластины и блоки в офиолитах. Текстура у даек массивная, без каверн и пустот, среднезернистая в центральных зонах даек и мелкозернистая в эндоконтактной зоне. Структура у всех даек офитовая или долеритовая (рис.6, 1-5).

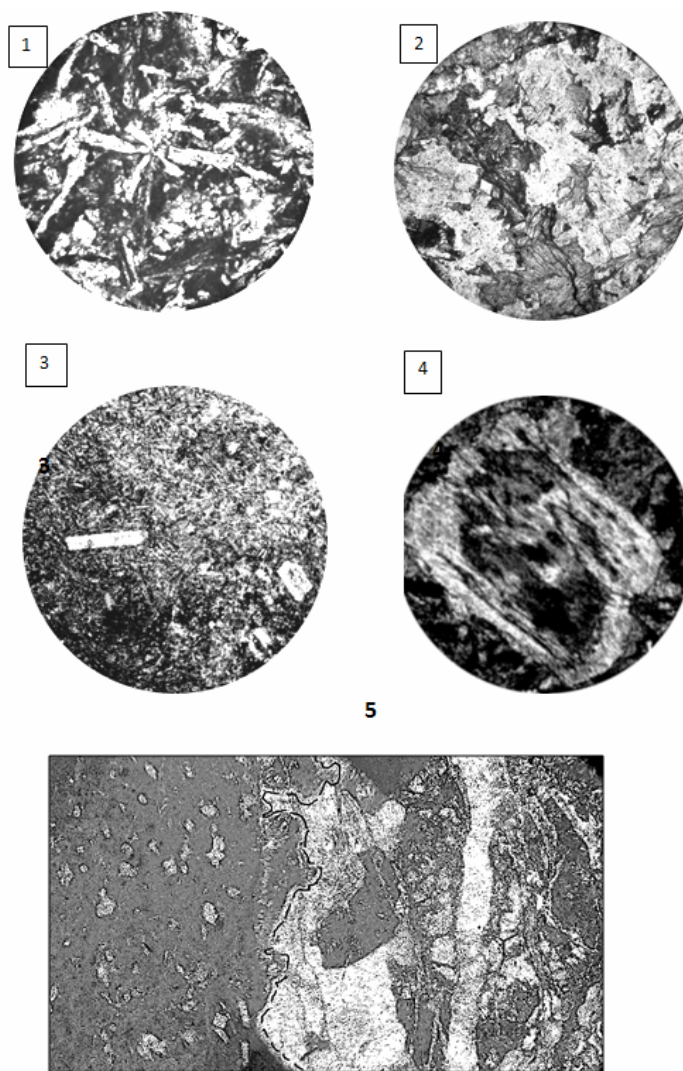


Рис. 6. Микрофото пород комплекса параллельных даек офиолитов Базумского хребта. 1-Среднезернистая разность долеритовой структуры. 2-Крупнозернистая разность из середины дайки габбровой структуры. 3-Шлиф эндоконтактной закалки с единичными вкрапленниками плагиоклаза в микроофитовой массе. 4 – Вкрапленник бывшего пироксена, замещенный актинолитом. 5 - Микропанорама контакта двух даек, где левая сечет правую: линия контакта обведена пунктиром со стороны рассекаемой дайки. Диаметры поля зрения рисунков 1- 4 равны 3 мм, а длина панорамы рис. 5 составляет 7 мм.

Минеральный состав даек также в основном одинаковый и представлен деанортизированным плагиоклазом и темноцветным минералом, измененным в амфибол и хлорит, и рудным минералом. Плагиоклаз образует удлиненные шестоватые кристаллы хаотического расположения, состав которых от 12 - 24% анортита. В некоторых разностях добавляется кварц, нередко в графических прорастаниях с полевым шпатом. Иногда наблюдаются метасоматические изменения в виде серицит-анкеритовой березитизации, где серицит развивается за счет плагиоклаза, а карбонат – за счет темноцветного минерала. Березиты содержат повышенное содержание рудных минералов.

На фоне микрофитовой или долеритовой структуры иногда встречаются порфиновые вкрапленники плагиоклаза (рис. 6-3) или амфиболизированного пироксена (рис. 6-4), нередко в гломеропорфировых сращениях. Крупнозернистые внутренние зоны даек представлены габбро с аллотриоморфозернистой структурой (рис. 6-2). Нами составлена микрофотопанорама (рис. 6-5) вкост контакта двух даек образца 6209. Видно, что секущая дайка, которая занимает левую сторону снимка, на непосредственном стыке имеет почти стекловатую массу с единичными микролитами плагиоклаза, но уже оформленные округлые зародыши темноцветных минералов. В прорываемой дайке, справа, проходит альбит-клиноцоизитовый прожилок параллельно контакту.

3. Петрохимия.

Химические анализы семи разновидностей пород из комплекса параллельных даек Базумского хребта Армении приведены в таблице 1, где видно что породы имеют составы базальт-андезит. Результаты петрохимических пересчетов анализов таблицы 1 приведены на петрохимических диаграммах рис. 7, 1-2, совместно с фигуративными точками 20 анализов пород комплексов параллельных даек, охарактеризованных Р.Г.Колманом (1979). На диаграммах рис. 7 фигуративные точки химанализов пород комплекса параллельных даек Базумского хребта из таблицы 1 обозначены точками, а фигуративные точки 20-и анализов Р.Г.Колмана показаны косыми крестиками. Беглый взгляд на диаграмму рис. 7 показывает, что точки пород комплекса параллельных даек Базумского хребта находятся в ареале химических составов пород комплекса параллельных даек Р.Колмана, т.е они по петрохимическим особенностям соответствуют друг другу.

Таблица 1

Химические анализы комплекса параллельных даек офиолитов
Дзорагетского массива Армении

NN п/п	1	2	3	4	5	6	7
NN проб	6063	6071	6126	6066	6069	6030	6060
SiO ₂	50.63	52.02	52.50	55.20	55.20	57.59	58.10
TiO ₂	0.31	0.20	0.47	0.44	0.32	0.99	0.51
Al ₂ O ₃	18.49	17.25	17.86	16.56	19.04	15.02	16.20
Fe ₂ O ₃	0.97	1.79	3.42	2.76	3.48	4.81	2.10
FeO	3.64	3.08	5.04	6.72	5.32	8.02	8.40
MnO	0.05	0.14	0.13	0.20	0.20	0.20	0.05
MgO	7.24	7.93	5.53	6.02	3.35	3.50	4.38
CaO	14.36	14.07	7.77	5.44	7.20	4.55	4.28
Na ₂ O	3.00	2.00	4.70	4.00	2.60	3.00	4.00
K ₂ O	0.20	0.10	0.13	0.40	0.70	0.15	0.25
P ₂ O ₅	0.02	0.07	0.05	0.02	0.05	0.08	0.06
H ₂ O	0.01	0.13	0.23	0.17	0.11	0.26	-
CO ₂	1.05	1.93	0.35	2.64	1.40	1.58	0.52
LOI	0.59	0.56	2.32	-	1.57	0.77	1.66
Total	100.56	101.27	100.50	100.57	100.54	100.52	100.51

На диаграмме TAS (Le Bass et al, 1979) наши составы колеблются от габбро (базальта) до диорита (андезита) (рис. 7-1). На диаграмме AFM (Irvin et Baragar, 1971), рис.7-2, часть наших проб, кроме толеитового поля, располагаются также в известково-щелочном поле, аналогично образцам Р.Г.Колмана. Это явление Р.Г.Колман склонен объяснять происхождением из разных магматических источников, толеитов из базальтового очага, а известково-щелочных составов из гранитоидного очага (Колман, 1979, стр. 80)

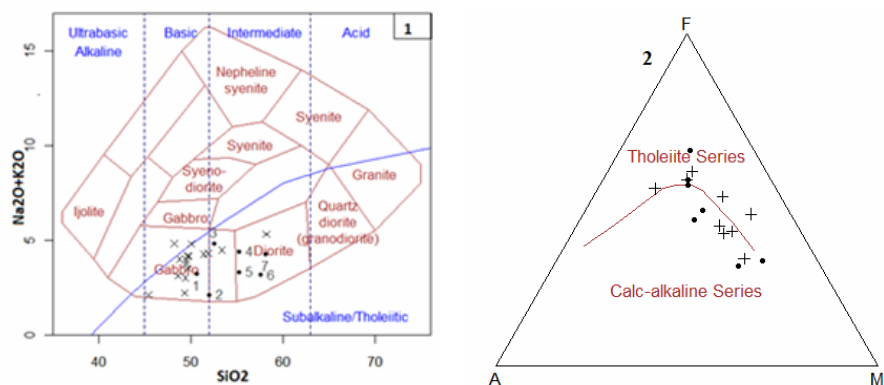


Рис 7. Диаграммы сопоставления химизма комплекса параллельных даек Армении (точки) и комплекса параллельных даек приведенных Р.Колманом (крестики).

Выводы

По результатам полевого картирования, петрографических и петрохимических исследований был идентифицирован комплекс параллельных даек среди офиолитов Армении. Этот результат был подтвержден в ходе сопоставлений с геолого-петрологическими свойствами комплекса параллельных даек (sheeted dyke complex) офиолитов, представленным Р.Г. Колманом (1979). Выявление комплекса параллельных даек в офиолитах Армении является веским аргументом против необоснованного отнесения офиолитов Армении к типу лерцолитовых офиолитов LOT (Lherzolite Ophiolite) медленного спрединга, где этот комплекс не характерен (Galyan et al, 2007, 2009, Rolland, 2010). В указанных публикациях одним из аргументов в пользу отнесения офиолитов Армении к типу LOT медленного спрединга приводится утверждение о якобы отсутствии комплекса параллельных даек и редкости даек в офиолитах Армении. Ошибочность отнесения офиолитов Армении к указанному типу медленного спрединга была показана нами ранее на основании статистического выявления гарцбургитового состава океанической мантии региона в мезозое, что свидетельствует о принадлежности офиолитов Армении к гарцбургитовому типу *HOT* (Harzburgite ophiolite) быстрого спрединга (Агамалян и др., 2010). Вывод о гарцбургитовом составе перидотитов Армении был сделан ранее С.А. Паланджяном (1967, 1971) и Т.Ш. Татевосяном (1950).

Таким образом с установлением недостающего комплекса параллельных даек в офиолитах Армении можно утверждать, что в разрезе мезозойской океанической коры региона присутствует слой параллельных даек, который располагается между слоями габбро и шаровых лав у офиолитов быстрого спрединга гарцбургитового типа *HOT*, и отсутствует у офиолитов медленного спрединга типа *LOT*. Выделение комплекса параллельных даек дополняет разрез мезозойской океанической коры региона.

ЛИТЕРАТУРА

- Абовян С.Б.** Мафит-ультрамафитовые интрузивные комплексы офиолитовых поясов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1981, 257 с.
- Агамалян В.А.** Обнаружение основных вулканогенных пород в составе нижнемеловой спитакской свиты в районе Карахачского перевала в Северной Армении. Изв. НАН РА. Науки о Земле. 2007. LX, N 3, с. 20-27.
- Агамалян В.А., Лорсабян Т.К.** Нормативная количественно-минералогическая классификация ультрамафитов мезозойских офиолитов Армении. Ученые записки Ереванского гос. университета, Геология и география, N1, 2010, с. 11-18.
- Акопян В.Т.** К стратиграфии меловых отложений Базумского хребта (северная Армения). Изв. АН АрмССР. Геол. и географ. науки. 1962, XV, N 1, с. 23-45.
- Колман Р.Г.** Офиолиты. М.: Изд. "Мир", 1979, 261 с.
- Паланджян С.А.** Некоторые данные о петрохимических особенностях ультраосновных пород Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, XIX, N1-2, 1966, с. 79-89.
- Паланджян С.А.** Петрология гипербазитов и габброидов Севанского хребта. Изд. АН Арм ССР, Ереван, 1971, 201 с.

- Паланджян С.А.** О геологической позиции офиолитов Базумского горста. Изв.АН Арм. ССР, XXVIII, N 5, 1975, 14-27.
- Татевосян Т. III.** К петрографии основных и ультраосновных пород Амасийского района. Изв. АН АрмССР, т.III, N 2, 1950, с. 12-21.
- Galoyan G., Rolland Y., Sosson M., Corsini M. & Melkonyan R.** 2007. Evidence for superposed MORB, oceanic plateau and volcanic arc series in the Lesser Caucasus (Stepanavan, Armenia). *Comptes Rendus Geoscience*, 339, p. 482–492.
- Galoyan G., Rolland Y., Sosson M., Corsini M., Billo S., Verati C. & Melkonyan R.** 2009. Geochemistry and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of Sevan Ophiolites (Lesser Caucasus, Armenia): evidences for Jurassic Back-arc opening and hot spot event between the South Armenian Block and Eurasia. *Journal of Asian Earth Science*, 34, p. 135–153.
- Irvine T. N. & Baragar W. R. A.** (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, p. 523–548.
- Le Bas M. J., Le Maitre R. W., Streckeisen A. & Zanettin B.** (1986). A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali–silica diagram. *Journal of Petrology* 27, p.745–750
- Y. Rolland, G. Galoyan, M. Sosson, R. Melkonyan and A. Avagyan** The Armenian Ophiolite: insights for Jurassic back-arc formation obduction over the South Armenian Block, Lower Cretaceous hot spot magmatism and Upper Cretaceous obduction over the South Armenian Block Geological Society, London, Special Publications 2010, v. 340; p. 353-382,

Рецензент Паланджян С.

ԶՈՒԳԱՀԵՌ ԴԱՅԿԱՆԵՐԻ ՀԱՄԱԼԻՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՈՒՄԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՕՖԻՈԼԻՏՆԵՐՈՒՄ (ՓՈՔՐ ԿՈՎԿԱՍ)

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

Ամփոփում

Առաջին անգամ Հայաստանի օֆիոլիտների կազմում մեր կողմից բացահայտվել է զուգահեռ դայկաների համալիրը (sheeted complex), որն, ըստ իր երկրաբանա-քարաբանական հատկությունների, հանդիսանում է օֆիոլիտային ասոցիացիայի մաս կազմող Ռ.Գ.Կոլմանի (1979) կողմից բնութագրված զուգահեռ դայկաների համալիրի նմանակը: Հյուսիսային Հայաստանի Բազումի լեռնաշղթայի օֆիոլիտների կազմում զուգահեռ դայկաների համալիրը ներկայացված է $3.0 \times 0,6$ կմ չափերով ինքնուրույն մի սալիկով, որը կազմված է գաբրոյից մինչև դիորիտ կազմի դայկաների զուգահեռ սերտաճումից: Այստեղ ամեն մի հաջորդ դայկայի մանրահատիկ կոնտակտային կոփվածքը (контактовая закалка) սերտաճած է հարևան նախորդ դայկայի ավելի խոշորահատիկ միջնամասի հետ: Այս անսովոր պատկերը ստացվում է երբ օվկիանոսային կեղևի սպրեդինգի ընթացքում ներդրված դայկան իր միջուկից պատռվում է և նրա մեջ է ներարկվում հաջորդ դայկայի մագման: Այս դայկաները համարվում են իրենցից վերը տեղադրված էֆուզիվ գնդաձև լավաների սնման կանալները: Այսպիսով՝ զուգահեռ դայկաների համալիրի հայտնաբերումը հերքում է Հայաստանի օֆիոլիտները լեքսոլիտային LOT տիպին դասելը (Galoyan et al, 2007, 2009, Rolland et al, 2010) և հաստատում է մեր կողմից Հայաստանի

օֆիոլիտները հարցնորգիտային *HOT* տիպին դասելը (Агамалян и др., 2010): 12

**THE DISCOVERY OF THE PARALLEL-SHEETED COMPLEX OF
DYKES IN THE OPHIOLITES OF ARMENIA
(THE LESSER CAUCASUS)**

V. A. Aghamalyan, T. K. Lorsabyan and A. G. Israelyan

Abstract

It is for the first time that a sheeted complex of parallel dykes is discovered by us in the ophiolites of Armenia. By its geological and petrological features, it is analogous to the parallel-sheeted dyke complex making a part of the ophiolitic association and described by R. G. Kolman (1979). The complex of parallel-sheeted dykes makes a 3.0 x 0.6 km-large separate plate within the structure of the Bazum Range ophiolites of Northern Armenia. It includes merged parallel dykes ranging in composition from gabbro to diorites, so that the fine-grained contact chill of each dyke is coalesced with the medium-grained middle part of the previous one. This unusual pattern forms when a dyke inserted during the ocean floor spreading is split by axial breaking and the magma of the next dyke is injected into this cavity. These dykes are believed to form the feeding channels for the effusive spherical lavas bedded above. Thus, the discovery of the parallel-sheeted dyke complex contradicts relation of the Armenian ophiolites to the Iherzolite *LOT* type (Galoyan et al, 2007, 2009, Rolland et al, 201) and confirms that the ophiolites of Armenia are related to the harzburgite ophiolite *HOT* type (Aghamalyan et al., 2010).

ОБ ИСКАЖЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТОДОМ ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ОДНОПОЛЯРНЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ ТОКА

© 2014 г. А.К. Матевосян

Институт геологических наук НАН РА
0019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения,
E-mail: arshak.matevosyan@yandex.ru
Поступила в редакцию 20.03.2014 г.

С учетом критерия электрохимической заряженности геоэлектрической среды на конкретных примерах поляризующихся сред проведены теоретические исследования проявления вторичного электрического поля при возбуждении периодическими однополярными прямоугольными импульсами тока. Показано, что истолкование такого экспериментального материала по общепринятой методике обработки и интерпретации амплитудно-временных характеристик вызванной поляризации приводит к существенным ошибкам.

В статье (Матевосян, 2014) представлены новые закономерности зарядки и разрядки геоэлектрической среды по особенностям проявления вторичного электрического поля после внешнего воздействия одиночным прямоугольным импульсом тока. На основании анализа интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации (Матевосян, 2001; Матевосян, 2013) предложен критерий электрохимической заряженности среды (Матевосян, 2014). В результате проведенных исследований выявлена систематическая (методическая) ошибка, возникающая из-за отсутствия учета исходного электрохимического (поляризационного) состояния геоэлектрической среды перед очередным измерением. Это обстоятельство требует корректировки действующих электроразведочных методических руководств и инструкций.

Целью настоящей статьи является оценка искажающего влияния первоначальной (*исходной, остаточной*) электрохимической заряженности среды при исследованиях методом **вызванной поляризации (ВП)** с временным режимом измерений **ОПИ-2 – периодическими однополярными прямоугольными импульсами тока со скважностью 2** (Комаров, 1980; Инструкция..., 1984; Электроразведка, 1989).

В результате математического моделирования и численных расчетов на конкретных примерах геоэлектрических сред проанализированы основные закономерности проявления вторичного электрического поля в импульсе и паузе (*особенности зарядки и разрядки*) при возбуждении поляризующейся среды режимом ОПИ-2 с точки зрения выявления и оценки влияния данного фактора на результаты измерений. Численные расчеты выполнены при различных значениях отношения T_0/t_n (где T_0 – абсцисса максимума первой производной **переходной характеристики (ПХ) ВП** по

десятичному логарифму времени – постоянная времени, характеризующая поляризационные особенности геоэлектрической среды; t_n – продолжительность прямоугольного импульса однополярного периодического тока). Ниже представлены полученные зависимости только при $T_0=t_n$ (рис. 1-5) и аппроксимации ПХ логарифмической функцией.

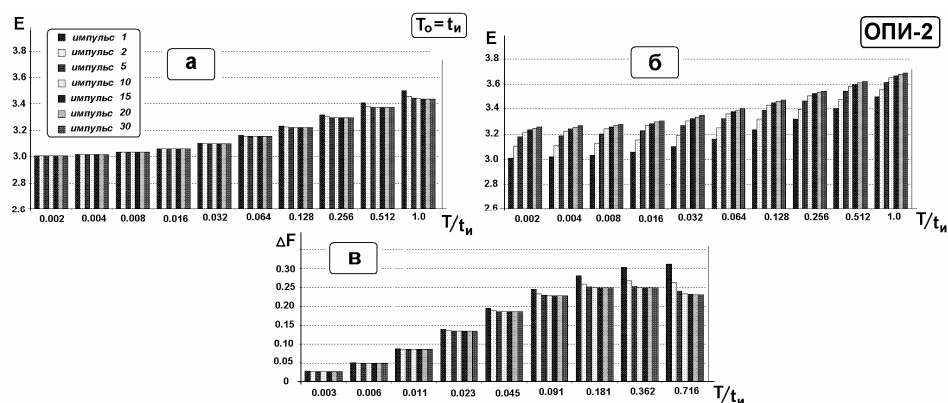


Рис. 1. Зависимости напряженности суммарного электрического поля с компенсацией первоначального поля до пропускания соответствующего прямоугольного импульса (а), без компенсации (б) и первой производной ПХ, определенной при пропускании тока временным режимом измерений ОПИ-2 (в).

На рис.1 приведены временные зависимости напряженности суммарного поля E при зарядке с компенсацией первоначального электрического поля перед пропусканием соответствующего прямоугольного импульса (а), тоже без компенсации (б) и первой производной переходной характеристики ВП по десятичному логарифму времени ΔF при пропускании тока (в) в режиме ОПИ-2. В случае (а) наблюдается уменьшение величин суммарной напряженности от истинных значений, а при (б) – наоборот – увеличение. Очевидно, что обоим случаям (а и б) соответствует одна и та же переходная характеристика, однако и она отличается от исходной расчетной зависимости (в). Истинные зависимости получаются только при возбуждении поля первым импульсом. При последующих импульсах (в частности 2, 5, 10, 15, 20 и 30 представленных на этих рисунках) происходит постепенное отклонение значений определяемых параметров от истинных величин за счет неполной разрядки среды в процессе (к моменту) регистрации следующего импульса.

На рис.2 изображены временные зависимости – диаграммы спада вызванной поляризации F^* (а) и первой производной переходной характеристики ВП по десятичному логарифму времени ΔF , определенной по данным спада (б) при измерениях с компенсацией до пропускания очередного прямоугольного импульса электрического тока. Здесь (рис.2а) также наблюдается аналогичная картина: истинные зависимости на спаде

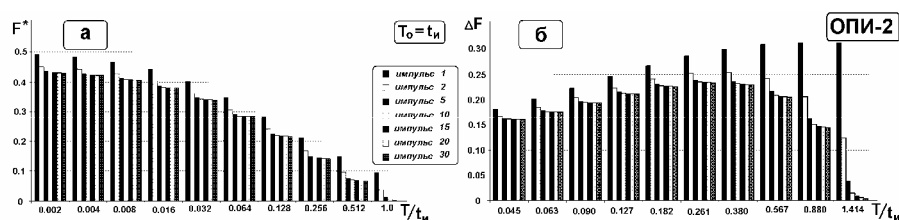


Рис. 2. Диаграммы спада ВП (а) и первой производной ПХ, определенной по данным спада (б) при изменениях с компенсацией первоначального электрического поля до пропускания соответствующего прямоугольного импульса тока временным режимом измерений ОПИ-2.

получаются только после первого импульса тока. При последующих (2, 5, 10, 15, 20, 30) импульсах происходит постепенное уменьшение значений приведенных параметров от их истинных величин по той же причине: за счет неполной разрядки среды в процессе (*к моменту*) регистрации очередного импульса. Значительные качественные изменения претерпевают кривые первой производной (*приращения*) переходной характеристики ВП (*построенные с учетом коэффициента времени P при одиночном прямоугольном импульсе тока* (Комаров, 1980; Электроразведка, 1989) (рис.2б), что проявляется как отклонением временного параметра $T_{\text{отax}}$ (*наблюдаемой величины абсцисса максимума первой производной ПХ ВП по десятичному логарифму времени*) от исходной T_0 (*принятой при математических расчетах*), так и резким уменьшением значений ΔF на поздних временах переходного процесса.

Таблица 1

Величины отношения первых производных ПХ n -го к первому импульсу ($\Delta F_n/\Delta F_1$), определенных по данным спада при изменениях с компенсацией первоначального электрического поля до пропускания соответствующего прямоугольного импульса в режиме ОПИ-2 для трех случаев T_0/t_n равном 1/16, 1 и 16.

Порядковый номер импульса	T_0/t_n	Момент времени на ПХ, T/t_n									
		0,045	0,063	0,090	0,127	0,182	0,261	0,380	0,567	0,880	1,414
1	1/16	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2		0,957	0,953	0,947	0,939	0,925	0,904	0,868	0,796	0,639	0,261
5		0,946	0,942	0,934	0,924	0,907	0,881	0,834	0,744	0,542	0,047
10		0,945	0,940	0,933	0,922	0,905	0,877	0,830	0,737	0,528	0,014
15		0,945	0,940	0,932	0,921	0,904	0,877	0,829	0,735	0,525	0,008
20		0,944	0,940	0,932	0,921	0,904	0,877	0,829	0,735	0,524	0,005
30		0,944	0,940	0,932	0,921	0,904	0,876	0,828	0,734	0,523	0,004

1	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2		0,919	0,917	0,914	0,909	0,899	0,881	0,849	0,787	0,661	0,398
5		0,888	0,886	0,882	0,874	0,861	0,836	0,790	0,701	0,518	0,126
10		0,880	0,878	0,874	0,866	0,851	0,824	0,775	0,679	0,480	0,051
15		0,878	0,876	0,871	0,863	0,848	0,821	0,770	0,673	0,470	0,029
20		0,877	0,875	0,870	0,862	0,847	0,819	0,768	0,670	0,465	0,019
30		0,876	0,874	0,869	0,861	0,846	0,818	0,767	0,668	0,461	0,011
1	16	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2		0,841	0,840	0,839	0,836	0,832	0,822	0,802	0,761	0,674	0,492
5		0,759	0,758	0,757	0,753	0,745	0,730	0,699	0,634	0,494	0,195
10		0,735	0,734	0,732	0,727	0,719	0,702	0,668	0,595	0,437	0,096
15		0,727	0,726	0,723	0,719	0,711	0,693	0,657	0,582	0,418	0,064
20		0,723	0,722	0,719	0,715	0,706	0,689	0,652	0,576	0,409	0,047
30		0,719	0,718	0,716	0,711	0,702	0,684	0,647	0,569	0,400	0,031

В табл.1 представлены значения отношения первых производных ПХ n -го импульса к первому импульсу $\Delta F_n/\Delta F_1$, определенных по данным спада при изменениях с компенсацией до пропуска соответствующего прямоугольного импульса в режиме ОПИ-2 для трех случаев T_0/t_n равном 1/16, 1 и 16. Следует обратить внимание, что при $T_0=1/16$, 1 и $16t_n$ по результатам измерений в момент времени в паузе $T=0.512t_n$ (*т.е. почти в середине паузы*), который соответствует моменту времени на ПХ ВП $T=0.88t_n$, после 10-ого импульса отношение $\Delta F_n/\Delta F_1$ равно **0.528**, **0.480** и **0.437**, соответственно, что вдвое меньше истинной величины. По результатам измерений в конце паузы ($T=1t_n$, что соответствует $T=1.414t_n$ на ПХ ВП) отношение $\Delta F_n/\Delta F_1$ соответственно уменьшается до **0.014**, **0.051** и **0.096**, что составляет несколько процентов истинного значения. Очевидна неэффективность исследований при такой погрешности определения производной ПХ ВП по результатам измерений во второй половине паузы в режиме ОПИ-2. Вышеотмеченное несоответствие наглядно проявляется на представленной диаграмме отношения первых производных переходной характеристики n -го к первому импульсу (рис.3).

На рис.4 приведены диаграммы спада вызванной поляризации (а) и кривые первой производной переходной характеристики, определенной по данным спада (б) при измерениях временным режимом ОПИ-2 (без компенсации электрического поля до пропуска соответствующего прямоугольного импульса) для трех значений отношения T_0/t_n . Здесь (рис.4а) вновь наблюдается аналогичная (рис.1 и рис.2) картина: истинные зависимости на спаде (а) получаются только после первого импульса тока. Однако в этом случае, при последующих импульсах (2, 5, 10, 15, 20, 30) происходит существенное увеличение нормированных значений вторичного электрического поля на спаде F^* от их истинных величин (*в отличие от*

случая с компенсацией поля – рис.2, когда наблюдается уменьшение определяемых параметров вторичного поля). Качественные изменения претерпевают и кривые первой производной переходной характеристики ВП (построенные по данным спада с учетом коэффициента времени P при ОПИ-2), что проявляется как отклонением временного параметра $T_{отax}$ от истинной величины T_0 , так и изменением значений ΔF (рис.4б).

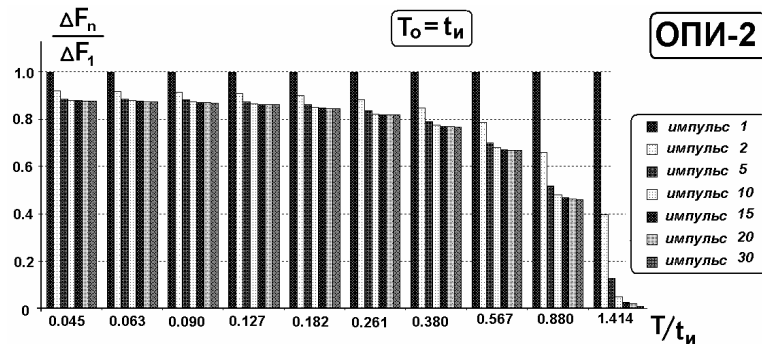


Рис. 3. Диаграмма отношения первых производных ПХ n -го к первому импульсу $\Delta F_n/\Delta F_1$, определенных по данным спада при изменениях с компенсацией первоначального электрического поля до пропускания соответствующего прямоугольного импульса временным режимом измерений ОПИ-2.

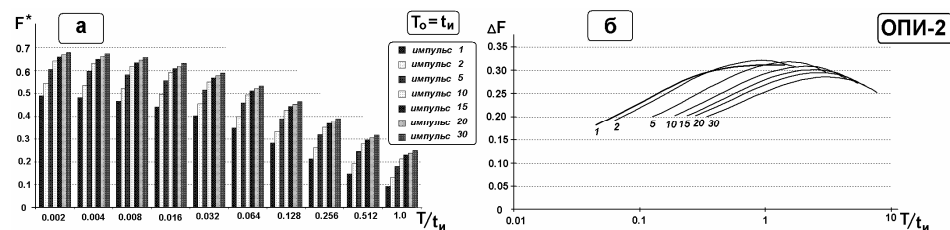


Рис. 4. Диаграмма спада ВП (а) и кривые первой производной ПХ, определенной по данным спада (б) без компенсации первоначального поля до пропускания соответствующего прямоугольного импульса при изменении временным режимом ОПИ-2.

Отмеченное несоответствие наглядно проявляется на диаграммах изменения отношения $Q_c(T)/Q_c$ – нормированного интегрального параметра ВП (Матевосян, 2001; Матевосян, 2014), характеризующего степень разрядки геоэлектрической среды в момент времени на спаде T равный 1, 10 и $40t_n$ (рис.5), дифференцировано (после каждого импульса) и обобщено (интегральном образом – за достаточно большой промежуток времени) характеризующего процесс спада вторичного поля. Здесь также истинные величины (зависимости) получаются только при первом импульсе тока. В остальных случаях (при последующих импульсах – от 2 до 30-ого) наблюдается монотонное существенное (в ряде случаев многократное) уменьшение значений $Q_c(T)/Q_c$.

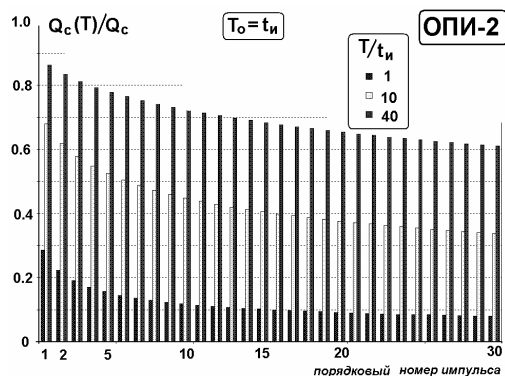


Рис. 5. Диаграмма динамики разрядки геоэлектрической среды в три момента времени ($T=1; 10; 40t_n$) на спаде после каждого из первых тридцати импульсов при измерении временным режимом ОПИ-2.

Таблица 2

Значения критерия электрохимической заряженности геоэлектрической среды $C_Q(T)$ в три момента времени на спаде ($T=1, 10$ и $40t_n$) после каждого из первых тридцати импульсов без компенсации первоначального электрического поля до пропускания соответствующего прямоугольного импульса в режиме ОПИ-2 для трех случаев T_0/t_n равном $1/16, 1$ и 16 .

Порядковый номер импульса	Критерий электрохимической заряженности, %								
	$T_0/t_n=1/16$			$T_0/t_n=1$			$T_0/t_n=16$		
	$T/t_n=1$	$T/t_n=10$	$T/t_n=40$	$T/t_n=1$	$T/t_n=10$	$T/t_n=40$	$T/t_n=1$	$T/t_n=10$	$T/t_n=40$
1	45,5	9,2	2,6	71,5	32,1	13,6	88,5	61,4	41,7
2	52,9	12,9	3,9	77,8	38,2	16,6	91,2	66,1	45,4
3	56,9	15,8	4,9	81,0	42,2	18,8	92,6	69,1	48,1
4	59,6	18,1	5,9	83,0	45,2	20,7	93,5	71,4	50,1
5	61,5	20,0	6,7	84,5	47,6	22,2	94,2	73,2	51,8
6	63,0	21,7	7,5	85,5	49,6	23,5	94,6	74,6	53,3
7	64,2	23,1	8,3	86,4	51,3	24,8	95,0	75,8	54,6
8	65,3	24,4	8,9	87,1	52,7	25,9	95,4	76,8	55,7
9	66,1	25,5	9,6	87,7	54,0	26,9	95,6	77,7	56,7
10	66,9	26,6	10,2	88,2	55,1	27,8	95,9	78,5	57,7
11	67,5	27,5	10,8	88,6	56,2	28,7	96,0	79,2	58,5
12	68,1	28,4	11,3	89,0	57,1	29,5	96,2	79,9	59,3
13	68,6	29,2	11,8	89,3	58,0	30,3	96,4	80,4	60,0
14	69,1	29,9	12,3	89,6	58,7	31,0	96,5	81,0	60,7
15	69,5	30,6	12,8	89,9	59,5	31,7	96,6	81,5	61,3
16	69,9	31,2	13,2	90,1	60,1	32,3	96,7	81,9	61,9

17	70,2	31,8	13,7	90,3	60,7	32,9	96,8	82,3	62,5
18	70,6	32,4	14,1	90,5	61,3	33,5	96,9	82,7	63,0
19	70,9	32,9	14,5	90,7	61,9	34,1	97,0	83,0	63,5
20	71,2	33,4	14,9	90,9	62,4	34,6	97,1	83,4	64,0
21	71,4	33,9	15,3	91,0	62,9	35,1	97,2	83,7	64,4
22	71,7	34,4	15,6	91,2	63,3	35,6	97,2	84,0	64,9
23	71,9	34,8	16,0	91,3	63,7	36,1	97,3	84,3	65,3
24	72,1	35,2	16,3	91,5	64,2	36,6	97,4	84,5	65,7
25	72,4	35,6	16,6	91,6	64,5	37,0	97,4	84,8	66,1
26	72,6	36,0	16,9	91,7	64,9	37,4	97,5	85,0	66,4
27	72,8	36,4	17,2	91,8	65,3	37,8	97,5	85,2	66,8
28	72,9	36,7	17,5	91,9	65,6	38,2	97,6	85,4	67,1
29	73,1	37,0	17,8	92,0	65,9	38,6	97,6	85,6	67,4
30	73,3	37,4	18,1	92,1	66,2	39,0	97,6	85,8	67,7

В табл.2 представлены значения предложенного в статье (Матевосян, 2014) критерия электрохимической заряженности геоэлектрической среды $C_Q(T)$ в три момента времени на спаде T равные 1, 10 и 40 $t_{и}$ после каждого из первых тридцати импульсов в режиме ОПИ-2 при различных величинах $T_0/t_{и}$. С увеличением $T_0/t_{и}$ и порядкового номера импульса наблюдается соответственное монотонное увеличение значений $C_Q(T)$. Обратим внимание также, например, что при $T_0=16t_{и}$ за промежуток времени спада T равном $t_{и}$ после первого импульса среда разряжается всего на 12% (точнее, заряжена на **88.5%**), а после 30-ого – менее, чем на 3% (т.е. заряжена на **97.6%**). В этом же случае за промежуток времени спада T равном $40t_{и}$ (за такой большой промежуток времени, согласно действующим инструкциям и методическим руководствам по проведению работ методом ВП, считается, что среда практически полностью разрядилась (Инструкция..., 1984; Электроразведка, 1989)) после первого импульса среда заряжена на **41.7%**, а после 30-ого – на **67.7%**. Очевидно, что при такой степени заряженности геоэлектрической среды считать, что она пришла в первоначальное состояние (до внешнего электрического воздействия) нет оснований.

Таким образом, результаты проведенных теоретических исследований позволяют констатировать, что в настоящее время интерпретация фактического экспериментального материала по общепринятой методике обработки временных зависимостей ВП с использованием однополярных периодических импульсов в ряде случаев приводит к существенным ошибкам (особенно на поздних временах переходного процесса вторичного электрического поля), и в итоге к неверным заключениям.

ЛИТЕРАТУРА

- Инструкция по электроразведке.** Л.: Недра, 1984, 352 с.
- Комаров В.А.** Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980, 391 с.
- Матевосян А.К.** Интегральные амплитудно-временные параметры вызванной поляризации. Доклады НАН Армении, 2001, 101, №1, с. 76-83.
- Матевосян А.К.** Проявление интегральных амплитудно-временных параметров вызванной поляризации при периодическом возбуждении геоэлектрической среды однополярными прямоугольными импульсами тока. Изв. НАН Армении, Науки о Земле, 2013, 66, №2-3, с.40-46.
- Матевосян А.К.** Критерий электрохимической заряженности геоэлектрической среды. Доклады НАН Армении, 2014, 114, №1, с. 33-43.
- Электроразведка. Справочник геофизика. М.: Недра, 1989, в двух книгах – 438 с, 378 с.

Рецензент С.М. Оганесян

ՀԱՐՈՒՑՎԱԾ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԱՂԱՎԱՂՄԱՆ ՄԱՍԻՆ ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՄԵԿԲԵՎԵՌԱՆԻ ՈՒՂՂԱՆԿՅԱՆ ԻՄՊՈՒԼՍՆԵՐՈՎ ԳՐԳՈՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա.Կ.Մաթևոսյան

Ամփոփում

Հաշվի առնելով երկրաէլեկտրական միջավայրի լիցքավորվածության էլեկտրաքիմիական չափորոշիչը՝ բևեռացող միջավայրի որոշակի օրինակների վրա կատարված են երկրորդական էլեկտրական դաշտի արտահայտման վարքի տեսական ուսումնասիրություններ հոսանքի պարբերական մեկբևեռանի ուղղանկյուն իմպուլսներով զրգոման դեպքում: Ցույց է տրված, որ այսպիսի փորձարարական նյութի մեկնաբանումը՝ հարուցված բևեռացման ամպլիտուդաժամանակային բնութագրերի մշակման և մեկնաբանման ընդունված եղանակով, հանգեցնում է զգալի սխալների:

DISTORTION OF THE RESULTS OF STUDIES PERFORMED BY THE INDUCED POLARIZATION METHOD USING PERIODIC IMPULSES OF DIRECT CURRENT

A.K. Matevosyan

Abstract

Taking into consideration the electrochemical criterion of geo-electrical environment charging, theoretical studies of the behavior of the secondary electrical field were carried out based on certain examples of the polarized environment in the case of periodic unipolar rectangular impulses of the current. It is shown that the interpretation of such experimental material based on the commonly accepted methodology of the elaboration and interpretation of the amplitude-time characteristics of polarization leads to considerable errors.

**ՄԱՐՄԱՐԻԿ ԳԵՏԻ ԱՎԱԶԱՆԻ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ
ԲՆՈՒԹԱԳԻՐՆ ԸՍՏ ՀԻՂՈՆԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԵՎ
ԼԻԹՈՆԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՂԵՂՆԵՐԻ**

© 2014 թ. Հ.Վ. Շահինյան, Շ.Ս. Զաքարյան, Շ.Ա. Գյուլնազարյան

*ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ., 24ա
E-mail: hrshah@sci.am
Հանձնված է խմբագրություն 24.03.2014 թ.*

Հոդվածում բերվում են 2011-2013թթ. ընթացքում Մարմարիկ գետի ավազանում կատարված մակերևութային հոսքի, հանքային, հանքավայրային և խմելու քաղցրահամ ջրերի, հողերի, որոշ հոսքերի հատակային գոյացումների էկոլոգաերկրաքիմիական ուսումնասիրությունների արդյունքները: Առաջին անգամ այս տարածքում կատարվել են տարրերի ցրման երկրորդային եզրապսակների համալիր երկրաքիմիական ուսումնասիրություններ: Որոշվել են հետազոտված ջրերի, ինչպես նաև հողերի ու հատակային նստվածքների ջրային մզվածքների դասերը, որոնք տալիս են բնական գոյացումների երկրաքիմիական բնութագրերը: Հոդվածի նպատակը տարածքի բարդ երկրաքիմիական յուրահատկությունների առավել մանրամասն նկարագրությունն է, տվյալ ժամանակահատվածում ավազանի էկոլոգաերկրաքիմիական իրավիճակի ու նրա վրա լեռնահանքային արդյունաբերության ազդեցության գնահատումը:

Մարմարիկ գետը սկիզբ է առնում Փամբակի լեռնաշղթայի հարավային լանջերի կենտրոնական մասերից և Հրազդան քաղաքի մոտ թափվում է Հրազդան գետը: Ընդհանուր երկարությունը կազմում է մոտ 45կմ: Զրհավաք ավազանը սահմանագծվում է Փամբակի լեռնաշղթայի հարավային և Ծաղկունյաց լեռնաշղթայի հյուսիսային լանջերով: Տարածքի ռելիեֆն ունի մեղմ կտրտվածություն ոչ խորը ձորակներով: Մարմարիկ գետը հանդիսանում է տարածքի էրոզիայի տեղական բազիսը և դրենում է ավազանի համարյա ամբողջ մակերևութային հոսքը:

Մարմարիկի երկայնքով դիտվում են երկրաբանական, հիդրո-երկրաբանական և հիդրոերկրաքիմիական բազմաթիվ փոփոխություններ, պայմանավորված ինչպես տարածքի երկրաբանական կառուցվածքով, այնպես էլ անտրոպոգեն ազդեցություններով, որոնք բերում են ավազանի բավականին տարաբնույթ, բարդ և հետաքրքիր նկարագրի: Այստեղ տեղակայված են Հանքավանի և Մեղրաձորի հանքավայրերը, հանքային ջրերի բազմաթիվ ելքեր, այդ թվում՝ հայտնի Հանքավան հանքային ջուրը, գործում են ինչպես հին, հաճախ փլուզված, այնպես էլ համեմատաբար նոր լեռ-

նային փորվածքներից դուրս եկող հանքավայրային ջրեր: Խմելու համար օգտագործվում են աղբյուրների քաղցրահամ ջրերը:

Հանքավանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրը տեղակայված է Փամբակի լեռնաշղթայի հարավային լանջերին և կտրվում է Մարմարիկ գետով ու նրա վտակներով: Տարածքը կազմված է քեմբրի-մինչքեմբրի (?) մետամորֆային թերթաքարերով, մարմարացված կրաքարերով և պալեոզոյի հասակի լեյկոկրատային գրանիտներով: Մետամորֆային հին հաստվածքը կտրված է վերին յուրա - ստորին կավիճ հասակի քվարցային դիորիտներով և գրանոդիորիտներով: Ամբողջ ձգվածությամբ կոնտակտը համընկնում է Մարմարիկի խոշոր խզվածքի հետ (Геология ..., 1974): Ըստ գրական նույն աղբյուրի, հանքավայրը կազմված է երկու տեղամասերից՝ սկառնային մոլիբդեն-պղնձային և պղինձ-մոլիբդենային երականերփակվածքային: Ըստ միներալային կազմի առաջինում լայնորեն տարածված են պղնձի և ավելի քիչ մոլիբդենի միներալները:

Պղինձ-մոլիբդենային հանքանյութերում հիմնական հանքային միներալներն են մոլիբդենիտը, խալկոպիրիտը, գալենիտը, մագնետիտը, սֆալերիտը և այլն: Տարածված են երկաթի հիդրօքսիդները, մալախիտը, պովելիտը, խալկոզինը և այլն: Մրանց հիմնական մասը կարող է համարվել ջրերը սուլֆատ-իոնով սնող աղբյուր, մանավանդ որ, ըստ նույն տվյալների, խզվածքի զոնայի երկարությամբ օքսիդացման զոնայի հզորությունը հասնում է մինչև 60 մ խորության: Օքսիդացման զոնայի առավել ինտենսիվ արտահայտմանը նպաստում են ապարների աճող ճեղքավորվածությունը, գրունտային ջրերի ցածր մակարդակը, պիրիտի բարձր պարունակությունը, որի օքսիդացումը նպաստում է ողջ սուլֆիդային նյութի օքսիդացմանը և արագացնում այդ պրոցեսը:

Սկառնային հանքայնացման տեղամասում խախտման ռեգիոնալ զոնայի մոտիկությունը պայմանավորում է ապարների մեծ ճեղքավորվածությունը, իսկ պիրիտի մեծ քանակությունը հանքանյութերում այս դեպքում ապահովում է օքսիդացման պրոցեսների ինտենսիվությունը:

Հանքավանի հանքավայրի տեղամասում գերակշռում են թույլ ջրաթափանցելիություն ունեցող ապարները (Геология ..., 1974): Քանի որ ստորերկրյա ջրերի սնման հիմնական աղբյուրը մթնոլորտային տեղումներն են, ապարների այդ թույլ թափանցելիությունը բերում է նրան, որ տեղումների մեծ մասն անցնում է մակերևութային հոսքի և միայն փոքր մասն է, որ ֆիլտրվում է և համալրում ստորերկրյա հոսքը:

Ինչպես մակերևութային ու ստորերկրյա, այնպես էլ լեռնային փորվածքներից դուրս եկող հանքավայրային ջրերը գտնվում են ուղիղ կապի մեջ մթնոլորտային տեղումների հետ:

Ապարների ջրատարությունը կախված է նրանց ճեղքավորվածության աստիճանից, որը տարբեր տեղամասերում տարբեր է: Ընդհանուր առմամբ, Մարմարիկի խզվածքի զոնան աչքի է ընկնում

ուժեղ ջրատարությամբ: Հին բովանգքների մեծ մասը չոր են, չնայած որ այնտեղ ևս, հորատման աշխատանքների ընթացքում, գրանցվել են ինչպես գազի, այնպես էլ ջրի, երբեմն շատ ուժեղ պոռթկումներ մեծ քանակներով:

Ըստ քիմիական կազմի՝ Հանքավանի հանքային տեղամասի ջրերը հիմնականում հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիումային են, ոչ բարձր հանքայնացմամբ: Իրենց կազմով մակերևութայիններից առանձնանում են անմիջականորեն հանքավայրի տեղամասի ջրերը, որոնք ունեն բարձր հանքայնացում, սուլֆատ-իոնի գերակայություն և մոլիբդենի բարձր պարունակություններ: 1965թ. ստացված տվյալների համաձայն (Геология ..., 1974), հանքավայրը դրենող հիմնական ջրհոսքի ընդհանուր հանքայնացումը կազմում է 337 մգ/լ, մոլիբդենի պարունակությունը հասնում է 2.37-3.24 մգ/լ: Աղբյուրների ջրերը բնութագրվում են թույլ հանքայնացմամբ՝ 87-105 մգ/լ: Հանքավայրային ջրերը, որոնք դուրս են գալիս հին փորվածքներից, ունեն ամենաբարձր հանքայնացում. նրանց ջրերում չոր մնացորդը կազմում է 722-840 մգ/լ: Համեմատաբար ավելի երիտասարդ փորվածքների ջրերի չոր մնացորդի արժեքները կազմում են 400-525 մգ/լ (Геология..., 1974):

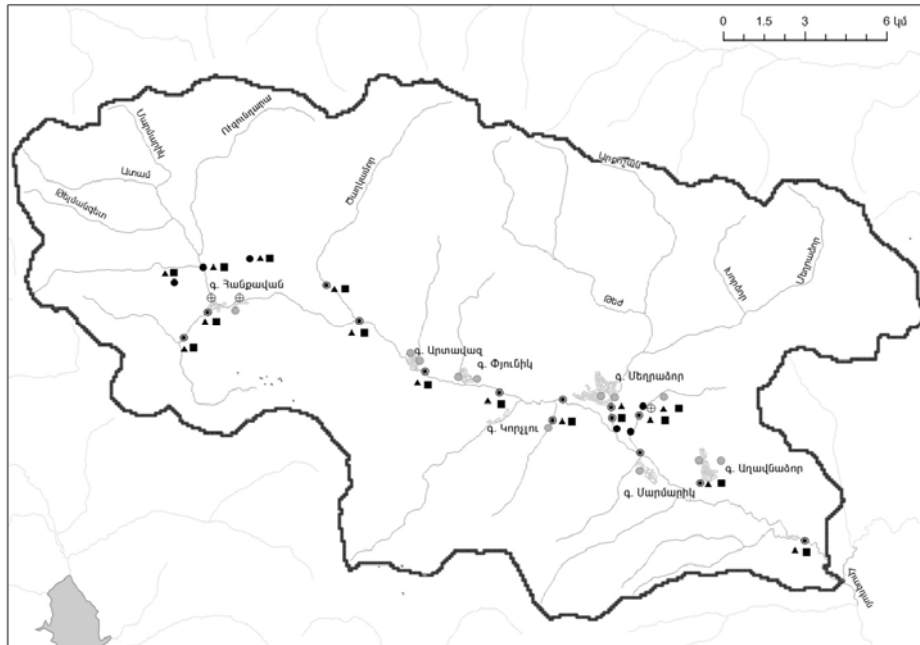
Մեղրաձորի ոսկի-բազմամետաղային հանքավայրը գտնվում է Փամբակի լեռնաշղթայի հարավային լանջերի հարավ-արևելյան ծայրամասում, Մարմարիկ գետի ձախ ափին: Հանքավայրի տեղամասը չափավոր կտրտված է ոչ խորը ձորակներով: Բոլոր ժամանակավոր և մշտական մակերևութային հոսքերը դրենաժվում են տեղանքի երոզիայի տեղական բազիս հանդիսացող Մարմարիկ գետով:

Մեղրաձորի հանքային դաշտը ներառում է Մեղրաձորի հանքավայրը, Արջասար, Նովի, Այդինձոր հանքային երևակումների տեղամասերը: Հանքայնացումը, ինչպես նկարագրում է Ա.Կարապետյանը (Карапетян, 1982), ներկայացված է երակներով, հանքայնացված զոնաներով, երբեմն՝ ոսպնյակաձև մարմիններով: Հանքայնացման ինտենսիվության աճ նկատվում է ինտրուզիվ ապարներում (Геология ..., 1974):

Մեղրաձորի հանքավայրի հանքանյութերը բնութագրվում են միներալային կազմի տարատեսակությամբ: Այստեղ հայտնի են պղնձի, երկաթի, կապարի և ցինկի սուլֆիդներ, որոնք ջրերը սուլֆատներով սնող հիմնական աղբյուր են, ինչպես նաև ոսկու, արծաթի և այլ տելուրիդներ: Ամենաարդյունավետը հանքայնացման բազմամետաղային փուլն է, որը ներկայացված է երակներով, ոսպնյակներով, բնաձև կուտակումներով (Карапетян, 1982):

Մույն հողվածում ներկայացվում են 2011-2013թթ. Մարմարիկի հովտում տարրերի ու միացությունների ցրման երկրորդային եզրապսակների հետազոտությունների արդյունքները: 2011թ. կատարվել են հողերի, ջրերի և մակերևութային որոշ հոսքերի հատակային նստվածքների ուսումնասիրություններ: 2012-13թթ. ուսում-

նասիրվել են առավել հետաքրքրություն ներկայացնող ինչպես խմելու քաղցրահամ, այնպես էլ մակերևութային, հանքային և հանքավայրային ջրերը: Նմուշարկումների սխեման բերվում է նկ. 1-ում:



Նկ.1 Մարմարիկ գետի ավազանում կատարված հիդրոերկրաքիմիական նմուշարկումների սխեմա
 O - խմելու քաղցրահամ ջրեր, + - հանքային ջրեր, ● - հանքավայրային ջրեր,
 ■ - մակերևութային հոսքերի ջրեր, ■ - հողեր, ▲ - ջրհոսքերի հատակային նստվածքներ

Հետազոտությունները կատարվել են հիդրոերկրաքիմիական դասական (Резников и др., 1963) և ֆիզիկաքիմիական (Салихджанова, Гинзбург, 1988) մեթոդներով, համաձայն միջազգային և ՀՀ-ում ընդունված չափորոշիչների: Հողերում և հատակային նստվածքներում տարրերի և միացությունների ջրաշարժունակ մասի պարունակությունները որոշելու նպատակով կիրառվել է Կ.Գեդրոյցի առաջարկած՝ տարրերի ջրային մզվածքի մեթոդը (Гедройц, 1932):

Ջրերի հիդրոերկրաքիմիական ուսումնասիրություններ

Մակերևութային հոսքի ջրերը տեղանքում շրջանառվում են փակ համակարգում և թափվում են Մարմարիկ գետը: Նրանց սնման հիմնական աղբյուրը մթնոլորտային տեղումներն են: Նմուշարկման և հետազոտման են ենթարկվել հիմնականում Մարմարիկի և նրա մի քանի վտակների, այդ թվում՝ հանքավայրերից հոսող ջրերը:

Մարմարիկի և նրա վտակների 2011-2013թթ. հետազոտությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ նրանք պրակտիկորեն ունեն կայուն հիդրոկարբոնատ-քլորիդ-սուլֆատային, կալցիում-նատրիում-մագնեզիումային կազմ: Տիպային բանաձևն ունի հետևյալ տեսքը.

$$M_{0.15-0.24} \frac{HCO^3 59 - 72Cl10 - 19SO^4 11 - 16}{Ca46 - 56Na16 - 33Mg16 - 25}$$

Միայն մեկ դեպքում, Հրազդան քաղաքի մոտ, գրանցվել է հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային կազմ, ինչը կարող է հետևանք լինել մոտակայքի բազմաթիվ աղտոտված հոսքերի ժամանակավոր ազդեցության:

Հանքավայրային ջրերը տարածված են հիմնականում տեղամասի հյուսիս-արևելյան և հարավային ծայրամասերում, Հանքավանի և Մեղրաձորի հանքավայրերի տարածքներում: Դրանք հանքավայրերի հին և նոր բովանգքերից դուրս եկող և հանքավայրերի տարածքները դրենող ջրերն են:

Հանքավանի հանքավայրի տարածքի հանքավայրային ջրերը հետազոտվել են 2013թ.-ին: Նմուշարկվել են հին, փլուզված երկու բովանգքերի և հանքային տեղամասը կտրող ձորակի ջրերը: Հետազոտությունները տվել են նրանց կայուն՝ հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-նատրիում-մագնեզիումային կազմ: Տիպային բանաձևն ունի հետևյալ տեսքը.

$$M_{0.12-0.38} \frac{HCO^3 67 - 84SO^4 14 - 28}{Ca63 - 65Na16 - 23Mg10 - 15}$$

Ստացված թվային արժեքները ցույց են տալիս, որ հանքավայրային ջրերում օքսիդացման պրոցեսները ավարտված չեն, սակայն չեն կրում ինտենսիվ բնույթ: Այստեղ գրանցվել են մոլիբդենի մեծ քանակություններ (4 մգ/լ ձորակի ջրհոսքում, 16 մգ/լ փլուզված բովանգքից դուրս եկող ջրում և 12 մգ/լ հարևան ձորակում կուտակված հանքային թափոնների տակից դուրս եկող ջրում), որոնք 16-84 անգամ գերազանցում են խմելու ջրերի համար ընդունված թույլատրելի նորմերը (Зонны ..., 2002): Նշենք, որ փլուզված բովանգքի ջուրը, որն ունի մոլիբդենի առավել մեծ պարունակությունն այս տեղամասում - 16 մգ/լ, երբեմն օգտագործվում է խմելու համար:

Մեղրաձորի հանքավայրի տարածքում նմուշարկումները կատարվել են 3 տարվա ընթացքում: 2011թ.-ին հանքավայրի տարածքով անցնող հիմնական ձորակում գրանցվել է սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիումային կազմի ջուր, ըստ որում՝ սուլֆատների ոչ մեծ գերակայությամբ և 0,5 գր/լ հանքանյութով: Ծանր մետաղներ այստեղ կամ չեն հայտնաբերվել, կամ էլ գրանցվել են չնչին քանակներով:

2012թ. նույն ձորակի հոսքով դեպի վար (մոտ 600 մ) կատարված հետազոտությունները տվել են ջրերի սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային, պրակտիկորեն կաշուն կազմ՝ 0,48-0,59 գ/լ հանքայնացմամբ:

2013թ. նույն տեղում կատարված հետազոտությունները տվել են նույն կազմը և 0,46-0,66 գ/լ հանքայնացում:

Տիպային բանաձևն ունի հետևյալ տեսքը.

$$M_{0,46-0,66} \frac{SO^4 63 - 68HCO^3 29 - 34}{Ca50 - 58Mg27 - 35(Na14)}$$

Այսպիսով, Մեղրաձորի հանքավայրի տարածքով անցնող հիմնական հանքավայրային ջուրը ծանր մետաղներ պարունակում է ոչ վտանգավոր քանակությամբ և Մարմարիկ գետը թափվելուց անմիջապես հետո կատարված ուսումնասիրությունները ցույց չեն տալիս նրա ջրերի կազմի փոփոխություններ՝ կապված հանքավայրային ջրերի ազդեցության հետ:

Խմելու քաղցրահամ ջրերը նմուշարկվել են անմիջականորեն այն կետերում, որտեղից վերցվում են օգտագործման համար: Հետազոտություններն կրել են մոնիտորինգային բնույթ 2011-2012թթ. ընթացքում և ընդգրկել են Մարմարիկի ավազանի Աղավնաձոր, Մեղրաձոր, Մարմարիկ, Փյունիկ, Արտավազ, Հանքավան, Թեժառույք բնակավայրերը: Այս աշխատանքների արդյունքներն առավել մանրամասն բերված են առանձին հոդվածում, ըստ որի բերվում են հիմնական արդյունքները (Շահինյան և ուր., 2013):

Տարածված են երկու կազմի ջրեր՝ հիդրոկարբոնատ-սուլֆատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային և հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային: Հազվադեպ դիտվում են տեղափոխություններ կատիոնային կազմի երկրորդ և երրորդ տեղերն զբաղեցնող բաղադրիչների միջև, սակայն ջրերի հիդրոքսիմիական կազմի նկարագրի համար դրանք էական նշանակություն չունեն:

Տիպային բանաձևերն առաջինի և երկրորդի համար, համապատասխանաբար, ունեն հետևյալ տեսքը.

$$M_{0,07-0,12} \frac{HCO^3 56 - 76SO^4 11 - 30Cl10 - 14}{Ca35 - 47Mg28 - 37Na19 - 26}$$

$$M_{0,13-0,43} \frac{HCO^3 61 - 846SO^4 11 - 33}{Ca56 - 72Mg19 - 25Na13 - 18}$$

Մեկ դեպքում գրանցվել է հիդրոկարբոնատ-քլորիդային կազմ կատիոնների անփոփոխ շարքով (Աղավնաձոր, 2012թ.), ինչն, ամենայն հավանականությամբ, պայմանավորված է հիդրոկարբոնատիոնի մգ/էկվ-/%-ի թվային արժեքի չնչին բարձրացմամբ և սուլֆատ-

իռնի 10 մգ/էկվ-%-ից ցածր արժեք կազմելով: Այս երկու ջրերի միջև հիմնական տարբերությունը կարելի է համարել հանքայնացման համեմատաբար բարձր արժեքը երկրորդ դասի ջրերում: Մետաղների պարունակություններն աննշան են, կոշտության, թթվածնային ցուցիչի արժեքները լիովին համապատասխանում են սահմանված պահանջներին:

Մարմարիկի ավազանի հանքային ջրերը երկար տարիների ընթացքում ուսումնասիրվել են հանքային ջրերի խոշոր մասնագետների կողմից:

Հանքային աղբյուրների ջրերի ելքերը եղել են բազմաթիվ և տարածված ինչպես Մարմարիկի ավերին, այնպես էլ անմիջականորեն նրա հունում: Հորատանցքերի հորատումից հետո այդ ելքերը դադարել են գործելուց և դիտվում են միայն առանձին, համեմատաբար ոչ խոշոր աղբյուրներ: Ըստ Ն.Ի.Դոլուխանովայի (Դոլուխանովա, 1963), Հանքավանի հանքային ջրերը հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, նատրիումային են և ունեն 5-7գ/լ ընդհանուր հանքայնացում: Դրանք լավ հայտնի են և գրականության մեջ նկարագրված են ամենայն մանրամասնությամբ: Այստեղ բերվում են բավականին ինտենսիվորեն գործող մի ելքի (որի վրա ջրավազան է կառուցված) և շատրվանող մի հորատանցքի հանքային ջրերի և նստվածքների հետազոտությունների արդյունքները: Առաջինը գտնվում է Հանքավան գյուղի մոտ, դեբիտը կազմում է մոտ 30-35 լ/վրկ և հայտնի է «Տաք ջուր» անվամբ, երկրորդը՝ դեպի Կաքավաձոր տանող ճանապարհի ձախ կողմում, Ծաղկաձոր-Հանքավան ճանապարհից մոտ 300 մ հեռավորության վրա և ունի 8-9 լ/վրկ դեբիտ: Հորատանցքի նմուշարկումները կատարվել են 2012թ. և 2013թ., «Տաք ջրինը» 2013թ.: Ստացված արդյունքները բերվում են աղյուսակ 1-ում:

Հորատանցքի ջրի և նրա նստվածքի ջրային մզվածքի կազմի բանաձևերը, համապատասխանաբար, ունեն հետևյալ տեսքը.

$$M_{0,8} \frac{HCO^3 92-93}{Ca43-44Mg28Na18-19} \quad M_{0,07} \frac{HCO^3 66Cl19SO^4 10}{Na43Ca34}$$

«Տաք ջրի» և նրա նստվածքի ջրային մզվածքի կազմի բանաձևերը ունեն հետևյալ տեսքը.

$$M_{6,61} \frac{Cl58HCO^3 37}{Na73Mg11Ca11} \quad M_{0,22} \frac{Cl56HCO^3 37}{Na88}$$

Ինչպես ցույց են տալիս ստացված տվյալները, հորատանցքի ջուրը ցուցաբերում է կազմի և հանքայնացման կայունություն:

Երկու ջրերն էլ, տեղակայված լինելով Հանքավանի (Միսխանայի) խախտման զոնայում, իրենց կազմով տարբերվում են Հանքավանի հանքային ջրերին բնորոշ հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, նատրիումային կազմից (Դոլուխանովա, 1963): Բացի այդ, գրանցվել

են նաև լիթիումի, ալյումինի, բորի, արսենի, ինչպես նաև ընդհանուր կոշտության, ընդհանուր հանքայնացման բարձր արժեքներ «Տաք ջրում»: Այս ջրի բուժական հատկություններն անկասկած կարիք ունեն մանրակրկիտ հետազոտությունների:

Աղյուսակ 1

Հորատանցքի և «Տաք ջուր» հանքային ջրերի և նրանց նստվածքների կազմերը

h/h	Տարրեր և միացություններ	Հանքային ջուր, հորատանցք, մգ/լ		Հորատանցք, հանքային ջրի նստվածք, մգ/100գ	«Տաք ջուր»	
		2012թ.	2013թ.		2013թ.	2013թ.
1.	NH ₄ ⁺	6,00	6.00	0,70	0.30	0.20
2.	Li ⁺	0,028	չ/հ	0,009	6.97	
3.	Na ⁺	39,31	41.88	8,28	1625.38	62.53
4.	K ⁺	6,75	7.00	2,08	136.37	5.67
5.	Ca ²⁺	82,90	84.78	5,65	207.24	2.26
6.	Mg ²⁺	33,12	31.98	0,57	130.19	2.51
7.	Sr ²⁺	0,30	չ/հ	0,08	2.65	չ/ն
8.	Rb ¹⁺	0,10	չ/ն	չ/հ	չ/ն	չ/ն
9.	Al ³⁺	0,08	չ/ն	0,0013	0.02	չ/ն
10.	Mn ²⁺	0,032	չ/ն	0,004	չ/ն	չ/ն
11.	Ba ²⁺	չ/հ	չ/ն	չ/հ	չ/ն	չ/ն
12.	Fe ²⁺	15,16	չ/ն	0,68	չ/ն	չ/ն
13.	Fe ³⁺	0,04	չ/ն	0,56	չ/ն	չ/ն
14.	Fer ^{նդհ.}		6.40		0.60	0.10
15.	Cu ²⁺	0,0058	0.0007	0,0007	0.0005	0.0003
16.	Zn ²⁺	0,006	0.027	0,00008	չ/հ	չ/հ
17.	Pb ²⁺	0,001	0.001	0,000056	0.0008	0.00055
18.	Cd ²⁺	0,0004	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
19.	F ⁻	0,08	չ/ն	0,15	չ/հ	0.08
20.	Br ⁻	չ/հ	չ/ն	չ/հ	չ/ն	չ/ն
21.	I ⁻	0,01	չ/ն	0,006	չ/ն	չ/ն
22.	Cl ⁻	20,70	21.89	5,52	1983.60	64.30
23.	SO ₄ ²⁻	2,06	5.76	3,70	234.56	7.82
24.	HCO ₃ ⁻	549,00	536.80	33,55	2147.20	73.20
25.	NO ₃ ⁻	0,30	0.50	1,80	0.30	2.20
26.	NO ₂ ⁻	չ/հ	չ/հ	0,07	չ/հ	0.15
27.	PO ₄ ³⁻	0,04	0.12	0,08	0.64	0.05
28.	H ₄ SiO ₄	78,40	175.00	4,00	120.00	2.50
29.	Cr	0,028		0,012		
30.	As	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0.25	0.24
31.	Mo	0,002	0.0025	0,0018	չ/հ	չ/հ
32.	Ce	չ/հ		չ/հ	չ/ն	չ/ն
33.	B	0,20	0.02	չ/հ	16.00	չ/ն
34.	Ընդհ. հանք.	834,65	818.22	67,51	6612.27	223.81
35.	Ընդհ. կոշտ., մգ-էկվ/լ	6,87	6.86	0,33		0.32
36.	pH	6,47	6.17	7,37	6.57	8.86

Հատկապես հետաքրքրական են As-ի պարունակությունները ինչպես ջրում, այնպես էլ հատակային նստվածքում: Քանի որ արսենը փոփոխական վալենտականությամբ (մինչև V) անիոնոգեն տարր է, Eh-Ph հիդրոերկրաքիմիական համակարգում կարող է գոյություն ունենալ երկու վալենտական աստիճաններով՝ III և V: Այս համակարգերում իրենց հերթին հնարավոր են նաև թթվածնային ձևերի անցումները սուլֆիդային ձևերի: Ջրերում արսենը հիմնականում գոյություն ունի արսենային, արսենական թթուների (H_3AsO_3 , H_3AsO_4) և նրանց հիդրոաղերի՝ արսենիտների, արսենատների տեսքով՝ $\text{H}_2\text{AsO}_4^- > \text{HAsO}_4^{2-} > \text{H}_3\text{AsO}_4$ (Крайнов, Швец, 1987):

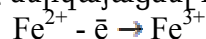
Նշված թթուները միջին ուժի եռահիմն թթուներ են: Մի շարք արսենիտներ և արսենատներ ջրում լավ լուծելի են: Քանի որ լարվածության շարքում արսենը գտնվում է ջրածնի և պղնձի միջև, նա թթուներից ջրածին դուրս չի մղում, սակայն օքսիդիչների ազդեցությամբ կարող է անցնել լուծույթ:



Մինչև վերջերս ընդունվում էր, որ, քանի որ երկաթի միացությունները, կալցիումի կարբոնատը և բիկարբոնատը հանդիսանում են As (III)-ի և As (V)-ի սորբենտներ, ապա հանքային ջրի պարզեցման (զուլավման) հետևանքով արսենի մի մասը ադսորբցվում է: Սակայն հետագա ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ արսենի (V) միացությունները կարող են քիմիական փոխազդեցության մեջ մտնել եռավալենտ երկաթի աղերի հետ դժվարալուծ արսենատի առաջացմամբ, pH=6-8 պայմաններում:

$$L.U. [\text{Fe}^{3+}] [\text{AsO}_4^{3-}] = 5.8 \times 10^{-21}:$$

Երկաթ պարունակող հանքային ջրում ընթացող պրոցեսը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ:



2010):

Այսպիսով, կարելի է ենթադրել, որ հատակային նստվածքում գտնվող արսենը չպետք է անցնի լուծույթ: Սակայն նստվածքի ջրային մզվածքի ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս ընդհանուր արսենի (A_{Stotal}) զգալի պարունակություններ, ինչը վկայում է նրա ջրալուծ ձևով հանդես գալու մասին: Պարբերական համակարգում ազոտի, ֆոսֆորի, ստիբիումի հետ միասին գտնվելով հինգերորդ խմբում, արսենը ցուցաբերում է նրանց հետ ընդհանուր քիմիական հատկություններ: Ֆոսֆատները, իրենց հերթին, կարող են տեղակալել ադսորբված և կապված արսենը սորբված կոմպլեքս-

ներից և միացություններից, ինչի հետևանքով էլ արսենը վերածվում է լուծելի ձևի և նորից անցնում լուծույթ:

Հնարավոր է նաև արսենի անցնումը լուծելի ձևերի՝ անաեռոք միկրոօրգանիզմների կողմից նրա դժվարալուծ ձևերի քայքայման արդյունքում (Соложенкин и др, 1987):

Հորատանցքի ջուրը հետազոտված տարրերի պարունակությունների անոմալիաներ, բացի երկաթից (6.4 մգ/լ), չի տալիս: Ջրի էլքի տեղամասը ամբողջությամբ ծածկված է դեղնավուն գոյացությամբ, ինչը վկայում է ջրի համեմատաբար խորքային առաջացման և երկարժեք երկաթի բարձր պարունակության մասին: Զգացվում է նաև ածխաթթու գազի պարբերաբար ուժեղացող հոտ:

Հողերի հիդրոերկրաքիմիական ուսումնասիրությունները կատարվել են 2011թ. և 2013թ.: Նմուշարկվել են Մարմարիկի ձախափնյա, Մեղրաձորի հանքավայրը հատող վտակի ափերի, ինչպես նաև Հանքավանի հանքավայրի տարածքի հողերը: Նմուշարկումները կատարվել են նույն տեղամասերում, որտեղից վերցվել են ջրերի նմուշները:

Մարմարիկի ափերի հողերի բոլոր նմուշարկումների արդյունքները տվել են համարյա կայուն հիդրոկարբոնատ-սուլֆատ քլորիդային, կալցիում-մագնեզիումային դաս: 2013թ. 1 նմուշում գրանցվել է նիտրատ-իոնի բարձր պարունակություն, ինչը կրում է էպիգոդիկ բնույթ՝ կապված լոկալ աղտոտման հետ: Հողերի ջրային մզվածքի տիպային բանաձևը կարելի է արտահայտել հետևյալ տեսքով.

$$M_{0,03-0,05} \frac{HCO^3 37 - 676SO^4 13 - 37Cl 10 - 17}{Ca 34 - 64Mg 11 - 28Na 10 - 11}$$

Մեղրաձորի հանքավայրը կտրող կենտրոնական ձորակում կատարված հետազոտությունները տալիս են հետևյալ բանաձևը (փակագծերում բերվում են մեկ անգամ գրանցված արժեքները).

$$M_{0,03-0,05} \frac{HCO^3 56 - 75SO^4 13 - 24(Cl 17)}{Ca 44 - 64Mg 24 - 39(K 10)}$$

Հանքավանի հանքավայրի տարածքի հողերում, որոնք նմուշարկվել են 2013թ., գրանցվել է հետևյալ կազմը.

$$M_{0,03-0,045} \frac{HCO^3 45 - 69SO^4 12 - 29F 10 - 12}{Ca 37 - 53Mg 28 - 35(K 17)}$$

3 նմուշներում գրանցվել են հետազոտվող տարածքի համար ֆտորի պարունակությունների բավականին բարձր արժեքներ: Նրանք չեն գերազանցում 1մգ/լ, սակայն բանաձևում, անիոնների շարքում նրանց ի հայտ գալը արժանի է ուշադրության: Երևույթը բացատրվում է հետևյալ կերպ. կապված նատրիումի և կալցիումի ֆտորիդների տարբեր լուծելիության հետ, ֆտորի անցումը ապար-

ներից դեպի ջուր և նրա քանակությունը ջրում կախված են Na/Cl հարաբերության մեծությունից: Ինչքան այն մեծ է, ֆտորի այնքան ավելի մեծ քանակություններ կարող են պարունակվել ջրերում՝ մնացած հավասար պայմանների դեպքում: Հայտնի է, որ ֆտորի ավելի մեծ քանակությունների կորզման և կուտակման համար առավել նպաստավոր են HCO_3^-/Na ջրերը (Крайнов, Швец, 1987):

Կալիումի ի հայտ գալը բանաձևի կատիոնների շարքում նույնպես տարածքի ջրերի համար հաճախ հանդիպող երևույթ է: Այս տարրն ունի շատ մեծ նշանակություն կենդանի օրգանիզմների կենսագործունեությունն ապահովելու իմաստով: Նրա կենսաբանական կլանման գործակիցը շատ հաճախ մեծ է 1-ից, ինչը և պայմանավորում է կենսաբանական ակումուլյացիան հողերի վերին շերտերում: Սակայն ջրային միգրացիայի գործակիցը սովորաբար փոքր է 1-ից, քանի որ կալիումի ջրաշարժունակ հիմնական մասը գտնվում է անընդհատ կենսաբանական շրջապտույտի մեջ:

Մարմարիկ գետի և նրա վտակների **հատակային գոյացումների հիդրոերկրաքիմիական ուսումնասիրությունները** կատարվել են 2011թ.: Ըստ ստացված արդյունքների, միայն Թեժառույթի նմուշում է գրանցվել հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային կազմ՝ հիդրոկարբոնատ-իոնի ոչ մեծ գերակշռությամբ: Մնացած դեպքերում նստվածքների ջրային մզվածքները հիմնականում սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիումային են՝ քլորիդ- և ամոնիում-իոնների էպիգոդիկ առկայությամբ: Հատակային նստվածքների ջրային մզվածքի կազմի տիպային բանաձևը կարող է ներկայացվել հետևյալ տեսքով.

$$M_{0.46-0.66} \frac{SO^4 63 - 68HCO^3 29 - 34}{Ca50 - 58Mg27 - 35(Na14)}$$

Եզրակացություններ

Մարմարիկի խախտման գոտու տարածքի երկրորդային եզրապսակների համալիր ուսումնասիրությունները վկայում են տարածքի բարդ և տարաբնույթ հիդրոերկրաքիմիական յուրահատկությունների մասին: Դիտարկված բոլոր ջրերն ունեն տարբեր կազմեր, ինչը ցույց է տալիս իրար վրա նրանց ազդեցությունների բացակայությունը: Այսպես, մակերևութային հոսքի ջրերը բնութագրվում են պրակտիկորեն կայուն *հիդրոկարբոնատ-քլորիդ-սուլֆատային, կալցիում-նատրիում-մագնեզիումային* կազմով: Հանքավանի հանքավայրի տարածքի հանքավայրային ջրերն ունեն *հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-նատրիում-մագնեզիումային* կազմ: Մեղրաձորի հանքավայրի տարածքի հանքավայրային ջրերն ունեն *սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային* կազմ: Խմելու քաղցրահամ ջրերը հանդես են գալիս *հիդրոկարբոնատ-սուլֆատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային* և *հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային* կազմերով: Հանքային ջրերի համար գրանցվել են *հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, նատրիումային* (Հան-

քական) (Դոլուխանովա, 1963), *հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային* (հորատանցք) և *քլորիդ-հիդրոկարբոնատային, նատրիում-մագնեզիում-կալցիումային* (Տաք ջուր) կազմերը:

Հանքավանի և Մեղրաձորի հանքավայրերի և Մարմարիկ գետի ափերի լիթոերկրաքիմիական ուսումնասիրությունները տալիս են հողերի ջրային մզվածքի համարյա միևնույն *հիդրոկարբոնատ-սուլֆատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիումային* կազմը կալիումի և նատրիումի էպիգոդիկ գրանցումներով: Հողերում նույնպես մետաղների պարունակությունները չեն գերազանցում ընդունված նորմերը:

Մարմարիկի և նրա վտակների հատակային նստվածքների ջրային մզվածքն ունի կայուն կազմ՝ *սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիումային* (նատրիումային) կազմ:

Ընդհանուր առմամբ, Հանքավանի և Մեղրաձորի հանքավայրերի անմիջական ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա թույլ է: Որոշ տարրերի և միացությունների համար գրանցված բարձր պարունակությունները ջրերում, հողերում և հատակային նստվածքներում հիմնականում պայմանավորված են տարածքի երկրաբանական մասնագիտացմամբ (Mo, Fe²⁺, As, B և ուր.) և տեխնոգեն ազդեցություններով (NH₄⁺, NO₃⁻):

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Դոլուխանովա Ն.Բ.** Հայկական ՍՍՌ կուրորտային հարստությունները: ՀՍՍՌ ԳԱ հրատարակչություն, Ե., 1963, 143 էջ:
- Շահինյան Հ.Վ., Զաքարյան Շ.Ս., Գյուլնազարյան Շ.Ա.** ՀՀ Կոտայքի և Արմավիրի մարզերի խմելու քաղցրահամ ջրերի էկոլոգահիդրոերկրաքիմիական բնութագիրը: ՀՀ ԳԱԱ Տեղեկագիր, Գիտություններ Երկրի մասին, 2013, հ. 66, N2-3, էջ 3-14:
- Гедройц К.К.** Химический анализ почвы. Гос.изд. сельско-хозяйственной и колхозно-кооперативной литературы. М., Л., 1932, 535 с.
- Геология Армянской ССР. Т.VIII.** Гидрогеология. Изд. АН Арм.ССР. Е., 1974. 392 с. Зоны санитарной охраны водоканалов и источников водоснабжения питьевого хозяйственного назначения. Санитарные нормы и правила РА. N2-III-A2-2. 2002.
- Карапетян А.И.** Эндогенные рудные формации Памбак-Зангезурской металлогенической зоны Малого Кавказа. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1982. 348 с.
- Крайнов С.Р., Швеи В.М.** Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. М.: "Недра", 1987. 237 с.
- Немодрук А.А.** Аналитическая химия мышьяка. М.: "Наука", 1976. 241 с.
- Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю.** Методы анализа природных вод. Гос. научно-техническое изд. литературы по геологии и охране недр. М.: 1963. 404 с.
- Салихджанова Р.М.-Ф., Гинзбург Г.И.** Полярографы и их эксплуатация в практическом анализе и исследованиях. М.: "Химия", 1988. 160 с.
- Соложенкин П.М., Любавина Л.Л., Буянова Н.Н.** Биологический способ удаления мышьяка из растворов. Цветные металлы. М.: 1987. №6, с. 24-27.
- Yavuz C.F., Mayo J.T., et al.** Pollution Magnet: nano-magnetite for arsenic removal from drinking water. Environmental Geochemistry and Health, Volume 32, Number 4, 2010, p. 327-334.

Рецензент Мелконян Р.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНА РЕКИ МАРМАРИК ПО ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИМ И ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИМ ОРЕОЛАМ

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

Резюме

Целью статьи являлось детальное описание сложных геохимических характеристик территории, оценка экологогеохимического состояния бассейна и влияния на него горнорудной промышленности.

Приводятся результаты экологогеохимических исследований вторичных ореолов рассеяния элементов на территории бассейна р.Мармарик в период 2011-2013гг. Впервые на этой территории проведены комплексные исследования по вторичным ореолам рассеяния элементов, в результате которых выведены классы всех типов вод, а также водных вытяжек из почв и донных осадков. Исследовались воды поверхностного стока, минеральные, рудничные и питьевые пресные воды, почвы и донные осадки некоторых водотоков территории. Выведены типичные формулы составов объектов исследований, которые характеризуют их геохимические особенности.

THE GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF THE MARMARIK RIVER BASIN ACCORDING TO THE HYDROGEOCHEMICAL AND LYTHOGEOCHEMICAL AUREOLES

H. V. Shahinyan, Sh. S. Zakaryan, Sh. A. Gyulnazaryan

The article demonstrates the results of the eco-geochemical studies of the secondary dispersion aureoles of elements in the Marmarik River basin during 2011-2013. Complex studies of the secondary dispersion aureoles of elements in this area were conducted for the first time and helped to identify classes of all water types, as well as of the aqueous extracts from soils and bottom sediments. Surface flow water, mineral, mine and drinkable sweet waters, soils, and bottom sediments of some flows in the Marmarik river basin were analyzed. The purpose of the article was to provide the most detailed description of complex geochemical characteristics of the area, and estimate the eco-geochemical state of the basin and the influence from the mining industry it experienced during the considered time period.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕСУРСА ЗАТОПЛЕННЫХ ШАХТ

© 2014 г. И.А. Садовенко, А.В. Инкин

*Государственное высшее учебное заведение
«Национальный горный университет»
49005, г. Днепрпетровск, пр. Карла Маркса 19, Украина
E-mail: inkin@ua.fm
Поступила в редакцию 12.03.2014г.*

На основе анализа горнотехнических условий работы и геолого-гидрогеологических особенностей затопленной шахты „Новогородовская 2“ в программном комплексе „MODLOW v. 4.5“ создана численная модель, отражающая процессы геофильтрации на ее территории. По результатам решения обратной задачи доказана корректность разработанной модели, с помощью которой оценен тепловой ресурс шахты, заключенный в подземных водах и остаточных запасах угля. Показана возможность активизации этого ресурса путем подземного сжигания некондиционных и маломощных угольных пластов. По результатам расчетов установлено, что тепловая энергия, сосредоточенная в пределах шахтного поля, может разрабатываться по предложенным в работе технологическим схемам и полностью покрывать тепловые потребности близлежащего к ней города в течение отопительного периода.

Введение. Одним из кардинальных направлений реструктуризации угольной отрасли Украины и восстановления природного режима в угледобывающих регионах является консервация отработанных и нерентабельных шахт. Так, согласно „Инвестиционной программе развития угольной промышленности“ на территории Донбасса намечены к ликвидации 64 угольных предприятия, большая часть из которых уже закрыта (Краснопольский 2006), благодаря чему множество небольших шахтерских городов на фоне постоянно растущих цен на бензин и дизтопливо стали ощущать острую нехватку в тепловой энергии. Примером сложившейся ситуации может служить ликвидация шахты „Новгородовская 2“ в Красноармейском углепромышленном районе и вызванные этим перебои в отоплении и горячем водоснабжении зданий расположенных в городе Новгородовка находящемся в 10 км от шахты.

Мировой научно-практический опыт (Германия, Франция, Англия) показывает возможность рентабельного использования низкопотенциального тепла воды из затопленных шахт для обогрева одно-двухэтажных зданий (Wieber 2008). При этом подогрев шахтных вод до состояния приемлемого для теплоснабжения сооружений (60 – 70°C) осуществляется с помощью тепловых насосов требующих больших капитальных затрат на установку и обслуживание. Вместе с тем повышение их температуры до необходимых показателей может быть достигнуто путем подземного сжигания оставшихся в шахте запасов угля. В связи с чем, целью данной работы является моделирование гидротермодинамических процессов в

пределах затопленной ш. „Новгородовская 2“ для обоснования технологических вариантов использования теплового ресурса шахтных вод, активизированного за счет подземного сжигания угля, для теплоснабжения города путем отбора и закачки воды через вертикальные горные выработки на территории шахтного поля.

Материал и результаты исследований. В орогидрографическом отношении поле шахты представляет собой слабоволнистое водораздельное плато, абсолютные отметки которого плавно уменьшаются от +213 м на юго-востоке до +190 м – на северо-западе (Кузнецов и др. 1963). Его границами на севере является Новгородовский сброс, на западе – выходы пласта κ_8 под палеоген-неогеновые отложения, на востоке – изогипса пласта κ_8 -350 м. В строении участка принимают участие отложения свит среднего карбона C_2^6 и C_2^5 , перекрытые палеоген-неогеновыми песками и четвертичными суглинками. Учет потерь и забалансовых запасов показывает, что на сегодняшний день в пределах затопленной шахты „Новгородовская 2“ сосредоточенно более 8 млн. тонн углей пригодных по своим физико-химическим характеристикам для разработки способом подземного сжигания (Крейнин 1982).

В пределах шахтного поля промышленными являются два угольных пласта (рис. 1), залегающие под гидравлически связанными водоносными горизонтами на расстоянии 25-30 м друг от друга, представленными известняком L_1 мощностью до 5 м и песчаниками L_1s l_1 и l_1sl_3 со средней мощностью 15 и 20 м соответственно. Верхнее расположение пласта l_1 , отрабатываемого до пласта κ_8 обусловило первоначальное поступление водопритоков в выше расположенные горные выработки. Такой характер залегания угольных пластов формировал водопритоки в каждую из рассматриваемых угольных пачек, что и определяет следующий подход к геофильтрационной схематизации шахтного поля.

Модель отображает два промышленных пласта, разделяющий слой между ними, а также кровлю пласта l_1 и подошву пласта κ_8 . В результате модель шахты „Новгородовская 2“ площадью 20 км² (4000x5000 м), созданная в лицензионном программном комплексе „MODLOW v. 4.5” (Schlumberger Water Services, Канада), содержит пять пластов с углами падения, соответствующими их горно-геологическим условиям. Мощности продуктивных толщ на модели принимались в соответствии с зависимостью проницаемости подработанного породного массива от кратности его подработки (в среднем равным 10-40 мощностям угольного пласта).

Для задания внешних границ моделируемой области использовались рекомендации, приведенные в работах (Ермаков и др. 1998), согласно которым тектоническое нарушение (Новгородовский сброс на севере шахтного поля) является экраном на пути движения подземных вод. Это определяет необходимость задания на участке сброса непроницаемой в гидродинамическом отношении границы. На юго-западе и юго-востоке, где угольные пласты имеют непосредственную гидравлическую связь с

обводненными палеоген-неогеновыми отложениями, необходимо задание граничного условия третьего рода, отражающего взаимосвязь величины расхода потока подземных вод палеоген-неогенового горизонта в продуктивную толщу с разностью гидродинамических напоров в них. При этом сопротивление, обуславливающее взаимосвязь расходов и разности напоров на выходах угольных пластов, определяется по суммарной величине проводимости пластов и палеоген-неогеновых отложений, пересчитанной в соответствии с размерами расчетных блоков.

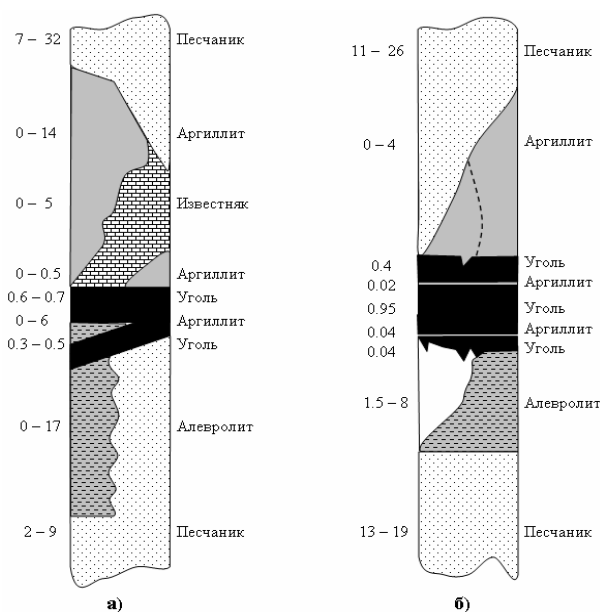


Рис. 1. Структурная колонка пласта k_8 (а) и l_1 (б)

Внутренними границами в модели шахты „Новгородовская 2” являются очистные выработки, отображаемые граничными условиями первого рода с величиной гидродинамического напора, равной абсолютной отметке почвы угольных пластов. Положение этих границ на модели определялась путем построения плана горных выработок в программной среде AutoCAD и переноса контуров выемочных участков на моделируемые слои. При моделировании работы шахты после отключения водоотлива внутренние граничные условия не задавались.

Исходя из существующих теоретических представлений (Садовенко 1991) о проницаемости отработанного породного массива, величина пористости и коэффициента фильтрации в пределах моделируемых горных выработок была задана увеличенной в среднем в 7...10 раз по сравнению с зонами вне ведения горных работ. Шаг дискретизации модели по пространству составил 100x100 м (всего 2000 блоков), что позволило достаточно точно учесть конфигурацию выработок в пределах отрабатываемых пластов в масштабе шахты, при этом шаг по времени не превышал 20 сут. Инфильтрация атмосферных осадков в верхнем слое модели за-

давалась величиной 25% от их среднегодового количества в регионе (125 мм/год).

Для адекватного прогноза водопритокков в процессе затопления шахты на разрабатываемой модели было выполнено эпигнозное моделирование, цель которого состояла в корректировке гидродинамической роли внешних границ водоносных пластов и их фильтрационных свойств. При этом значения гидродинамических параметров водоносных пластов были характерны гидрогеологическим условиям шахты „Новгородовская 2”. Основой для вариации этих параметров послужили результаты опытно-фильтрационных работ и измерений, шахтных водопритокков, полученные „Артемовской гидрогеологической партией” во время работы шахты (Краснопольский 2006).

Решение обратной (эпигнозной) задачи производилось в условиях нестационарного режима фильтрации, основным критерием правильности решения которой являлось сходство фактических и модельных величин затопления шахтного ствола. Результаты решения показывают, что на модели удалось практически полностью отразить динамику подъема уровня воды в системе горных выработок в период затопления шахты. При этом абсолютная погрешность между фактическими и модельными данными уровней находится в пределах 3-11 м, а относительная погрешность не превышает 10 % (табл. 1). Анализ распределения уровня подземных вод на модели показал, что до отключения водоотлива воронка депрессии повторяла контуры зон отработки. Наибольшие понижения приурочены к зонам, где объем выработанного пространства больше. По мере затопления отмеченные закономерности сглаживаются, подъем уровня подземных вод происходит неравномерно, с замедлением в интервалах наибольшей концентрации горных выработок. Таким образом, разработанная геофильтрационная модель шахты „Новгородовская 2” адекватно отображает динамику затопления выработок с учетом специфики горно-геологических и гидрогеологических условий участка.

С помощью разработанной модели был выполнен прогноз положения уровня шахтных вод на настоящий момент времени (15.01.2014 г) и предполагаемое время запуска в работу теплового модуля (01.06.2014 г), а также определен естественный тепловой потенциал шахты. Для этого в первом приближении принималось (Лялько 1971), что гидродинамические параметры пластов не зависят от процессов теплопереноса, а температура воды и скелета пород совпадают в каждой точке. Считаем, что в пределах шахтного поля движение шахтных вод осуществляется по затопленным выработкам, теплообмен в расчетной плоскости отсутствует (Гончаров 2002), ось H направлена вниз. Снизу из глубины в обводненные горные выработки поступает тепловой поток q , вызванный выделением тепла в земных недрах. Сверху ниже 6-7 м от дневной поверхности залегает нейтральный слой пород, температура которого постоянна и равна среднегодовой температуре в регионе ($\approx +10^\circ\text{C}$). При данных условиях дифференциальное уравнение теплопроводности относительно оси H с учетом

конвекции имеет вид

$$\frac{\partial^2 T}{\partial H^2} - \frac{V}{a} \cdot \frac{\partial T}{\partial H} = 0, \quad (1)$$

при следующих граничных условиях

$$T = T_1 \text{ при } H = H_1,$$

$$q = -\lambda \partial T / \partial H \text{ при } H = H_2.$$

Таблица 1

Погрешность определения динамики подъема уровня воды в системе горных выработок при затоплении шахты „Новгородовская 2” по результатам моделирования

Время с начала затопления, сут	Абс. отм. зеркала затопления, м		Абсолютная погрешность, м	Относительная погрешность, %
	Фактическая	На модели		
300	-120.5	-110.45	10.05	8.34
900	-1.15	-1.05	0.1	8.69
1200	25.4	22.9	2.5	9.84
1500	95.1	92.12	2.98	3.13
1800	110.8	99.85	10.95	9.88
2000	109.72	113.3	3.58	3.16

Общее решение уравнения (1) при заданных граничных условиях имеет вид (Гончаров 2002)

$$T = T_1 + \frac{q}{\lambda B} [\exp B(H - H_2) - \exp B(H_1 - H_2)], \quad B = \frac{V}{a} \quad (2)$$

При этом тепловой потенциал шахтных вод, содержащихся в затопленных выработках определяется из выражения:

$$Q = c \cdot \rho \cdot t \cdot V_{\text{об}} \quad (3)$$

В соотношениях (1)-(3): T_1 , H_1 – соответственно температура и расстояние до нейтрального слоя; H – глубина залегания; a , λ – температуропроводность и теплопроводность водонасыщенных пород соответственно; V – вертикальная скорость фильтрации; Q – количество теплоты; c , ρ , t , $V_{\text{об}}$ – удельная теплоемкость, плотность, температура и объем шахтных вод соответственно.

На рис. 2 показана рассчитанная по формулам (2) - (3) температура и естественный тепловой потенциал шахтных вод содержащихся в затопленных выработках. Необходимо отметить, что результаты расчетов хорошо согласуются с фактическими данными, полученными производственным геологоразведочным предприятием „Артемовская гидрогеологическая партия” в ходе замеров температуры на различных горизонтах, а общее количество тепловой энергии аккумулированной шахтными водами в среднем составляет 1300 ТДж.

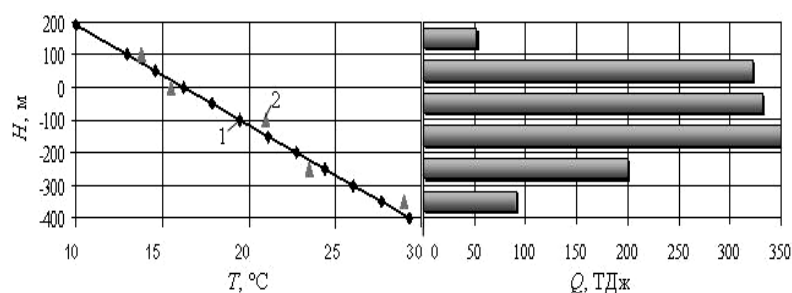


Рис. 2. Изменение температуры (T) и количества теплоты подземных вод (Q), находящихся в затопленных выработках шахты „Новгородовская 2”: 1, 2 – соответственно расчетные и фактические данные

Использование низкопотенциального тепла шахтных вод затопленных горных выработок с помощью геомодуля может рассматриваться в двух технологических вариантах. Первый связан с освоением естественного теплового ресурса шахты „Новгородовская 2”, второй – с его дополнительной активизацией за счет подземного сжигания остаточных запасов угля в пределах шахтного поля (рис. 3). Для достижения максимальной эффективности обе технологические схемы должны быть согласованы с годовым графиком потребления энергоносителей в г. Новгородовка..

Ввод модуля в работу планируется 01.06.2014 г. В этот период подземные воды, сосредоточенные в затопленных горных выработках в интервале $\pm 0 \div +100$ м и имеющие среднюю температуру $+10$ °С (рис. 2) через куст „холодных” скважин расположенных на территории шахтного поля (№ 1411, 1817, 1874, 2113, 2224), откачиваются на дневную поверхность и поступают в оросительные форсуночные камеры для охлаждения воздуха. После чего, нагретыми в результате кондиционирования зданий до температуры наружного воздуха ($25-30$ °С) они через куст „теплых” скважин (№ 3665, 3661, 3367, 3929, 3973) возвращаются в затопленные выработки, но уже на горизонт $-300 \div -400$ м и температурой 30 °С (рис. 3). Спустя два месяца после прекращения охлаждения зданий (окончание лета) вода из нижних горизонтов через „теплые” скважины вновь подается на дневную поверхность для обогрева сооружений по системе „теплый пол”. Отдав низкопотенциальную тепловую энергию и остыв до 7 °С отработанные воды через „холодные” скважины вновь поступают на горизонт $\pm 0 \div +100$ м. Продолжительность этого этапа эксплуатации гидрогеотермального модуля составляет пять месяцев (ноябрь-март), после чего следует двухмесячный период простоя, на протяжении которого могут проводиться ремонтно-профилактические работы. Усредненные данные о предполагаемых годовых дебитах 10 скважин на территории поля шахты „Новгородовская 2” приведены в табл. 2, знак „+” в которой соответствуют закачке воды в горные выработки, а „-” – ее отбору.

Эффективность создания и эксплуатации геомодуля напрямую зависит от соотношения его горнотехнических, гидрогеологических и термо-

динамических параметров с технологическими условиями работы и возможными тепловыми нагрузками, возникающими при отоплении г. Новгородовка. Согласно результатам, полученным в работе (Садовенко и др. 2012) среднее потребление тепловой энергии во время отопительного периода в поселке городского типа с 3 тысячами жителей в подобных климатических условиях составляет 5 ГДж/час. Для города Новгородовка с населением 15 тыс. чел эта величина соответственно будет равна 25 ГДж/час, что составляет приблизительно 100 ТДж тепла за весь период отопления и менее 10 % естественного теплового ресурса затопленной шахты (1300 ТДж). Однако, несмотря на имеющийся значительный запас тепловой энергии, вызванный разностью между теплом заключенным в обводненных выработках и необходимым для обогрева зданий, использование шахтных вод по первому технологическому варианту на практике сопряжено с рядом трудностей. Прежде всего, это связано с недостаточной температурой воды обуславливающей малую теплопроизводительность и эффективность геомодуля. Увеличение дебитов и числа скважин на территории шахтного поля не приведет к необходимым результатам в виду несоответствия температуры шахтных вод показателям, необходимым для теплоснабжения сооружений без дополнительного подогрева.

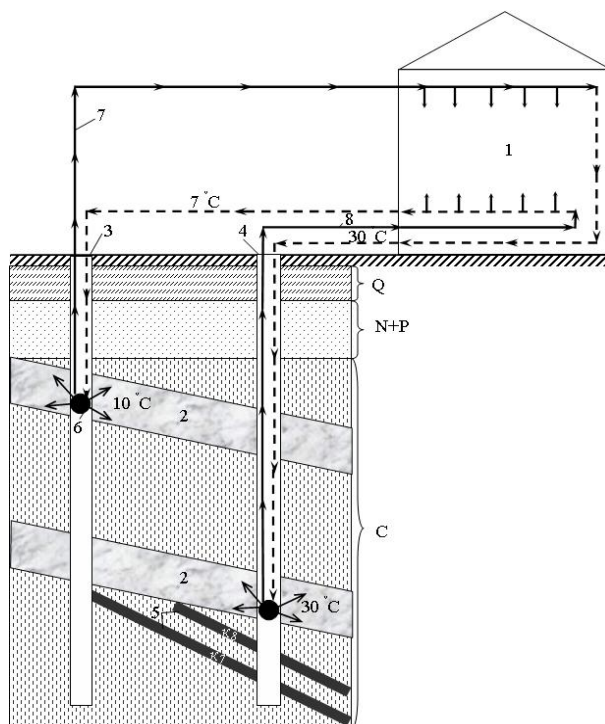


Рис. 3. Технологическая схема гидрогеотермального модуля на территории поля шахты „Новгородовская 2”: 1 – здание; 2 – продуктивная толща с затопленными горными выработками; 3, 4 – соответственно „холодная” и „теплая” скважина; 5 – некондиционные угольные пласты, предназначенные для подземного сжигания; 6 – пакер; 7, 8 – путь движения шахтных вод из „холодной” и „теплой” скважины соответственно

Таблица 2

Годовой цикл суммарного расхода шахтных вод
по скважинам теплового модуля ш. Новогородовская 2”.

Скважины	Расход шахтных вод по месяцам, м ³ /сут											
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	Отопление					Простой		Охлаждение				Простой
"Холодные"	+ 2000					–	–	- 3350				–
"Теплые"	- 2000					–	–	+ 3350				–

Вместе с тем, нагрев вод затопленных выработок до кондиционного состояния (например, без применения тепловых насосов) возможен при работе геомодуля по второму технологическому варианту, предполагающему повышение их температуры за счет подземного сжигания остаточных запасов угля. Сжигание некондиционных и маломощных пластов залегающих в пределах поля шахты „Новогородовская 2” (κ_7^5 , κ_8^H , l_4 и l_5) предполагается производить во время отопительного периода по технологии подробно описанной в работах (Садовенко 2012), с одновременным отбором нагретых вод из вышерасположенных затопленных выработок. При этом установление пространственно-временной динамики формирования термальных ореолов в затопленном массиве вызванных отбором и закачкой разнотемпературных вод, а также тепловым потоком, поступающим из реакционного канала при подземном сжигании угля, позволит наиболее полно использовать тепловой потенциал шахты и минимизировать потери термальной энергии, связанные с взаимовлиянием "холодных" и "теплых" гидрогеотермических полей.

Моделирование процессов теплопереноса при использовании шахтных вод в качестве теплоносителей выполнено на основе разработанной и протестированной геофильтрационной модели шахты «Новогородовская 2». Необходимо отметить, что адекватность и корректность такого подхода к решению задач аккумуляции тепловой энергии в водоносных горизонтах была обоснована в работах (Садовенко и др. 2013). По результатам моделирования получены гидрогеотермальные поля, формирующиеся в затопленных горных выработках при использовании шахтных вод в качестве теплоносителей и подземном сжигании некондиционных угольных пластов для повышения их теплового ресурса. Их анализ позволяет количественно оценить длительность периодов прогрева подземных вод и их охлаждения в процессе отбора теплой воды. Согласно расчетам, к моменту завершения отопительного периода (спустя 2 месяца после прекращения сжигания угля) температура воды в затопленных горных выработках не опустится ниже 65 °С и останется пригодной для отопления гражданских и промышленных объектов. Из этого следует вывод, что суммарные потери тепла (диссипация) через кровлю и подошву вмещающих пород в период аккумуляции тепловой энергии в затоп-

ленных горных выработках весьма незначительны. Более заметны потери тепла после двухмесячного простоя и закачки воды летом. Так, в результате смешения вод нагретых при подземном сжигании углей ($\approx 80-90^\circ\text{C}$) и охлаждении зданий ($\approx 30^\circ\text{C}$) температура воды в затопленных выработках не превышает 48°C . Однако на эффективность работы геомодуля это скажется незначительно в виду их последующего нагрева до кондиционных показателей путем сжигания угля в отопительный период. В целом теплопроизводительность скважин может быть определена из выражения:

$$Q_{\text{скв}} = c \cdot q_{\text{скв}} (t_{\text{пост}} - t_{\text{отр}}),$$

где $q_{\text{скв}}$ – суммарный дебит куста скважин; $t_{\text{пост}}$, $t_{\text{отр}}$ – температура поступающей и отработанной воды соответственно.

Количественные показатели тепловой энергии вырабатываемой тепловым модулем, расположенным на территории поля шахты „Новгородовская 2” при его работе в отопительный период по первому и второму технологическому варианту представлено на рис. 4. Там же, для сравнения, показана в тепловом эквиваленте мощность, затрачиваемая тепловым насосом для нагрева шахтных вод, полученных по первому варианту до кондиционных показателей и теплопотребление г. Новогородовка. Коэффициент преобразования теплового насоса принимался в соответствии с разностью температур эксплуатируемых теплоносителей равным трем.

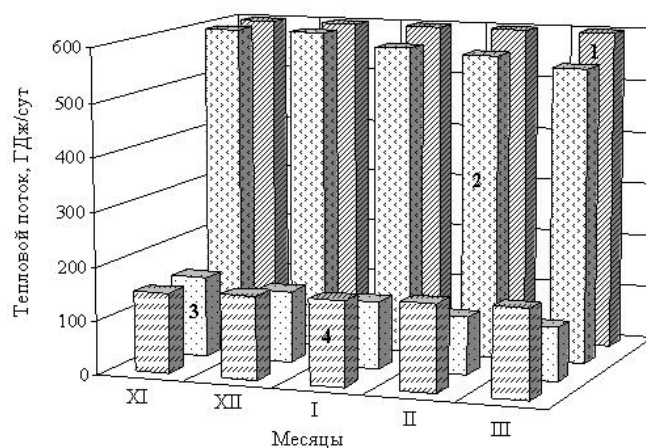


Рис. 4. Производительность теплового модуля на территории поля шахты „Новгородовская 2” в отопительный период: 1 – тепловой поток необходимый для обогрева города Новогородовка; 2, 3 – соответственно количество тепловой энергии вырабатываемое модулем по второму и первому технологическому варианту; 4 – эквивалент мощности, необходимой для нагрева шахтных вод используемых по первому варианту работы геомодуля в тепловом насосе до кондиционных показателей

Анализ рис. 4 показывает, что тепловой ресурс, вырабатываемый геомодулем по второму варианту, практически полностью покрывает тепло-

вые потребности, возникающие во время отопительного периода в г. Новогородовка. Это дает основание рассматривать данную технологическую схему как наиболее перспективную для использования ресурса затопленной шахты „Новгородовская 2”. В случае работы геомодуля по первому варианту получаемый тепловой поток не превысит 150 ГДж/сут, что создаст дефицит теплоснабжения около 450 ГДж/сут. Эффективность первой технологической схемы может быть повышена путем отопления сооружений по системе "теплый пол" или дополнительного нагрева шахтных вод тепловыми насосами. При этом затраты энергии на подогрев теплоносителей до кондиционных показателей в насосах в среднем составят 130-160 ГДж/сут, что втрое меньше возникающего дефицита теплоснабжения.

Выводы. Моделированием процессов геофильтрации и теплопроводности рассчитана температура и естественный тепловой потенциал подземных вод, содержащихся в затопленных выработках шахты „Новгородовская 2”. Показано, что результаты расчетов хорошо согласуются с фактическими данными, а общее количество тепловой энергии, аккумулированной шахтными водами, в среднем составляет 1300 ТДж. Для эффективного использования низкопотенциального тепла шахтных вод обоснованы два технологических варианта работы геомодуля. Первый связан с освоением естественного теплового ресурса шахты. Второй – с его дополнительной активизацией за счет подземного сжигания остаточных запасов угля.

Моделирование теплопереноса при использовании шахтных вод в качестве теплоносителей, выполненное с учетом изменения интенсивности теплового потока поступающего из реакционного канала в затопленные горные выработки, позволило установить, что тепловая энергия, вырабатываемая геомодулем, может полностью покрыть тепловые потребности города с населением 15 тыс. жителей в течение отопительного периода. Использование естественных тепловых ресурсов шахтных вод для отопления зданий без подземного сжигания угольных пластов возможно путем устройства обогрева сооружений по системе "теплый пол" или их дополнительного нагрева в тепловых насосах.

ЛИТЕРАТУРА

- Гончаров С.А. Термодинамика: Учебник. М: Издательство Московского государственного горного университета, 2002, 440 с.
- Ермаков В.Н., Улицкий О.А., Спожакин А.И. Изменение гидродинамического режима шахт при затоплении. Уголь Украины. 1998, № 6. с. 11-13.
- Краснопольский Н.А. Заключение о результатах работы "Прогноз изменения эколого-гидрогеологических условий в границах горных отводов шахты № 2 "Новгородовская", которая ликвидируется, ликвидированной шахты "Селидовская" и шахты им. Д.С. Коротченко, которая подлежит ликвидации, а также смежных с ними действующих шахт (Отчет Артемовской гидрогеологической партии). Артемовск. 2006, 130 с.
- Крейнин Е.В. Подземная газификация угольных пластов. М.: Недра, 1982, 151 с.

- Кузнецов И.А.** Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 1. Угольные бассейны и месторождения юга Европейской части СССР. (Лагутина В.В., Левенштейн М.Л., Попов В.С. и др.). М.: Госгеолтехиздат, 1963, 1210 с.
- Лялько В.И.** Тепло- и массоперенос в подземных водах юго-запада русской платформы и сопредельных регионов: автореф. дис. на соиск. учен. степени докт. геол.-мин. наук: спец. 04.125 "Гидрогеология". Инст. геол. наук АН УССР. К., 1971, 70 с.
- Садовенко И.А., Инкин А.В.** Миграция и теплоперенос вокруг подземного газогенератора. Днепропетровск: "Грани", 2012, 282 с.
- Садовенко И.А., Инкин А.В.** Оценка эффективности теплового модуля на основе ресурсного потенциала затопленной шахты. Вестник Кременчугского национального университета им. Михаила Остроградского, 2013. Вып. 3 (80), с. 123-127.
- Садовенко И.А., Рудаков Д.В., Инкин А.В.** Моделирование теплопереноса в водоносном горизонте при аккумуляции и отборе тепловой энергии. Научный вестник НГУ, 2012, № 1, с. 40-45
- Садовенко И.А.** Синтезирование численных моделей при решении задач управления геофильтрационным состоянием горного массива. Известия вузов. Геология и разведка. 1991, № 12, с. 19-22.
- Садовенко И.А.** Численное исследование особенностей теплового поля вокруг подземного газогенератора // Сборник научных трудов НГУ, 2012, № 39, с. 11-20.
- Wieber G. A.** Source of Geothermal Energy – Examples from the Rhenish Massif. Mine Water: In: Technical University of Ostrava Faculty of Mining and Geology, In: Proceedings of the 10th IMWA Congress –2008.in Karlovy Vary, Check Republic, p.113-116.

Рецензент Муридджанян Р.

ՈՂՈՂԱՏԱՐՎԱԾ ՀԱՆՔԱՀՈՐԵՐԻ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Ի.Ա. ՍԱՂՈՎԵՆԿՈ, Ա.Վ. ԻՆԿԻՆ

“Նովոգրադովսկայա 2” ողողատարված հանքահորի երկրաբանա-ինժեներաերկրաբանական առանձնահատկությունների և աշխատանքի լեռնատեխնիկական պայմանների վերլուծության հիման վրա “MODLOW v. 4.5” ծրագրային համալիրում ստեղծվել է թվային մոդել, որն արտահայտում է նրա տարածքում գեոֆիլտրացիայի պրոցեսները: Հակադարձ խնդրի լուծման արդյունքում ապացուցվել է մշակված մոդելի ճշտությունը, որի օգնությամբ գնահատվել է ստորգետնյա ջրերում և ածխի մնացորդային պաշարներում պարփակված հանքահորերի էներգետիկ ռեսուրսները: Ցույց է տրված փոքր հզորության և ոչ կոնդիցիոն ածխային շերտերի ստորգետնյա այրման ճանապարհով այդ ռեսուրսի ակտիվացման հնարավորությունը: Հաշվարկների արդյունքում բացահայտված է, որ ջերմային էներգիան, որը կենտրոնացված է հանքահորերի դաշտի սահմաններում, կարող է շահագործվել աշխատանքում առաջարկված տեխնոլոգիական սխեմաներով և ամբողջությամբ կծածկի նրա մոտակա քաղաքի ջերմաէներգետիկ պահանջարկը ջեռուցման ժամանակաշրջանի ընթացքում:

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITIES OF USING THERMAL RESOURCES OF FLOODED MINES

I.A. Sadovenko and A.V. Inkin

Based on the geological and engineering-geological characteristic features of “Novogradskaya 2” flooded mine and on the analysis of the mining-engineering conditions, “MODLOW v. 4.5” software package was applied to create a numerical model that reflects the geo-filtration processes in its area. The accuracy of the developed model is proved by the results of solution of the inverse problem; the model helped to assess energy resources of the mines enclosed in ground waters and residual coal reserves. The possibility of activating this resource through underground combustion of not thick and off-grade coal seams is demonstrated. The calculations proved that the thermal energy concentrated in the mining field area could be exploited according to the technological schemes proposed in the work and would -cover the thermal energy needs of the nearby town throughout the heating period.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЙ МЕДИ, ЦИНКА И СВИНЦА В РУДАХ АРМАНИССКОГО ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕНТГЕНРАДИОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

© 2014 г. А. А. Тамразян, Л. В. Акопян

*Институт геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА
3115, Гюмри, ул. В. Саргсяна 5, Республика Армения
E-mail: artush.tamrazyan@mail.ru
Поступила в редакцию 09.06.2014г.*

При рентгенорадиометрическом анализе элементов с близкими атомными номерами возникают определенные затруднения, связанные с их взаимным влиянием и низким энергетическим разрешением применяемых детекторов.

В статье предложен способ учета взаимного влияния этих элементов и приведены результаты его применения на Арманисском золото-полиметаллическом месторождении при анализе порошковых проб на медь, цинк, свинец и опробовании керна скважин на медь.

В настоящее время при эксплуатационной разведке и разработке Арманисского месторождения определение содержаний меди, цинка и свинца в пробах производится в основном с помощью химического анализа, применение которого не позволяет оперативно руководить разработкой месторождения. В этой связи перспективным является применение рентгенорадиометрического метода (РРМ), основанного на возбуждении и регистрации характеристического рентгеновского излучения элементов. РРМ, почти не уступая по точности химическому анализу, намного превосходит его по экспрессности и производительности.

С целью внедрения РРМ на Арманисском золото-полиметаллическом месторождении для начала нами произведена опробация методики анализа порошковых проб и опробования керна на медь, цинк и свинец.

При анализе элементов с близкими атомными номерами (Cu, Zn) возникают определенные затруднения аппаратурно-технического характера, связанные с низкими энергетическими разрешениями применяемых детекторов (Тамразян, 1995).

Обычно для выделения интенсивности характеристического излучения определяемого элемента в сложном аппаратурном спектре применяются различные методические и технические приемы - метод Долби, метод селективных фильтров, метод дифференциальных фильтров и т.д.

Метод Долби основан на измерении скоростей счета, соответствующих разным участкам аппаратурного спектра. Однако этот метод не обеспечивает высокой точности определения низких концентраций элементов.

При способе селективных фильтров, принцип действия которого заключается в резко различном ослаблении фильтрующим элементом излучений с энергией фотонов меньше и больше энергии К-края поглощения

элемента фильтра, также усложняется выполнение анализа проб сложного состава.

Отмеченные недостатки в некоторой степени устраняются при использовании для выделения характеристического излучения определяемого элемента дифференциальных фильтров Росса. Принцип действия таких фильтров основан на резко различном поглощении аналитической линии определяемого элемента E_x двумя элементами с энергиями К-краев поглощения больше и меньше энергии фотонов E_x . Однако при проведении анализа с дифференциальными фильтрами несколько увеличивается статистическая погрешность анализа, связанная с величиной скачка поглощения фильтров, которая обычно несколько меньше скачка поглощения фильтрующих элементов (Якубович, 1969). Недостатком метода дифференциальных фильтров является также необходимость проведения последовательных измерений при определении интенсивности характеристического излучения двух или большего числа элементов. Кроме того, при определении легких элементов возникают трудности, связанные с приготовлением и балансировкой фильтров с небольшой поверхностной плотностью.

Вышеуказанные недостатки устраняются при работе с аппаратурой, построенной по схеме дифференциального детектора. Такой детектор регистрирует с наибольшей эффективностью излучения, энергия которого лежит в узком диапазоне между значениями энергий краев поглощения фильтра и излучателя. Рентгеновские фильтры и излучатели представляют собой тонкие фольги из материалов, специально подобранных для каждого спектрометрического канала. Излучение вне рабочего диапазона регистрируется со значительно меньшей эффективностью.

Так, для анализа полиметаллических руд на медь, цинк и свинец использовали бездифракционный рентгеновский анализатор БАРС-3, построенный по вышеуказанной схеме. Анализатор содержит три сменные спектрометрические головки для анализа широкого круга элементов. Первая головка предназначена для проведения измерений на железо, медь, цинк и свинец, т.е. она охватывает практически все элементы, входящие в полиметаллические руды.

При измерении квантов характеристических излучений этих элементов наблюдается взаимное влияние меди и цинка, так как их аналитические линии не полностью разделяются дифференциальными детекторами. Для изучения взаимного влияния этих элементов на специальных эталонных пробах были проведены измерения. Для первой серии проб, где цинк полностью отсутствует ($q_{Zn} = 0$), по мере увеличения концентрации меди, увеличивается также интенсивность квантов в канале цинка (рис.1).

Такая же картина наблюдается и для второй серии проб, в которой меняется содержание цинка, а медь отсутствует. В тоже время каналы железа и свинца практически не реагируют на изменение меди и цинка. Попадание квантов характеристического излучения определяемого элемента в канал соседнего элемента обусловлено близостью энергии их

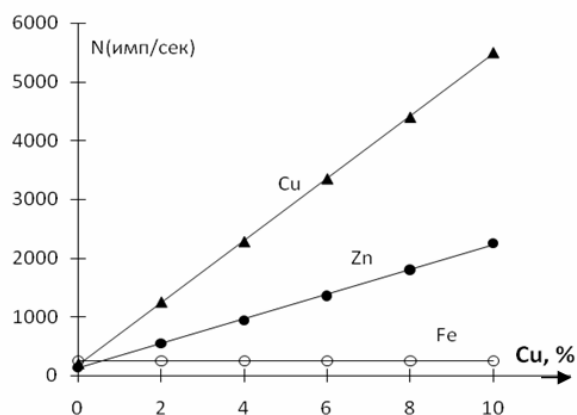


Рис.1. Результаты измерения эталонных проб для подсчета коэффициентов пропорциональностей K_{Cu} и K_{Zn} .

характеристических излучений. Так, чем меньше ΔE разница энергии характеристических излучений этих элементов, тем больше квантов попадают в соседний канал. С помощью экспериментальных измерений установлена эта зависимость, которая представлена на рис.2.

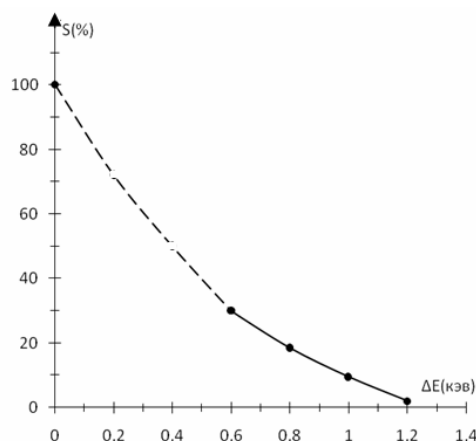


Рис.2. Зависимость взаимного влияния S от разницы энергии характеристических излучений определяемых элементов ΔE .

Как видно из рисунка при разнице энергии характеристических излучений определяемого и соседних элементов больше чем на один кэВ, влияние S практически отсутствует, а с уменьшением этой разницы влияние S (в процентах) резко возрастает.

Взаимное влияние этих элементов учитывается с помощью следующих формул:

$$I_{Cu} = I'_{Cu} - K_{Cu} \cdot I'_{Zn},$$

$$I_{Zn} = I'_{Zn} - K_{Zn} \cdot I'_{Cu},$$

где I'_{Cu} и I'_{Zn} - интенсивности характеристических излучений меди и цинка, измеренные в соответствующих каналах, I_{Cu} и I_{Zn} - те же, с учетом взаимного влияния, K_{Cu} и K_{Zn} - коэффициенты пропорциональности, значения которых определяются экспериментальным путем из следующих условий:

$$q_{Cu} = 0; I_{Cu} = 0; K_{Cu} = \frac{I'_{Cu}}{I'_{Zn}},$$

$$q_{Zn} = 0; I_{Zn} = 0; K_{Zn} = \frac{I'_{Zn}}{I'_{Cu}}.$$

Предложенный способ учета взаимного влияния меди и цинка был применен на Арманиском месторождении при анализе порошковых проб на медь, цинк и свинец и опробовании керна на медь. Анализ начался с построения градуировочных (эталонных) графиков для чего сначала измерения проводились на порошках и кернах с известными данными химического анализа. Эталонировочные графики представлены на рис.3.

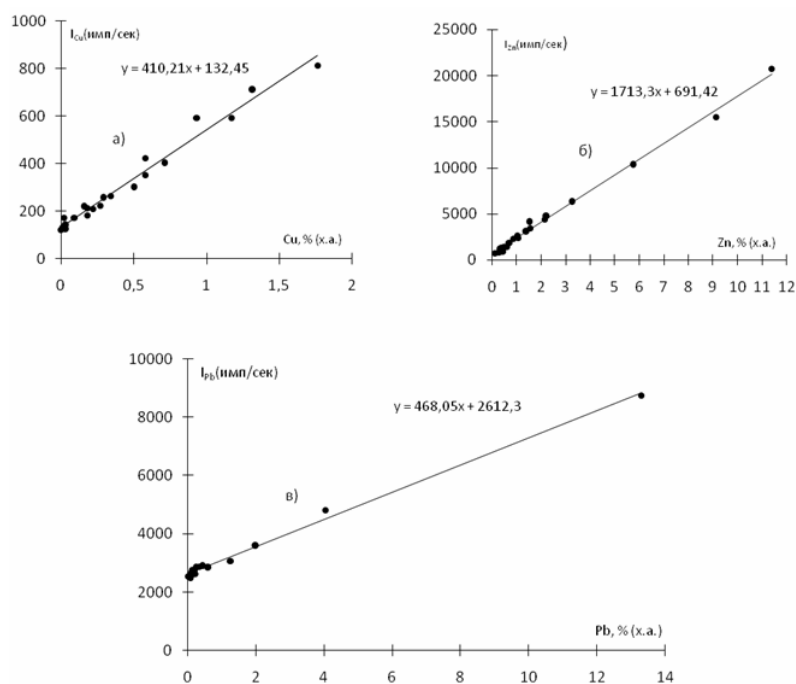


Рис.3. Эталонировочные графики для меди(а), цинка(б) и свинца(в).

При построении градуировочного графика для керна содержание меди определялось как по отдельному метровому интервалу керна, так и по рудным зонам в целом. Градуировочные графики и пример выделения

меди в керне представлены на рис.4, откуда видно, что для получения более точного и достоверного графика необходимо скорость счета характеристического излучения и содержание определяемого элемента брать по рудным зонам (рис.4,б), а не по отдельному метровому интервалу (рис.4,а).

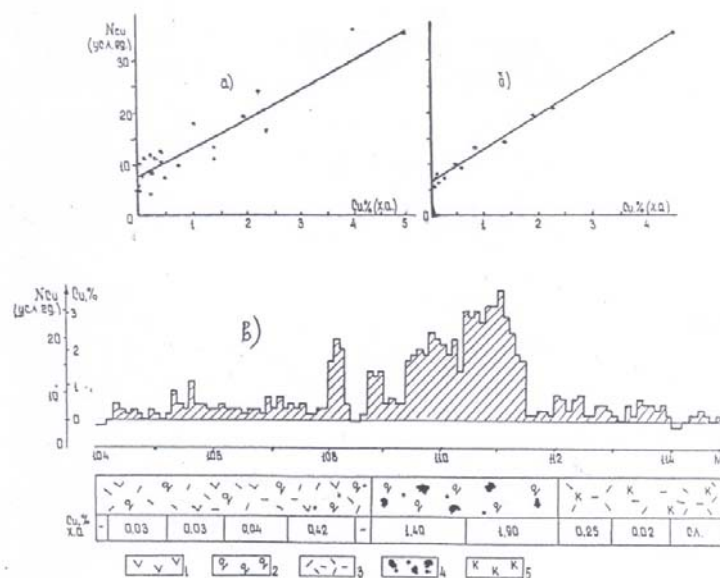


Рис.4. Градуировочные графики для определения содержания меди в керне, построенные по отдельному метровому интервалу керна(а) и по рудным зонам(б) и пример выделения меди в керне (скв.319) (в).

1 – порфириты; 2- окварцование; 3 – гидротермальное изменение; 4- сплошное оруденение; 5- карбонатизация.

Далее, имея градуировочные графики, вышеуказанным способом опробовали большой объем порошковых проб на медь, цинк и свинец и керн скважин на медь. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1
Результаты анализа порошковых проб и керна скважин.

Определяемый элемент	К-во проб или опред.	Средн. содержание(%)	Абсолютная сред. квадрат. погрешн., (%)	Относит.средняя квадрат. погр (%)	Относит.допус. расхожд. для химанализа(%)
Порошковые пробы					
Cu	228	0.54	0.078	14.4	15
Zn	228	2.03	0.22	10.8	15
Pb	228	1.23	0.13	10.6	12
Керны скважин					
Cu	43	1.24	0.12	10	15

При анализе проб статистическая значимость систематического расхождения между рентгенорадиометрическим и химическим анализами оценивалась по t -критерию.

Известно, что систематическое расхождение будет статистически значимым при $t \geq 1.96$ для 95%-ного уровня доверительной вероятности (Кендалл, 1966). Если $t < 1.96$, то расхождение между рентгенорадиометрическим и химическим анализами является случайным и может не приниматься во внимание.

Так, при анализе порошковых проб Арманисского месторождения статистическая значимость систематического расхождения для меди, цинка и свинца составляла 1.64, 1.52 и 1.71 соответственно, а для меди в керне – 1.80.

Таким образом результаты анализа показывают, что содержания меди, цинка и свинца в рудах Арманисского месторождения рентгенорадиометрическим методом можно определить с точностью, удовлетворяющей требованиям горнодобывающих организаций.

Учитывая также экспрессность РРМ, его применение в Арманисском золото-полиметаллическом месторождении, безусловно, позволит оперативно руководить процессом эксплуатации и разработки и даст большой экономический эффект.

ЛИТЕРАТУРА

- Кендалл М. Дж, Стьюарт А. Теория распределений. Перевод с англ. Под ред. А. Н. Колмогорова. – М.: Наука, 1966, 588с.
- Тамразян А. А. Определение меди в полиметаллических рудах рентгенорадиометрическим методом. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1995, №2-3, с. 128-130.
- Якубович А. Л., Заицев Е. И., Пржиялговский С. М. Ядерно-физические методы анализа минерального сырья. – М.: Атомиздат, 1969, 451 с.

Рецензент Мириджаниян Р.

ՊՂՆՁԻ, ՑԻՆԿԻ ԵՎ ԿԱՊԱՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ԱՐՄԱՆԻՍԻ ՈՍԿԻ-ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹՈՒՄ ՌԵՆՏԳԵՆԱՌԻՈՄԵՏՐԻԿԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ

Ա. Ա. Թամրազյան, Լ. Վ. Հակոբյան

Ամփոփում

Ատոմական մոտ կարգաթիվ ունեցող էլեմենտների ռադիո-չափական անալիզի ժամանակ առաջ են գալիս որոշ դժվարություններ՝ կապված կիրառվող դետեկտորների ցածր էներգետիկ թույլատրելիության հետ: Երկրորդական սպեկտրներում այդ էլեմենտների անալիտիկ գծերը մասամբ վերադրվում են և անալիզի ժամանակ փոխադրում միմյանց վրա:

Որքան փոքր է որոշվող էլեմենտների բնութագրիչ ճառագայթների էներգիաների տարբերությունը, այնքան մեծ է նրանց փոխազդեցության չափը:

Այդ կախվածության փորձնական ուսումնասիրության ժամանակ պարզվել է, որ 1կէՎ-ից բարձր արժեքների դեպքում փոխազդեցությունը գործնականում վերանում է, իսկ դրանից փոքր արժեքների դեպքում այն առկա է, ինչը մեթոդի գործնական կիրառման ժամանակ անհրաժեշտ է հաշվի առնել:

Հոդվածում ներկայացված է պղնձի և ցինկի փոխազդեցության հաշվի առման եղանակը, որը կիրառվել է Արմանիսի ոսկի-բազմամետաղային հանքավայրում փոշու նմուշներում պղնձի, ցինկի և կապարի, ինչպես նաև հորատանցքների հանուկներում պղնձի որոշման ժամանակ:

DETERMINATION OF COPPER, ZINC AND LEAD IN THE ORES OF ARMANIS GOLD POLYMETALLIC DEPOSIT BY X-RAY METHOD

A.A. Tamrazyan and L.V. Hakobyan

Abstract

Certain difficulties are encountered in the X-ray analysis of elements with similar atomic numbers, associated with their mutual influence and low energy resolution of the applied detectors. Analytical lines of these elements are partly superimposed in the secondary spectra and influence one another.

The smaller characteristic radiation energies of the determined elements the greater the rate of their mutual influence

In the course of experimental study of this dependence it was established that while this mutual influence was present in case of values smaller than 1 keV, the effect disappeared when values become greater. This should be considered when the method is applied in practice.

The article suggests a way of accounting for the mutual influence of copper and zinc, which was applied when analyzing copper, zinc and lead in powder samples from the Armanis polymetallic deposit and determining copper in borehole core.

**ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ДИАТОМОВО-ПЕПЛОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ВОРОТАН-
ГОРИССКОГО ДИАТОМИТОНОСНОГО БАСЕЙНА И
СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ**

© 2014 г. Т.А.Авакян, Ж.О.Степанян

*Институт геологических наук НАН РА
0019, Ереван пр.Баграмяна 24а
E-mail:Janeta.stepanyan@gmail.com
Поступила в редакцию 08.07.2014г.*

Статья посвящена изучению характерных признаков пепловых пород Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна, представляющих собой корреляционные реперы. По ним в разрезе диатомитовой толщи бассейна нами с учетом данных предыдущих исследователей, а также микроботанического анализа выделено 2 возрастных горизонта: верхнеплиоцен-нижнечетвертичный и нижне-среднечетвертичный. Проведенные исследования могут служить подспорьем для более вероятного выявления эволюции развития вулканизма бассейна. Показана также роль пепловых пород в образовании таких полезных ископаемых, как диатомиты и их вулканические разновидности, фосфориты, бораты и др.

Целью данной статьи является изучение характерных особенностей пепловых пород Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна, а также связанных с ними некоторых полезных ископаемых. В связи с этим возникает необходимость проведения литолого-стратиграфических, гранулометрических, рентгеноструктурных исследований, а также выделение породообразующих диатомовых форм.

Территория Армении и смежные с нею области южного Кавказа в конце плиоцена-начале четвертичного периода представляла собой арену бурной вулканической деятельности (Карапетян, Джрбашян и др., 2010). Верхнеплиоцен-четвертичный вулканизм Сюникского нагорья характеризуется преимущественно центральным полигенным и моногенным типами извержения. Продукты извержения представлены лавовыми потоками, пирокластами и вулканогенно-обломочными породами. Надо отметить, что содержание вулканокластики возрастает с СЗ на ЮВ и приурочено к участкам развития вулканизма Сюникского нагорья.

Формирование рассматриваемых нами диатомово-пепловых пород протекало при поступлении в озерный бассейн, в котором обитали диатомовые водоросли, богатого кремнекислотой пеплового материала. Ввиду того, что диатомовые водоросли не успевали усвоить всю кремнекислоту из привнесенной в водоем неразложившейся пирокластики, многие панцири выпадали в осадок и вместе с пепловым, пемза-пепловым материалом, осевшим на дне бассейна, образовывали диатомово-пепловые породы и другие их разновидности. В образовавшихся таким образом породах, в отличие от пеплов других регионов, содержание панцирей диатомовых водорослей, колеблется от 5 до 20%. Диатомеи в них представлены

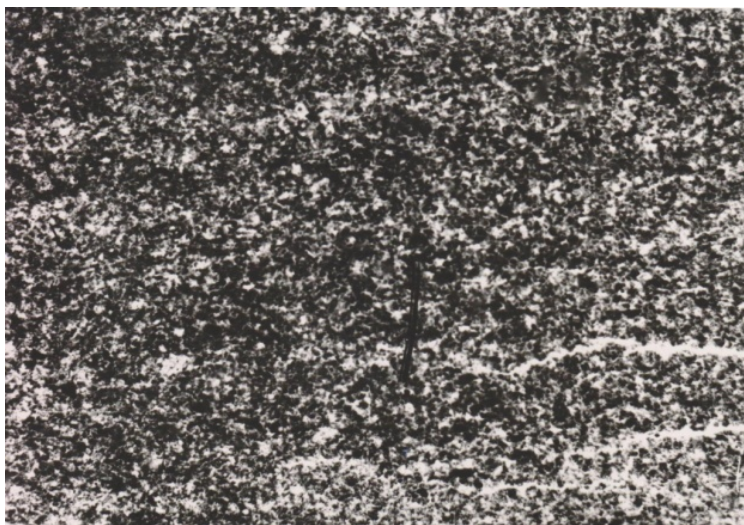


Рис.1 Диатомово-пепловая порода. Шлиф. Ув.45, ник.7



Рис.2 Электронномикроскопический снимок диатомитовой флоры в диатомово-пепловой породе. Ув.630

преимущественно пресноводными видами цилиндрической формы. Эти породы в разрезах прослеживаются в виде отдельных горизонтов. В Воротан-Горийском бассейне насчитывается 5-6 таких горизонтов. Мощность горизонтов колеблется от нескольких сантиметров до 1,5м. Залегают они на разных стратиграфических уровнях. По ним можно судить о многократности извержения в период верхнеплиоцен-четвертичного времени.

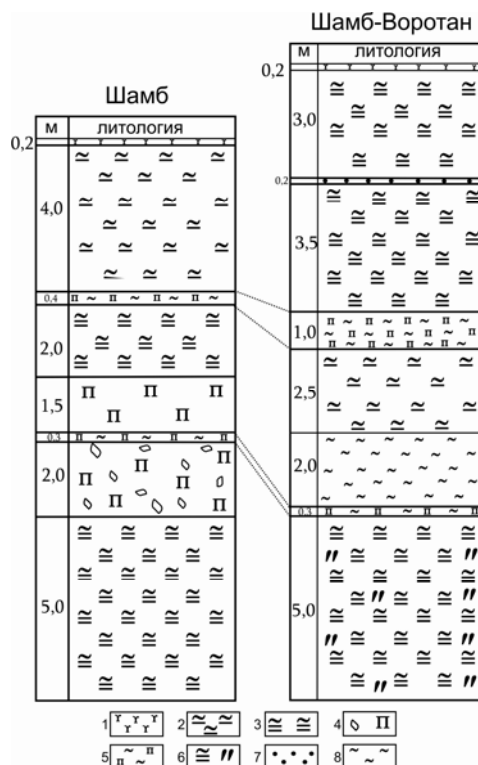


Рис.3 Верхние горизонты диатомитовой толщи центральной части Сисианского диатомитоносного бассейна.

Условные обозначения: 1 - почвенно-растительный слой; 2 - диатомиты глинистые; 3 – диатомитовые глины; 4 - пемза-обломочные породы; 5 – диатомово-пепловые породы; 6 – ожелезненные диатомовые глины; 7 - ожелезненные рыхлые песчаники; 8 – диатомиты тонкослоистые.



Рис. 4 Разрез части вулканогенно-диатомитовой толщи у с.Шамб
Светло-серые слои – диатомово-пепловые породы.

При изучении диатомово-пепловых пород Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна было обращено внимание на такие особенности

пород, которые способствуют выделению их в качестве корреляционных реперов (Гущенко, 1963). К числу последних отнесены мощность отложений, цвет, гранулометрия, минеральный состав, ожелезнение. Помимо этого, мы считаем, что характерным признаком может служить также молекулярное отношение $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$. Гранулометрически изучаемые пепловые породы относятся к алевро-пелитовой размерности. Пеплы разных частей бассейна разнятся гранулометрически: более грубозернистые сконцентрированы в южной и юго-восточной частях бассейна, а в центральной и северной частях они более тонкозернистые. Соответственно изменяется и химизм пород: от риолитового в северной и южной частях бассейна к андезитовому и базальтовому в его центральной части (табл.1)

Таблица 1

Химический состав и молекулярное отношение пепловых пород Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна

№проб, молекулярное отношение $\text{SiO}_2:$ Al_2O_3		SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	CO_2	P_2O_5	MnO	Na_2O	K_2O	H_2O^+	n.n.n	сумма
1	8,3	70,16	14,33	0,33	2,15	0,28	1,50	0,17	0,50	0,30	0,06	3,20	2,95	0,24	3,33	100,0
2	7,74	69,77	15,31	0,30	2,62	1,14	0,37	0,26	0,88	0,29	0,12	4,17	2,0	0,40	1,60	100,0 3
3	6,05	62,09	17,68	0,77	3,12	1,24	1,30	1,2	1,2	0,11	0,03	2,60	4,34	0,70	3,50	99,88
4	5,97	61,04	17,43	0,65	3,37	0,40	1,92	1,11	0,35	0,32	0,12	2,90	4,63	1,25	4,26	99,75
5	5,80	61,60	17,90	0,34	3,58	0,29	1,85	2,89	0,94	0,80	0,05	3,0	2,20	3,5	1,0	99,94
6	5,78	61,08	18,17	0,21	3,40	0,48	0,77	2,49	0,8	0,34	0,10	2,85	1,05	6,0	2,0	99,74
7	4,80	60,19	20,96	0,57	4,25	0,86	0,80	2,6	0,9	0,30	0,07	2,30	1,0	5,0	1,0	100,8
8	4,17	53,15	21,06	0,51	7,06	0,40	2,11	2,63	1,2	0,40	0,20	2,80	1,0	6,0	1,8	99,60

Анализы выполнены в химической лаборатории ИГН НАН РА. Аналитик: Б.А.Талиашвили
Примечание: обр 1-6 – участок Горайк, 7-8 – участок Шамб

В исследуемом диатомитоносном бассейне пеплы известны как в разрезах естественных обнажений, так и выявлены в скважинах. Так, на Горайкском участке Воротан-Горисского диатомитоносного бассейна скважинами выявлены пеплы. Здесь диатомитовая толща, обнажаясь на абсолютных отметках 2100м, залегает горизонтально на древних валунно-галечных отложениях, подстилающихся в свою очередь нижнечетвертичными андезит-базальтами и базальтами. На этом основании, а также учитывая данные диатомового анализа, а именно наличие разных возрастных комплексов диатомовых форм, мы пришли к выводу о том, что в Воротан-Горисском диатомитоносном бассейне можно выделить 2 стратиграфических горизонта диатомитовых пород: верхнеплиоцен–нижнечетвертичный и ниже–среднечетвертичный. Однако, возраст рассматриваемых пород разными исследователями интерпретируется по-разному. Остановимся на одной из последних точек зрения. В 2010г. в Сисианском районе на

участке Шамб рядом исследователей (Ollivier V., Nahapetyan S. и др., 2010) К – Аг методом был определен абсолютный возраст базальтов, залегающих на диатомитовых глинах. Возраст их составил 935 тыс.л. $\pm$ 15 тыс.л. Помимо этого, на 80м ниже отмеченного горизонта обнажаются пемза – пепловые породы. Этими же исследователями Аг- Аг методом был определен их возраст, соответствующий 1,16млн.л. – 1,24млн.л.

Исследования минерального состава диатомово-пепловых пород показали, что из цветных минералов в тяжелой фракции доминируют пироксены (авгит и диопсид) и амфиболы (в сумме от ед.знаков до 90-95%) с примесью рудных минералов. Отметим, что этот комплекс минералов особенно характерен для тех разрезов, где присутствуют потоки вулканических пород. В легкой фракции преобладает вулканическое стекло (30-95%). В небольшом количестве присутствуют кварц, плагиоклазы, а также глинистые частицы. В иммерсионных препаратах хорошо видно большое разнообразие форм стекла. Преобладают обломки с угловатыми формами. Стекло это, как правило, свежее, бесцветное, иногда буровато-зеленоватое. Наряду со стеклом с гладкой поверхностью в пепле довольно много обломков стекол, имеющих как бы волокнистое строение, внешне напоминающее спайность минералов. Такие осколки в какой-то мере мутные. Они содержат мельчайшие непрозрачные пылевидные включения, тем не менее эти обломки всегда изотропны, не раскристаллизованы. Реже встречается мелкопористое стекло, которое однородно и бесцветно. Количественно подчинены удлинённые палочкообразные то прямые, то изогнутые осколки стекла. Показатель преломления стекла колеблется от 1,490 до 1,520, (особенно в северной части бассейна). В центральной и южной частях бассейна этот показатель варьирует в пределах 1,520 – 1,540. Размеры стекол во всех случаях – от 0,02 до 0,8мм. Как видно из табл.1, отношение $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ колеблется от 8,3 до 4,17. Наши микроскопические исследования показали, что между количеством неразложённого вулканического стекла и отношением $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ существует прямая зависимость, а показатель преломления вулканического стекла находится в обратной зависимости от этого отношения.

Исследуемые породы в постседиментационный период претерпели изменения различной интенсивности. Необходимо отметить, что по мере интенсивности эпигенетических изменений пеплового материала сокращается количество неразложённого вулканического стекла, достигающее 30%. Одним из наиболее развитых процессов изменения является оглинение. При оглинении в результате внутреннего растворения сокращается количество малоустойчивых минералов, таких, как пироксен, роговая обманка и др., а вместо этого возрастает содержание более устойчивых минералов – граната, циркона, рутила, ильменита, турмалина, эпидота и др. В отдельных частях бассейна (сс. Шамб, Брнакот, Барцраван) оглинение сопровождается образованием монтмориллонитовой глины.

Преобразование пеплового материала в монтмориллонитовую глину является продуктом стадийного преобразования пепло-пемзового материала-

ла, поступавшего в диатомитоносный бассейн (Авакян, Степанян, 2006). По Slaughter и Early (1965), процесс монтмориллонитизации схематически имеет такой вид: вулканическое стекло + H_2O + монтмориллонит + цеолит + металлические ионы в растворе.

Присутствие монтмориллонита подтверждается регистрацией на дифрактограмме интенсивного рефлекса с $d_{(001)}-14,7-15,0A^0$, достигающего $17,6-18,7A^0$ после насыщения глицерином. По данным электронографических исследований, структура монтмориллонита несовершенная, что связано с неполным разложением пеплового материала. В связи с этим определены не все параметры элементарной ячейки, а только значения “а” и “в”: $a=5,16-5,20A^0$; $b=8,96-9,0A^0$ (рис.5).

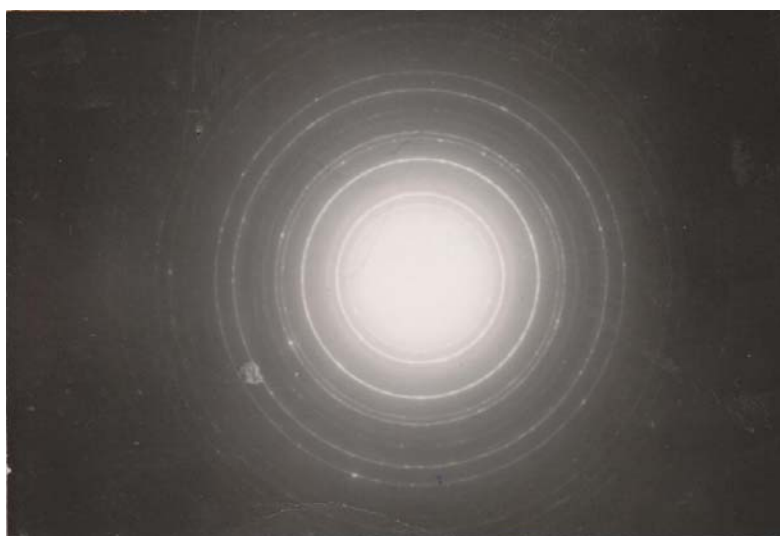


Рис.5 Электрограмма косой текстуры монтмориллонита. $\varphi=60'$

Известно, что монтмориллонитизация протекает в условиях низкой растворимости глинозема, высокой – кремнезема, при повышенной магнетизальности (Хавкинс, Рой, 1963; Грин, 1953), карбонатности и ожелезненности пород. Немаловажную роль здесь играет аридизация климата, в результате которой повышается соленость бассейна. Подтверждением тому являются встречающиеся кристаллы гипса, а также пресноводно-солончатые формы диатомей: *Rhopalodia ibba* (Ehr.), *O.Mull*, *gomphonema constrictum* Var. *Capitatuir* (Ehr.). Некоторые диатомеи, по .Ф.Гусевой (1937), являются индикаторами солей железа. Таковы, например, *Stephanodiscus* *Astraea* var *minutilus* ~Ktz. Grum. Еще одним доказательством ожелезненности вод бассейна являются развитые в диатомитовых толщах железистые конкреции.

Проведенные литолого-минералогические исследования позволили нам выявить фосфорсодержащие пепловые горизонты – зоны, в которых содержание P_2O_5 колеблется от 7 до 29%, а Fe_2O_3 от 3 до 18%. После

соответствующей кислотной обработки породы были получены концентрированные растворы с содержанием P_2O_5 , равным 30-45% и с ничтожным содержанием Fe_2O_3 - 2-3% (Авакян, Талиашвили, 2011). Полученный концентрат по своим основным качественным показателям, а именно по способности растениями усваивать P_2O_5 , а также по содержанию железа, вполне соответствует требованиям, предъявляемым к фосфорным удобрениям. Известно, что в таких участках бассейна, где накапливаются фосфоритоносные породы, почти все породы недонасыщены кремнеземом и насыщены щелочами (Бродская, 1974). Доказано, что фосфор накапливается на поверхности вулканического стекла и освобождается вслед за осаждением пеплов (Гущенко, 1965). Кроме того в диатомово-пепловых породах были обнаружены (Л.Игнатьева, Е.Рогожин, 1973) борные минералы в виде мелких кристаллов (0,008мм) буры, улексита и тинкалкониата. В связи с этим в результате литолого-фациальных исследований были обнаружены бороносные диатомово-пепловые и диатомитовые породы, в которых содержание бора, по предварительным данным, колеблется от 0,5 до 5%. Отметим, что вопросами бороносности, в частности, минеральных вод в районе исследований занимался Э.С.Халатян (1980). В дальнейшем необходимо провести детальное изучение вулканогенно-диатомитовой толщи для обнаружения богатых бороносных слоев и участков.

Резимируя изложенное выше, можно прийти к следующим выводам:

1. Пепловые породы, обнажающиеся в Воротан-Горисском диатомитоносном бассейне, являются диатомово-пепловыми, так как в них содержатся панцири диатомовых форм в количестве 5 - 20%.
2. Эти породы характеризуются высоким содержанием кремнезема и щелочей. Пеплы, обнажающиеся в верхних горизонтах диатомитовой толщи, более щелочные, чем в нижних горизонтах. Молекулярное отношение $SiO_2 : Al_2O_3$ в них составляет от 4,17 до 8,3%.
3. Главной составляющей диатомово-пепловых пород является вулканическое стекло-30-95%. Количество вулканического стекла находится в прямой зависимости от молекулярного соотношения $SiO_2 : Al_2O_3$. Из цветных компонентов доминирует пироксен-амфиболовая ассоциация с примесью рудных минералов.
4. Пепловые горизонты в обнажениях позволяют высказать предположение о 6-ти кратной стадийности извержения в Воротан-Горисском диатомитоносном бассейне.
5. Корреляция диатомово-пепловых отложений позволила в Воротан-Горисском диатомитоносном бассейне выделить 2 возрастных горизонта: верхнелиоцен-нижнечетвертичный и ниже-среднечетвертичный.
6. Исследованные нами диатомово-пепловые породы являются источником образования таких полезных ископаемых, как фосфориты, бораты и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

- Авакян Т.А., Талиашвили Б.А.** О некоторых особенностях методов обогащения фосфоритовых пород Воротанского диатомитового бассейна и перспективах использования как удобрение. Изв. АН РА, “Науки о Земле”, 2011, т.64, №2, с.24-28.
- Авакян Т.А., Степанян Ж.О.** О разновидностях вулканогенно-диатомитовых пород в диатомитовых бассейнах Армении. Изв. НАН РА, “Науки о Земле”, 2006, LIX, № 3, с.27-30
- Бродская И.Г.** Роль вулканизма в образовании фосфоритов. Труды ГИН АН СССР, вып.258, Изд. “Наука” М.: 1974, 197с.
- Гущенко И.И.** Пеплы Северной Камчатки и условия их образования. Изд. “Наука”, М., 1965, 144с.
- Гусева К.А.** К гидробиологии и микробиологии Учинского водохранилища канала Москва-Волга. Микробиол. 1937, 6-4, с.449-464.
- Игнатьева Л.А., Рогожин Е.А.** Редкие земли в Сисианской диатомитовой свите Малого Кавказа. “Литология и полезные ископаемые”, 1971, №3, с.140-149.
- Карапетян С.Г., Джрбашян Р.Т., Навасардян Г.Х., Меликсетян Х.Б., Мнацаканян А.Х., Савов И., Гукасян Р.Х.** Верхнеплиоцен-голоценовый вулканизм Сюникского нагорья (Армения). Изв. НАН РА, “Науки о Земле”, 2010, т.63, №1, с.3-21.
- Халатян Э.С.** Распределение бора в минеральных водах Армянской ССР. Изд.АН АрмССР, Ереван, 1980, 150с.
- Grin R.E.** Clay mineralogy .McGraw-Hill;1St Edition, 1953, 384p.
- Hawkins D.B., Roy R.** Experimental hydrothermal studies on rock alteration and clay mineral formation, Geochim. et Cosmochim. Acta, 1963, №10, v.27.
- Olliver V., Nahapetyan S., Roiron P., Gabrielyan I., Gasparyan B., Chataigner C., Joannin S., Corneé J.,Guillou H.,Scaillet S., Munch P., Krijgsman W.** Quaternary volcano-lacustrine patterns and paleobotanical date in southern Armenia, Quaternary International. Vol. 2010, 223-224, p.312-326.
- Slaughter O.M., Early T.W.** Mineralogy and geological significance of the mowry Bentonites. Wyoming-Geol. Surv. America Spe. Papers, 1965, №3.

Рецензент Карапетян С.

ՈՐՈՏԱՆ-ԳՈՐԻՍ ԴԻԱՏՈՄԻՏԱԲԵՐ ԱՎԱԶԱՆԻ ԴԻԱՏՈՄԱՍՈՒՐԱՅԻՆ ԱՌԱՋԱՑՈՒՄՆԵՐԻ ԼԻԹՈ-ՇԵՐՏԱԳՐԱԿԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՀԵՏ ԿԱՊԱԾ ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐԸ

Թ.Ա. Ավագյան, Ժ.Հ. Ստեփանյան

Հոդվածում բերվում են Որոտան-Գորիս դիատոմիտաբեր ավազանի հրաբխային մոխրու առաջացումների նկարագրությունը: Վերջիններս տարբերվում են մյուս շրջանների նմանատիպ ավազաններից նրանով, որ պարունակում են 5-20% դիատոմային ջրիմուռների զրահներ, որոնք հանդիսանում են ուղենիշ դիատոմիտային ավազանի կտրվածքում անջատելու երկու հասակային հորիզոններ՝ վերին պլիոցեն-ստորին չորրորդական և ստորին չորրորդական – միջին չորրորդական: Դիատոմիտային ավազանի դիատոմա-հրաբխային մոխրու ուսումնասիրությունները թույլ տվեցին ենթադրելու հրաբխային գործունեության զարգացման պատմությունը, մասնավորապես՝ ժայթքման փուլայնությունը:

Հոդվածում ցույց է տրված դիատոմամոխրային առաջացումներ-

րի դերը որոշ օգտակար հանածոների առաջացման գործում, ինչպիսիք են դիատոմիտները և նրանց հրաբխային տարատեսակները, ֆոսֆորիտները, բորատները և այլն:

**LITHO-STRATIGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE
DIATOMACEOUS ASH FORMATIONS AND THE MINERALS
CONNECTED TO THEM OF THE VOROTAN-GORIS
DIATOMITE-BEARING BASIN**

T. A. Avagyan and Zh. H. Stepanyan

A description of volcanic ash formations of the Vorotan-Goris diatomite-bearing basin is presented in the article. In contrast to similar rocks in other regions, these formations contain 5 to 20 % of diatoms algae shell. This serves as indicator to demarcate two age horizons in the section of the basin: the Late Pliocene-Early Quaternary and the Early Quaternary-Middle Quaternary. The study of diatomaceous-volcanic ash from the diatomite basin helped to make assumptions concerning the history of volcanic activity, particularly, of eruption phases.

The article highlights the contribution of the diatomaceous-volcanic ash formations in the origin of certain minerals such as diatomites and their volcanic diversities - phosphorites, borates, etc.

**ԱՐՓԻԻ ԱՆՏԻԿԼԻՆԱԼԻ ՀԱՐԱՎ-ԱՐԵՎԵԼՅԱՆ ԹԵՎԻ ՀԵՏ-ՄԻՋԻՆ
ԷՈՑԵՆԻ ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՆԵՐԸ (ՎԱՅՈՑ ՁՈՐ)**

© 2014 Դ. Ս.Ս. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ.24^ա
e-mail: vardanyansargis89@gmail.com
Հանձնված է խմբագրություն 06.08.2014 թ.

Հողվածում բերվում են Եղեգնաձորի սինկլինորիումի հարավ-արևմտյան թևի՝ Արփիի անտիկլինալային կառույցի հասակային, տեկտոնական խախտումների ու զարգացման վերաբերյալ նոր տվյալներ: Վերին դևոնի տերրիգեն նստվածքները և նրանց աններդաշնակ ծածկող միջին էոգենի վերին հատվածի (NP17) օրգանածին-բեկորային կրաքարերը ենթարկվել են ճկումների և խզվածքավորման: Վերջիններս արտահայտված են վրաշարժերով (*thrust fault*), հետվրաշարժերով (*back thrust*), վարնետքներով (*normal fault*), որոնք հետևանք են հորիզոնական՝ հյուսիս-հյուսիս-արևմուտք – հարավ-հարավ-արևելք (NNW-SSE) սեղմման առանցքով լարվածային դաշտի: Օրգանածին-բեկորային կրաքարերում վերահսկվող վրաշարժերը իրենց շարունակությունն ունեն դևոնի հասակի տերրիգեն նստվածքներում:

Հարավ Հայկական Միկրոցամաքի (ՀՀՄ) մաս կազմող Եղեգնաձորի (Արփայի) սինկլինորիումը հանդիսանում է բարդ կառույց և ընդգրկում է Արփա գետի միջին ու վերին ավազանները: Ներկայացված է վերին կավճի, պալեոգենի ու նեոգենի նստվածքային, հրաբխանստվածքային և հրաբեկորային առաջացումներով, որոնց համար հիմք է ծառայում միջին, վերին պալեոգոյի ցամաքածին-կարբոնատային համալիրը: Գոնդվանական ծագման միջին պալեոգոյի և ստորին տրիասի առաջացումները տարածված են ՀՀ տարածքի հարավ-արևմտյան հատվածում՝ ծածկելով ՀՀՄ-ի բյուրեղային հիմքը: Պալեոաշխարհագրական վերականգնումներն, ըստ նստվածքային ֆորմացիաների և պալեոմագնիսական տվյալների, վկայում են դրանց գոնդվանական ծագման մասին և ենթադրում, որ միջին յուրայում ՀՀՄ-ը իր ներկայիս դիրքից գտնվում էր մոտ 2000կմ դեպի հարավ (Bazhenov et al., 1996):

Ուսումնասիրվող տարածքի երկրաբանական կառուցվածքի վերաբերյալ առաջին աշխատանքները իրականացվել են Գ. Արիխի, Գ. Տ. Բոնեի, Ա. Վ. Կրժեչկովսկու, Գ. Տ. Յուլուկիձեի, Վ. Ի. Արխիպովայի և այլոց կողմից:

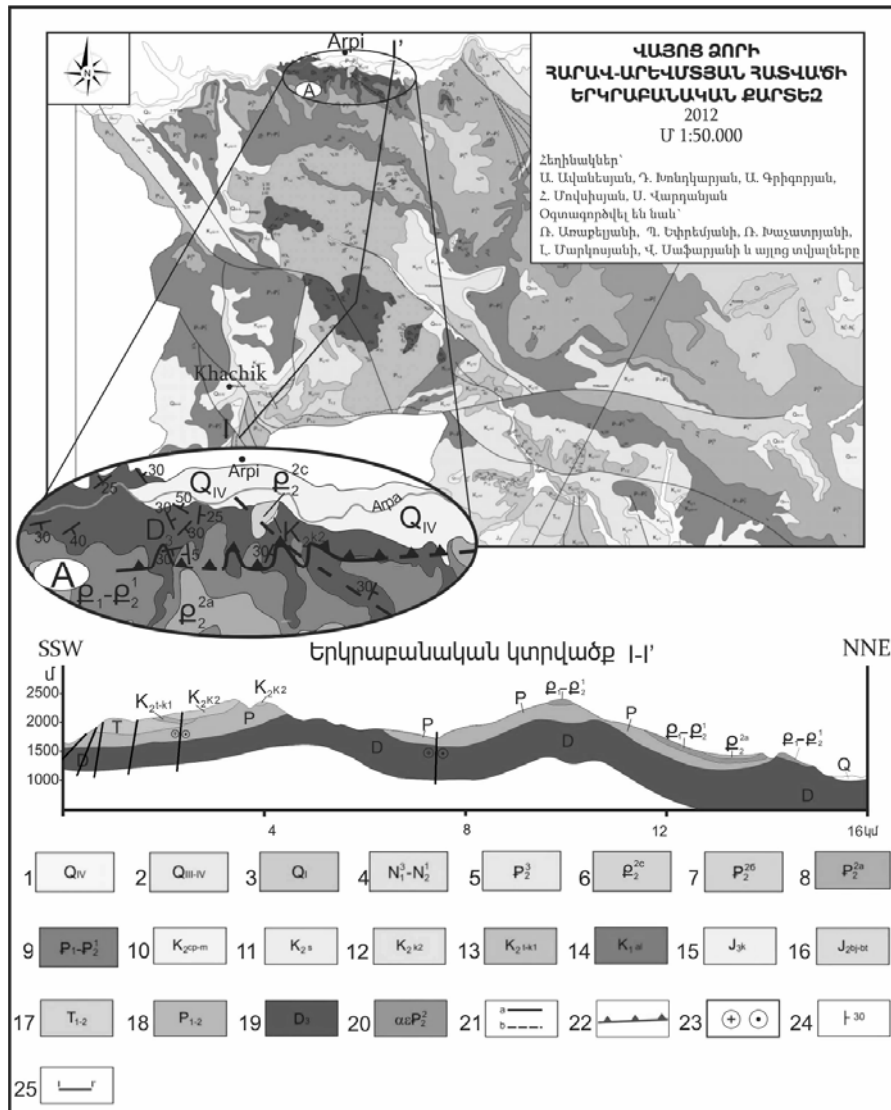
Շերտագրական հարցերով մանրամասն ուսումնասիրություններ է կատարել Պ. Բոնեն: 1930թ-ից հսկայական աշխատանք է իրականացրել Պաֆենհոլցը, ով առաջին անգամ կազմեց տարածքի ամբողջական երկրաբանական միջին մասշտաբի քարտեզը (Մ1:100.000): Սկսած 1947թ-ից պալեոգոյան նստվածքները ուսումնասիրվել են Ռ. Ա. Առաքելյանի և Մ. Ս. Աբրահամյանի, իսկ 90-

ական թվականներից կոնոդոնտներով ուսումնասիրություններ կատարվել են Ա. Գրիգորյանի կողմից:

Եղեգնաձորի սինկլինորիումի մինչպլիոցենյան ապարներն ուժգին ծալքավորված են, իսկ նրա հյուսիս-արևելյան թևը համեմատաբար ավելի շատ: Սինկլինորիումում ծալքավոր կառույցներից ամենախոշորը նույնանուն Եղեգնաձորի սինկլինալն է, որն ընդգրկում է սինկլինորիումի միջուկը և ձգվում է Եղեգնաձոր քաղաքով, Մալիշկա և Գետափ գյուղերով: Այն հարավ-արևմտյան մասում կազմված է վերին էոցենի և օլիգոցենի նստվածքներից, իսկ հյուսիս-արևմուտքում մերկանում են նաև միո-պլիոցենի հրաբխային գոյացությունները (Սարգսյան, 1989): Շերտերի անկման անկյունները սինկլինալի թևերում կազմում են 20-30°: Նշված սինկլինալից հյուսիս տեղադրված է Թեքսարի խոշոր անտիկլինալը, որը ներկայացված է միջին էոցենի հրաբխաբեկորային-նստվածքային ապարներից և պատռված է գրանոդիորիտներով: Ավելի հյուսիս՝ Եղեգիս գետի ավազանում հայտնի են հյուսիս-արևմտյան տարածման ոչ մեծ անտիկլինալներ և սինկլինալներ (Սարգսյան, 1989):

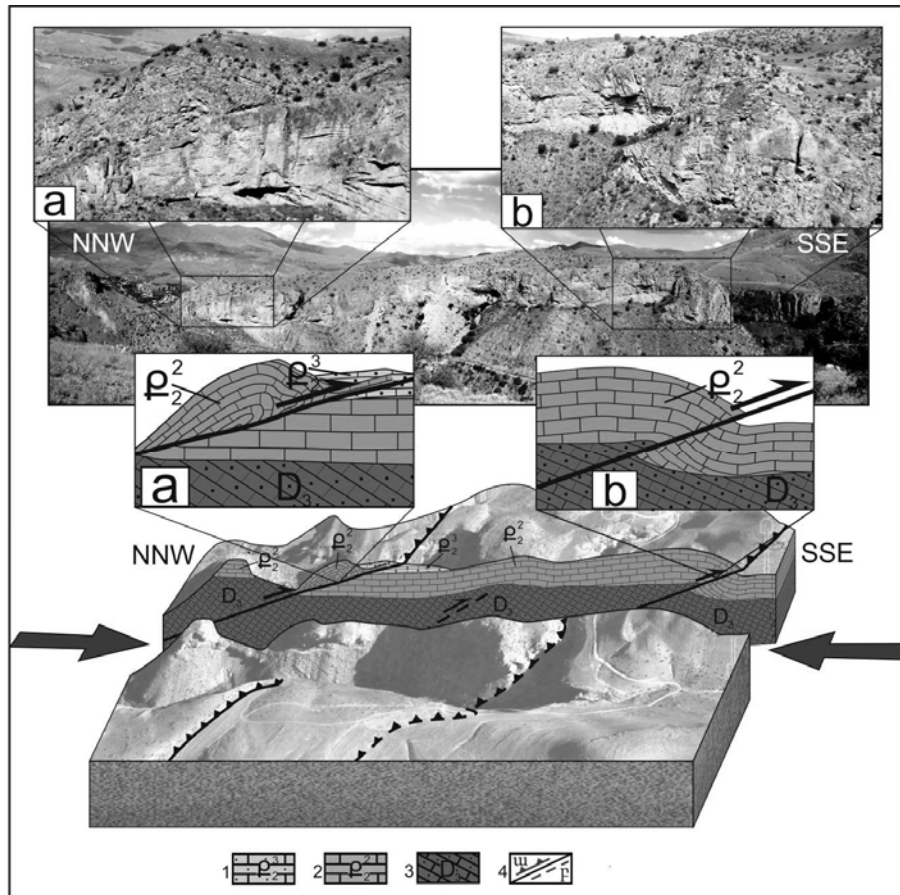
Եղեգնաձորի սինկլինորիումի հարավ-արևմտյան թևում Արփա գետի միջին հոսանքի ավազանում, նախկին Էրտիչ գյուղի ավերակների շրջանում տարածվում է Արփիի (Էրտիչ) անտիկլինալը, որի միջուկում մերկանում են վերին դևոնի ուշ ֆրան, վաղ ֆամենի տերրիգեն նստվածքները (Геология Арм. ССР, Том 2, 1964; Ginter et al., 2011): Արփիի անտիկլինալը համարվում է խոշոր բրախիանտիկլինալ կառույց՝ հյուսիս-արևելք – հարավ-արևմուտք տարածմամբ: Ծալքի հարավ-արևելյան թևում դևոնի ապարները 30-60° անկում են դեպի հարավ-արևելք (SE 160-120°): Իսկ հյուսիս-արևմուտյան թևը 10-30° անկման ազիմուտով անկում է 30-40°: Վերին դևոնի հողմնահարված մակերեսին աններդաշնակ (անկյունային և ազիմուտային) նստած են օրգանածին, օրգանածին-բեկորային կրաքարերը, որոնք, ըստ նանտօրգանիզմներով ստացված նոր հասակագրման տվյալների, ունեն միջին էոցենի վերջ հասակ – NP17 (որոշումը Կառլա Մյուլլերի): Դևոնի նստվածքները տարածված են նաև Արփա գետի աջ ափին և ներկայացված են մոխրագույն հաստ և միջին շերտավորված, թույլ բիտումացված կրաքարերով, ավազակավային և կավային թերթաքարերով (նկ. 1):

Տարածքի երկրաբանությունը բարդացված է բազմաթիվ խզումներով և տեկտոնական խախտումներով: Ծածկող օրգանածին-բեկորային կրաքարերում անջատվել են ֆլեքսուրաներ՝ պայմանավորված հյուսիս-հյուսիս-արևմուտք (NNW) կողմնորոշման սեղմման առանցքով, վրաշարժերով, բարդացված հետվրաշարժերով և կտրոդ վարներտքներով (նկ. 2, 4): Արևելք-հյուսիս-արևելք (ENE) տարածման վրաշարժերին մերձ-գուգահեռ տարածվում են ծալքեր, որոնք ենթադրում են, որ բլոկը ենթարկվել է NNW կրճատման (նկ.2):



Նկար 1. Վայոց Ձորի մարզի հարավ-արևմտյան հատվածի երկրաբանական քարտեզ:
1. Ժամանակակից նստվածքներ-ալյուվիալ ավազներ, գլաքարեր, կավահող; 2. Վերին չորրորդական-ժամանակակից նստվածքներ. պրոլյուվիալ և դելյուվիալ խճաքարային առաջացումներ, կավահող; 3. Ստորին չորրորդականի նստվածքներ-գլաքարեր, տրավերտիններ; 4. Վերին միոցեն-ստորին պլիոցեն. անդեզիտներ, անդեզիտադաշիտներ; 5. Վերին էոցեն. կրաքարեր, կոնգլոմերատներ; 6. Միջին էոցեն. օրգանածին, օրգանածին-բեկորային կրաքարեր; 7. Միջին էոցեն. տուֆավազաքարեր, տուֆիտներ, ավազաքարեր, ալերուլիթներ, տուֆոկոնգլոմերատներ, տուֆոբրեկչիաներ; 8. Միջին էոցեն. տուֆերի հերթափոխում՝ տուֆիտներ, ֆելզիտային տուֆեր, տուֆավազաքարեր, կարմրավուն տուֆիտներ, օրգանածին-բեկորային կրաքարեր; 9. Պալեոցեն-ստորին էոցեն. կրաքարային կոնգլոմերատներ, ավազային կրաքարեր, կրաքարեր; 10. Կամպան-մաաստրիխտ. կրային ավազաքարեր, արգիլիթներ, կավեր, ավազային կրաքարեր; 11. Սանտոն. պելիտամորֆ մերգելներ; 12. Վերին կոնյակ. բծավոր կոնգլոմերատներ, ավազաքարեր, գրավելիտներ; 13. Տուրոն-ստորին կոնյակ. կոնգլոմերատներ, ավազաքարեր, կավեր, կրային ավազաքարեր; 14. Վերին ալբ. ավազաքարեր, մերգել-

ներ, կրաքարեր և կոնգլոմերատներ; 15. Վերին յուրա (կելովեյ). դեղնա-մոխրագույն ավազային կրաքարեր, քվարց փայլարային ավազաքարեր; 16. Միջին յուրա (բայուբաթ). կավեր՝ շագանակագույն ավազաքարային կոնկրեցիաներով, մերգելներ; 17. Ստորին-միջին տրիաս. մեղմաթեք, աղյուսաձև դոլոմիտիզացված կրաքարեր; 18. Միջին և վերին պերմ. մուգ մոխրագույն բիթումաբեր կրաքարեր՝ որոշ տեղամասերում ավազային բիթումաբեր թերթաքարերի ենթաշերտերով; 19. Վերին դևոն. ավազակավային մետամորֆացված թերթաքարեր, քվարցիտներ; 20. Միջին-վերին էոցենի անդեզիտներ, անդեզիտադալիտներ; 21. Խզումներ, ա) տեսանելի, բ) ենթադրյալ; 22. Վրաշարժ; 23. Կողաշարժ; 24. Տեղադրման էլեմենտներ; 25. Երկրաբանական կտրվածք:

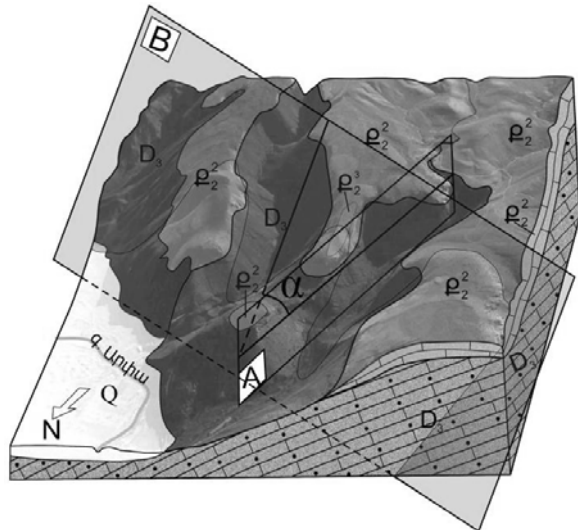


Նկար 2. Արփիի անտիկլինալի հարավ-արևելյան թևի, Ջրովանքի ձորի եռաչափ մոդելը:

1. Վերին (?) էոցենի հասակի կարմիր ավազաքարեր, 2. Միջին էոցենի վերջի օրգանածին, օրգանածին-բեկորային կրաքարեր, 3. Վերին դևոնի կրային ավազաքարեր, թերթաքարեր, 4. Խզումներ՝ ա) տեսանելի, բ) ենթադրյալ:

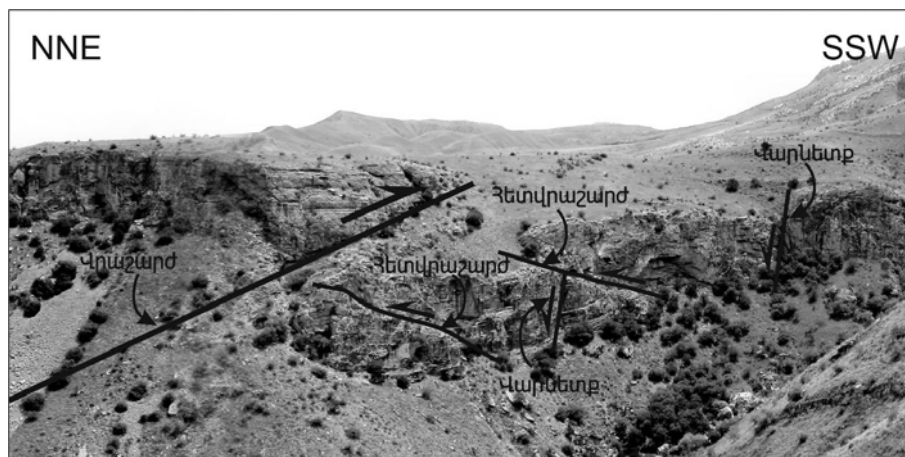
Առաջին վրաշարժի (նկ. 2a) կախված թևը (hanging wall) ենթարկվել է լավ արտահայտված քարշման ծալքավորման (drug folding), ի տարբերություն պատկած թևի (footwall), որը գրեթե չի ենթարկվել էական դեֆորմացիաների: Կտրվածքում խախտված ամենաներքին տասարդ ապարները վերին (?) էոցենի հասակի կարմիր-

րավուն ավազաքարերն են (նկ. 2a): Դեպի հարավ – հարավ-արևելք, կտրվածքի շարունակության վրա արձանագրվել է երկրորդ վրաշարժը (նկ. 2b), որի խզման հարթությունը գրեթե զուգահեռ է նախորդին, իսկ դրանց միջև առկա է ևս մեկ ենթադրյալ կույր վրաշարժ: Երկրորդ վրաշարժի դեպքում թույլ ծալքավորված է նաև պատկած բլուկը (նկ. 2b):



Նկար 3. Արփիի անտիկլինալի հարավ-արևելյան թևի եռաչափ մոդելը, որտեղ A-ն՝ դիտարկվող մերկացման հարթությունն է (նկ. 2), B-ն՝ խզման հարթությունը, α -ն՝ խզման և հորիզոնական հարթությունների կազմած անկյունը:

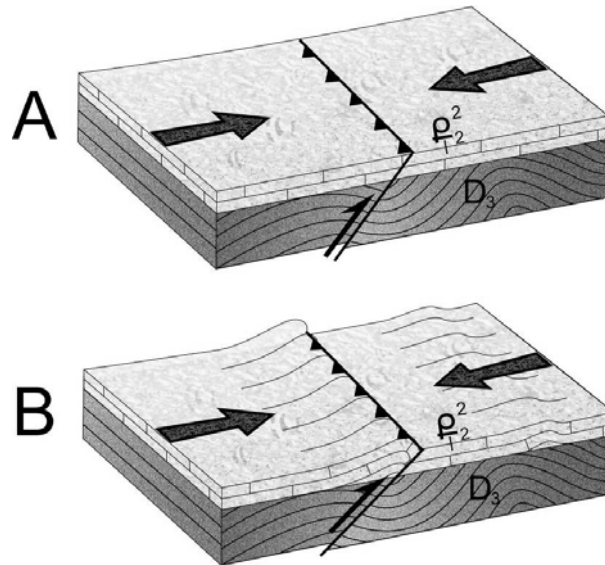
Վրաշարժերի խզման հարթության անկյունը կազմում է 25° NNW, որը պատկերված է B հարթությամբ կտրվածքի մի հատվածի եռաչափ մոդելի վրա (B, նկ. 3):



Նկար 4. Վրաշարժեր, հետվրաշարժեր և վարկետքներ օրգանաձին բեկորային կրաքարերում (միջին եղջենի վերջ) - Արփիի անտիկլինալի հարավ-արևելյան թև:

Վրաշարժեր մերկանում են նաև հանդիպակաց լանջերում: Բացի հիմնական առաջնային վրաշարժերից, Էոցենի կրաքարերում արձանագրվել են նաև երկրորդային խախտումներ՝ հետվրաշարժեր (backthrust) և վարնետքներ (normal fault) (նկ. 4):

Վերականգնվել են Զրովանքի ձորի պալեոստրուկտուրային զարգացման էտապները՝ միջին Էոցենի վերջ (նկ. 5 A), հետ վերին Էոցեն (նկ. 5 B):

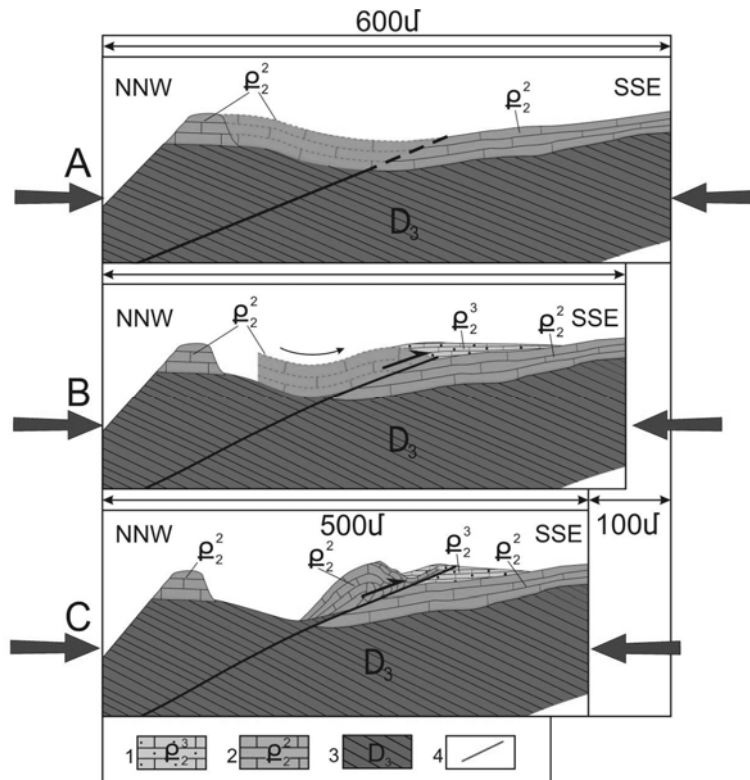


Նկար 5. խզման էվոլյուցիան՝ միջին Էոցենի վերջ - (A) և հետ-վերին Էոցեն - (B):

Կտրվածքում հաշվարկվել են նաև հորիզոնական տեղաշարժերը: Մասնավորապես 600մ ուսումնասիրվող տեղամասի կրճատումը կազմել է շուրջ 100մ (նկ. 6): Հաշվարկները կատարվել են տիեզերական և դաշտային լուսանկարների վերլուծության հիման վրա:

Նկատի ունենալով այն փաստը, որ վրաշարժված բլուկը բարձրացել է միջին Էոցենի կրաքարերը ծածկող վերին(?) Էոցենի կարմրավուն ավազաքարերի վրա, կարող ենք սահմանել վրաշարժի ակտիվացման ստորին սահմանը հետ-վերին Էոցեն: Արձանագրված խզումային խախտումներն ունեն արևելք-հյուսիս-արևելք (ENE) տարածում, որոնք կարող էին առաջանալ հյուսիս-հյուսիս-արևմուտք – հարավ-հարավ-արևելք (NNW-SSE) ուղղություններով լարվածային դաշտի առկայության պայմաններում: Հայկական լեռնաշխարհում, ըստ Ա. Ավագյան և ուր., այս ուղղություններով սեղմման լարվածային դաշտը գերիշխող է եղել մինչև վերին միոցեն ժամանակահատվածը, որից հետո սեղմման առանցքը փոխվել է՝ (NNE-SSW) պայմանավորված Արաբական և Եվրասիական սալերի բա-

խումով (Avagyan et al., 2010): Այս հանգամանքը մեզ թույլ է տալիս սահմանել վրաշարժի նախատարիքը վերին միոցեն:



Նկար 6. Ջրովանքի ձորի կտրվածքի պալեոստրուկտուրան, խզման ու վրաշարժի էվոլյուցիան և նստվածքային շերտի կրճատումը հորիզոնական տեղաշարժի հաշվին: 1. Վերին էոցենի հասակի կարմրավուն ավազաքարեր, 2. Միջին էոցենի վերջի օրգանածին, օրգանածին-բեկորային կրաքարեր, 3. Վերին դևոնի կրային ավազաքարեր, թերթաքարեր, 4. խզումներ:

Քննարկում և եզրակացություններ

Ծայրավորություն և վրաշարժային տեկտոնիկան սալերի կոլիզիոն փուլի դրսևորման արդյունք են, երբ կրճատման դեֆորմացիաներն ռնհանուր տարածաշրջանում կարող են հասնել տասնյակ կիլոմետրերի: ՀՀՄ և Եվրասիական սալերի հիմնական կոլիզիոն փուլը տեղի է ունեցել պալեոցեն-ստորին էոցենի ժամանակահատվածում, որի արդյունքում առաջացել են հարավ-արևմտյան ուղղության ծալքավորությունները, վրաշարժերը և վերնետքային խզումները (Sosson et al., 2010): Տավրիդ-Անատոլիդ Հարավ Հայկական Միկրոցամաքի և Արաբական սալի կոլիզիայի ժամանակագրության վերաբերյալ կան տարբեր կարծիքներ, սկսած վերին կավճից մինչև միոցեն-պլիոցեն ժամանակահատվածը: Սակայն ուսում-

նասիրողների սովոր զանգվածը հակված է այդ կոլիզիան վերագրել վերին էոցեն – օլիգոցեն ժամանակահատվածին (Keskin, 2003; Vincent et al., 2007; Morley et al., 2009, Sosson et al., 2010): ՀՀՄ-ի վերին էոցեն – միջին օլիգոցենի ծալքավորումները և վերնետային խզումներն, ըստ Սոսսոն և ուր. ուշ, էոցենից հետո Արաբական և Եվրասիական սալերի կոլիզիայի մասին են վկայում (Sosson et al., 2010): Վերին դևոնի տերրիզեն նստվածքներն աններդաշնակ ծածկող միջին էոցենի վերջ հասակի օրգանածին կրաքարերում առկա խզումներն ունեն հիմնականում արևելք–հյուսիս-արևելք (ENE) տարածում: Վերջիններս վերահսկվում են նաև դևոնի հասակի տերրիզեն նստվածքներում: Կարելի է ենթադրել, որ Գոնդվանա մայրցամաքից ՀՀՄ-ի անջատման փուլում (ստորին մեզոզոյ (Barrier & Vrielynck, 2008, Sosson et al., 2010)) ընդարձակումներով պայմանավորված վարնետքային կինեմատիկան հետ-վերին էոցեն ժամանակահատվածում վերասկսիվացել է՝ դառնալով վրաշարժային: Խզումներով պայմանավորված ծալքառաջացման մեկնաբանության դեպքում պետք է հաշվի առնել նաև ապարների լիթոլոգիական կազմը, որը կարևոր դեր ունի ստրուկտուրաների զարգացման էվոլյուցիայում: Ապարների կայունության (դեֆորմացիոն ուժերին դիմակայելու) աստիճանը կարող է մեծ դեր ունենալ դեֆորմացիաներում: Օրինակ չկոնսոլիդացված միավորները նպաստում են հիմքի հորիզոնական վրաշարժի (decolement), իսկ կոնսոլիդացված միավորները՝ խզման ռամպի (fault ramp) առաջացմանը (Dahlstrom, 1970): Ֆացիաների լատերալ հերթափոխումը ջրի ճնշման պայմաններում, ազդում է խզման զարգացման վրա, հեշտացնում խզման սահքը և ապարի դեֆորմացիան: Չկոնսոլիդացված կամ պլաստիկ միավորները խզման հարթությունից վերև կամ ներքև, վրաշարժի մարման տեղամասում ավելի հեշտ կենթառկվեն ծալքավորման (Gretener, 1972): Երկրորդային պրոցեսները նույնպես կախված են ապարների կազմից: Պլաստիկ ապարներում առաջանում են սահուն ֆլեքսուրաներ, իսկ փխրուն ապարներին բնորոշ են անկյունային ծալքերը: Դուպլեքսը, ինչպես նաև հետվրաշարժերը, բնորոշ են հիմնականում կոնսոլիդացված միավորներին (Cooper and Trayner, 1986): Հաշվի առնելով այս հանգամանքները և այն տեսակետը, որ ՀՀՄ-ի վերին էոցեն – միջին օլիգոցենի ծալքավորումները և վերնետային խզումները պայմանավորված են ուշ էոցենից հետո Արաբական և Եվրասիական սալերի կոլիզիայով, կարելի է ենթադրել, որ վրաշարժերով պայմանավորված միջին էոցենի կրաքարերի ծալքավորումները առաջացել են դեռևս ոչ ամբողջությամբ լիթիֆիկացված ապարների, իսկ հետվրաշարժերը և վարնետքները, որոնք համեմատաբար ավելի երիտասարդ ստրուկտուրաներ են՝ լիթիֆիկացված ապարների վրա:

Դաշտային աշխատանքներն իրականացվել են 2011թ-ին «Բլեք Սթարս Էներջի» կազմակերպության պատվերով, ինչպես նաև 2013թ-ին ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ բազային ֆինանսավորմամբ: Հետազոտու-

թյունն իրականացվել է նաև ՀՀ ԿԳՆ ԳՊԿ-ի կողմից տրամադրվող ֆինանսական աջակցության շնորհիվ՝ № SCS 1-23/1 գիտական թեմայի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Մարգարյան Հ.Հ.** Հայկական ՍՍՀ ռեգիոնալ երկրատեկտոնիկա: Երևանի համալսարանի հրատարակչություն, Երևան, 1989, 276 էջ:
- Аракелян Р.А.** Палеозой. В кн. Геология Армянской ССР т. II “Стратиграфия”, Ереван, 1964, с. 38-40
- Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П.** Сейсмоструктурная Армянской ССР, Изд. Ереванского университета, Ереван, 1981, с. 284.
- Barrier E. & Vrielynck B.** Palaeotectonic map of the Middle East, Atlas of 14 maps, Tectono-sedimentary- Palinspastic maps from Late Norian to Pliocene. Commission for the Geologic Map of the World (CCMW, CCGM), Paris, France, 2008.
- Bazhenov M., Burtman V., Levashov A. N.** Lower and Middle Jurassic paleomagnetic results from the south Lesser Caucasus and the evolution of the Mesozoic Tethys ocean. *Earth and Planetary Science Letter*, 1996, vol. 141, p. 79-89.
- Cooper M.A., Trayner P.M.** Thrust-surface geometry: implications for thrust-belt evolution and section-balancing techniques: *Journal of Structural Geology*, vol. 8, 1986, p. 305-312.
- Dahlstrom C.D.A.** Structural geology in the eastern margin of the Canadian Rocky Mountains. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*. – 1970, vol. 18, p. 332 - 416.
- Gretener P.E.** Thoughts on overthrust faulting in a layered sequence. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 1972, vol. 20, p. 583-607.
- Ginter M., Hairapetyan V., Grigoryan A.** Chondrichthyan microfossils from the Famennian and Tournaisian of Armenia. *Acta Geologica Polonica*, 2011, vol. 61, No. 2, p. 153–173.
- Keskin M.** Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subduction accretion complex: An alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia. *Turkey Geophysical Research Letters*, 2003, vol. 30, no. 24, p. 8046
- Morley C., Kongwung B., Julapour A.A., Abdolghafourian M., Hajian M., Waples D., Warren J., Otterdoom H., Srisuriyon K., and Kazemi H.** Structural development of the major Late Cenozoic basin and transpressional belt in Central Iran: The Central Basin in the Qom-Saveh area: *Geosphere*, 2009, vol. 5, p. 325–362.
- Sosson M., Rolland Y., Muller C., Danelian T., Melkonyan R., Kekelia S., Adamia Sh., Babazadeh V., Kangarli T., Avagyan A., Galoyan Gh., Mosar J.** Subductions, obduction and collision in the Lesser Caucasus (Armenia, Azerbaijan, Georgia), new insights. In: M. Sosson, N. Kaymakci, R. Stephenson, F. Bergerat and V. Starostenko (Eds.), *Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform. Geol. Soc. of London*, 2010, *Special Volume*, 340, p. 329-352.
- Vincent S.J., Allen M.B., Ismail-Zadeh A.D., Flecker R., Folan K.A., Simmons M.D.** Insights from the Talysh of Azerbaijan into the Paleogene evolution of the South Caspian region. *Geological Society of America Bulletin* 2005, 117 (11/12), p. 1513–1533.

Գրախոսող՝ Մ. Ավագյան

ДЕФОРМАЦИИ ПОСТ СРЕДНЕГО ЭОЦЕНА ВДОЛЬ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КРЫЛА АРПИНСКОЙ АНТИКЛИНАЛИ (ВАЙОЦ ДЗОР)

С. С. Варданян

В статье приводятся новые возрастные данные относительно развития тектонических нарушений структуры Арпийской (Ертидж) антиклинали

юго-западного крыла Ехегнадзорского синклиория. Терригенные осадки верхнего девона и перекрывающие их с несогласным залеганием органо-генные обломочные известняки конца среднего эоцена (NP17), подверглись деформациям и нарушениям. Последние представлены надвигами (*thrust fault*), обратными надвигами (*back thrust*), сбросами (*normal fault*), которые являются последствием горизонтальных сжатий напряженного поля по север–северо-западной юг–юго-восточной (NNW-SSE) осям. Контролирующие надвиги в органогенно-обломочных известняках имеют свое продолжение в терригенных осадках девона.

POST- MIDDLE EOCENE DEFORMATIONS ALONG THE SOUTHEASTERN FLANK OF THE ARPI ANTICLINE (VAYOTS DZOR)

S. S. Vardanyan

New data is presented about the age and tectonic evolution of the Arpi anticline of the southwestern flank of the Eghegnadzor synclinorium. The Upper Devonian terrigenous sediments and the discordantly overlying organogenic-clastic limestone of the late Upper Eocene (NP17) are deformed and distorted. The distortions are represented by thrust faults, back-thrust and normal faults, which result from the stress field of horizontal compression along the NNW – SSE axis. The controlling thrust faults in organogenic-clastic limestones have their continuation in the Devonian terrigenous sediments.

**Воспоминания об академике
Сергее Седраковиче Мкртчяне
(к 40-ой годовщине со дня кончины)**

© 2014 г. М.А. Сатиан

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

Автор далек от мысли, чтоб рассказать о творческом пути академика С.С.Мкртчяна языком анкетных данных. Проработав с ним не один год, хочется как-то дополнить портрет сильными и слабыми особенностями его характера, поскольку хотелось избежать трафарета и попытаться рассказать о личности, а также о некоторых радостных и горьких событиях в его жизни. Откроем интернет, год рождения 1911 24 августа, год смерти - 26 августа 1974г. – случайное совпадение !?. Но за этими датами прошла сложная жизнь юноши в семье переселенца из Зангезура в Среднюю Азию (не потому ли его тянула родина предков?), тяга к образованию, служба от простого геолога до руководителя геологической науки Республики. Хочется утвердиться в мысли, что лишь волей случая он стал мишенью критики вышестоящих органов уже на взлете карьеры, о которой он иногда высказывался иронически как о “потере времени”. Да, он был геологом-исследователем и в этом большая заслуга его первого учителя Константина Николаевича Паффенгольца - выдающегося исследователя геологии Кавказа. После удачного завершения геологических исследований верховьев долины р.Тертер будучи начальником геолого-разведочной партии Закгеолтреста, затем изучал месторождение травертинов у пос Арарат. Понабравшись опыта, он успешно продолжал свое «постинститутское» образование, “хождение в людях”. Так шло становление характера юноши из Ашхабада, успешно окончившего Бакинский политехнический институт, до начальника производственного подразделения. Вежлив, терпелив и трудоспособен он оставался таким же и в последующие годы карьеры в должности главного инженера Каджаранской разведочной экспедиции. Там еще более укрепились эти качества личности. К середине 40-х годов он один из тех, кто отвечал за подсчет запасов и сдачу в промышленную разработку уникального месторождения меди и молибдена в Зангезуре у с.Каджаран, за что участники удостоились Сталинской премии. Авторитет С.Мкртчяна рос и назначение заведовать сектором в организованном Институте геологических наук Академии наук Арм.ССР, следует оценивать заслуженным - он был сведущ и в геологии, и стратиграфии, и в промышленной оценке месторождений минерального сырья металлов и неметаллов. Дальнейшие события в Институте – обнаружение финансовых просчетов из-за недосмотра директора (А.Демехина, видного гидрогеолога, личности одаренной и доброжелательной, но излишне доверчивой)

завершились выдвижением С.С.Мкртчяна на пост директора. Однако первые шаги нового директора встретили упорное сопротивление оппозиционной группы сотрудников. Конфликт разрешился в пользу более выдержанного С.С.Мкртчяна - опять-таки сказались особенности характера и, конечно, набранный за прошлые годы опыт руководителя. Один из оппонентов А.Т.Асланян, талантливый ученый – тектонист с уходом из Института уже на посту руководителя Управления геологии Арм. ССР, не раз выступал против инициатив ИГН – (следствие не более, чем личных отношений руководителей ведущих геологических организаций Республики). Между тем творческая дружба с К.Н. Паффенгольцем продолжалась всю его жизнь, Константин Николаевич в Сергей Седраковиче высоко ценил ответственность и высокий уровень выполнения поручений. За годы непростой работы директором Сергей Седракович завершил научный труд по геологии и рудоносности Зангезурского рудного района (сводка не потеряла научного значения и ныне). В нем сконцентрированы достижения не только по закономерностям размещения руд, но гораздо шире, охвачены сложные вопросы стратиграфии региона. Автор успешно защищает эту работу на соискание ученой степени доктора геол.-мин. наук.

Позиция директора постепенно стабилизировалась, но это стоило нервных стрессов. Много лет спустя (к тому времени С.С. ушел из жизни) А.Т.Асланян в беседе выразил мысль, что из конфликта они оба выходили *с потерями* - поучительный пример бессмысленности подобно рода отношений ученых, и не только ученых. С.С.Мкртчяна отличала исключительная объективность оценки достижений коллег по геологии, принципиальность и честность. Характерный пример - 1949г., гонение на геологов (вслед за биологами и др.). Профессора В.М.Крейтера (Москва) обвиняли в неверной оценке перспектив Каджаранского рудного поля, и “в известном заведении” потребовалось, хотя бы не поддержать обвинения во вредительской деятельности профессора. К чести С.С. отказался дать такое подтверждение. Позже в 1955г. С.С.Мкртчян встал также на защиту восстановления доброго имени репрессированного в 1937г. одного из основателей геологической службы Республики, профессора Т.А.Джр-башяна.

Перспективы развития геологической науки в Республике он связывал с приглашением в ИГН молодых специалистов. К примеру, в 1956г. он убедил Президента АН В.А.Амбарцумяна зачислить в аспирантуру группу выпускников ВУЗ-ов, сдавших успешно вступительные экзамены по специальности, но неудачно по письменному армянскому. Преподавание в Ереванском государственном университете (с1936г.) вначале было затруднительным из-за недостаточного владения армянским, из-за сложностей перевода специальных терминов, но он преодолевает и этот барьер, хотя в беседе акцент все же ощущался.

Его вклад в геологию и минеральные ресурсы Республики к середине 50-х был очевиден. К тому же впечатляли доброжелательность и внимание

в общении. Минувя уровень члена-корреспондента, он избирается академиком АН Арм. ССР (1956), а затем выдвигается на должность академика – секретаря (1961-67) и Вице-президента (1967-1971). Между тем работу в Президиуме АН он позже определял как “о потрянном времени”: в душе он оставался геологом-полевиком. Я наблюдал его в полевой экскурсии - он с энергией, как и в молодые годы, участвовал в маршрутах, определял породы и структуры. Недаром прошли годы геосъемки под руководством К.Н.Паффенгольца и его полевые изыскания в Зангезуре. За время работы в Президиуме Сергей Седракович не терял связи с Институтом, был в курсе событий и по-возможности опекал деятельность ИГН.

Надо сказать, что отношение к геологии руководства Академии наук стало особым с посещением Президентом В.А Амбарцумяном Каджаранского горного комбината. Внушительные объемы выработок отработки горных пород, гул машин дробления, заполненные концентратом огромные грузовики-МАЗ-ы сходящие и восходящие по спирали впадины карьера, все это поражает – это какой-то иной мир, иное творчество, хотя сегодня оно все более переступает рамки дозволенного самой природой. Месторождения не *восполнимы*, это разовый подарок природы человечеству. Мне думается, что именно тогда Виктор Амазаспович воочию убедился, с каким трудом выявляется и добывается сырье и как ответственно знание о запасах и перспективах освоения недр. Пройдя школу производства, С.С. Мкртчян придавал большой смысл содружеству науки и практики, объективной оценке результатов работы и роли руководителей геологических производственных подразделений. При ИГН были созданы научные базы в рудных районах, в пос.Каджаран, г. Капане, вблизи г. Алаверды и в пос.Варденис на юге оз.Севан. С.С. Мкртчян внимательно следил и за развитием новых направлений и лабораторий. Заслуги в расширении минеральной базы Республики особенно были очевидны по итогам изучения Содского месторождения золота.

В последнее десятилетие жизни много труда им, как главного редактора, вложено в создание многотомника “Геология Армянской ССР”. Редактирование томов потребовало большого творческого напряжения – тематика была разносторонней и объёмистой.

В воспоминаниях принято говорить о положительных особенностях характера личности, но ведь в каждом немало и поступков, которые не могут быть одобрены-таков сам человек. Вспоминая Сергея Седраковича, думаю о причинах его крайней бережливости. Сказались все некоторые особенности биографии. Вспоминается, войдя в просторный кабинет академика-секретаря, я застал Сергея Седраковича улыбающимся за чтением какого-то листка, протянул его мне – “от Левона Арсеновича Варданянца, познакомся, полезно”. Л.А.Варданянц - выдающийся петролог и региональный геолог, член-корреспондент Академии наук Армении, был по возрасту переведен на пенсию. В письме он обращался к С.С., чтобы Президент АН восстановил оплату ему, как члену-корреспонденту (от нее Л.А. отказался, сославшись на малую его пользу в деятельности Акаде-

мии). “Вот, там не отказался бы от оплаты, сегодня скопил бы достаточную сумму, пригодилась бы на старости лет”- философски обобщил Мкртчян. Не согласиться невозможно. Я слышал о сложном и резком характере Л.А.Варданянца, одного из легендарной плеяды армян во ВСЕГЕИ (Всесоюзном геологическом институте). Возглавлял список петролог с мировым именем В.Н. Лодочников (Нававарянц), замыкает эту группу палеонтолог Ашот Атабекяна, к ним смело можно отнести и К.Н.Паффенгольца немецкого происхождения, всю свою творческую жизнь связавшего с Арменией, автора капитального труда “Геология Армении”, хорошо знавшего историю и духовную музыку народа - все они славились трудолюбием и талантом. Конечно, Сергей Седракович сделал все возможное для Левона Арсеновича, а от коллег ИГН ему ко дню рождения был послан в подарок армянский ковер.

Сергей Седракович был открыт новым идеям в геологии, преподавал историческую геологию студентам и с большим интересом воспринял новую в геологии парадигму-тектонику плит. Стал изучать с преподавателем английский – в возрасте за пятый десяток. В бытность ученым секретарем ИГН, я имел возможность ежедневного с ним общения и у меня составилось свое видение его характера: чрезвычайная сдержанность с коллегами и вежливость к сторонним посетителям, поразительное трудолюбие, все без сброса напряжений. А между тем расслабление крайне необходимо. Все же были случаи, когда С.С. не в состоянии был сдержаться и следовал “оргвывод”, нередко на удивление жесткий. Его симпатии и антипатии были устойчивыми. Конечно, это не могло не сказаться на деятельности подразделений. Но я уверен, что вернувшись в кресло директора Института (1971-1974), он был снисходительнее к недостаткам коллег - оппонентов. Скажу также, что в семье его любили и признавали его значимость во всех делах – примерный был семьянин.

Прошло более ста лет со дня его рождения и четыре десятилетия с ухода из жизни. С глубоким уважением и благодарностью вспоминается о вкладе, который С.С.Мкртчян внес в деятельность Института геологических наук Академии наук Армении, в геологию полезных ископаемых и процветание науки в Республике.

Сатиан М.А., ведущий науч.сотр. ИГН,
доктор геол.-мин.наук, Заслуженный геолог Арм.ССР.

ՀԻՇԱՐԺԱՆ ՏԱՐԵԹՎԵՐ

ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ ԲՈՐԻՍ ԿԱՐԱՊԵՏԻ (ծննդյան 90-ամյակին)



Ապրիլի 29-ին լրացավ բազմավաստակ գիտնական,

ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս, գիտության և տեխնիկայի բնագավառում ՀԽՍՀ Պետական մրցանակի դափնեկիր, Հայաստանի Պետական ճարտարապետության և շինարարության համալսարանի դասախոս, տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր **Բորիս Կարապետի Կարապետյանի** 90-ամյակը:

Բ. Կարապետյանը ծնվել է Պյատիգորսկում 1914թ.: 1929թ. նրա ընտանիքը տեղափոխվել է Հայաստան և բնակություն հաստատել Գորիսում, ապա, մեկ տարի անց՝ Երևանում: 1948թ. Բ. Կարապետյանը գերազանցությամբ ավարտում է Երևանի պոլիտեխնիկական ինստիտուտի «Արդյունաբերական և քաղաքացիական շինարարություն» ֆակուլտետը, ստանալով ճարտարագետ-շինարարի մասնագիտություն, և ընդունվում ՀԽՍՀ ԳԱ Շինանյութերի և շինարարական կառուցվածքների գիտահետազոտական ինստիտուտի ասպիրանտուրա:

1954թ. հաջողությամբ պաշտպանում է թեկնածուական ատենախոսությունը և ստանալով տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճան, շարունակում է աշխատել նշված ինստիտուտում կրտսեր գիտաշխատողի, ավագ գիտաշխատողի և ապա բաժնի վարիչի պաշտոններում:

Լինելով երջանկահիշատակ Արմենակ Նազարովի ասպիրանտը և հետևելով նրա կողմից ստեղծված գիտական հարուստ ավանդույթներին, Բ. Կարապետյանը 1961թ. տեղափոխվել է Լենինական (Գյումրի) և ակադեմիկոս Ա. Նազարովի հետ համատեղ ձեռնամուխ եղել հանրապետության երկրորդ քաղաքում Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտի կազմավորման և նոր կոլեկտիվի ձևավորման շնորհակալ աշխատանքին: Նրա անմիջական մասնակցությամբ ինստիտուտը հասավ զգալի գիտական նվաճումների և նշված ասպարեզներում ճանաչվեց որպես նախկին ԽՍՀՄ-ում առաջատարներից մեկը:

1961-1971թթ. Բ. Կարապետյանը ղեկավարել է ՀԽՍՀ ԳԱ Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտի ինժեներային սեյսմաբանության բաժինը:

1964թ. պաշտպանել է դոկտորական ատենախոսությունը, իսկ 1970 թ. ստացել պրոֆեսորի կոչում:

1966-1971թթ. Բ.Կարապետյանը Մեմիպալատինսկում ղեկավարել է միջուկային պայթյունների ժամանակ շենքերի և կառուցվածքների վարքագծի ուսումնասիրման աշխատանքները:

Նրա կողմից մանրամասն ուսումնասիրվել են 1949թ. Բյուրականի, 1968թ. Քաջարանի և 1988թ. Սպիտակի երկրաշարժերի ազդեցությունները քաղաքիական և արդյունաբերական կառույցների վրա:

1971-1974թթ. Բ.Կարապետյանը դասավանդել է Երևանի պոլիտեխնիկական ինստիտուտում, իսկ 1974-1980թթ. զբաղեցրել է ՀԽՍՀ Պետշինի շինանյութերի և շինարարական կառուցվածքների հայկական գիտահետազոտական ինստիտուտի գիտական գծով փոխնսորենի պաշտոնը:

1981-1994թթ. Բ.Կարապետյանը զբաղեցրել է Երևանի Ճարտարապետության և շինարարության պետական համալսարանի «Երկաթբետոնե, քարե կոնստրուկցիաների և կառուցվածքների սեյսմակայունություն» ամբիոնի վարիչի պաշտոնը:

1990թ. Բ.Կարապետյանը ընտրվել է ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ, իսկ 1996թ.՝ ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս:

1994-2001թթ. եղել է ՀՀ ԳԱԱ Երկրի մասին գիտություններ պրոբլեմային գիտական խորհրդի նախագահը, «Գիտություններ Երկրի մասին» տեղեկագրի գլխավոր խմբագիրը:

Բ.Կարապետյանը շուրջ 200 գիտական աշխատությունների, այդ թվում՝ «Բազմաճոճանակ սեյսմոմետրերը և նրանց կիրառումը ինժեներային սեյսմոլոգիայում», «Հայաստանում կառուցված շենքերի տատանումները» և իր քրոջ՝ Նադեժդա Կարապետյանի հետ համահեղինակությամբ գրված «Ինժեներային սեյսմոլոգիայի և շինարարական կոնստրուկցիաների մատենագիտական տեղեկատու» մենագրությունները և ուրիշ բազմաթիվ մեծարժեք գիտական աշխատություններ, որոնք մինչ օրս մնում են արդիական: Բ.Կարապետյանի մի շարք գիտական հոդվածներ հրատարակված են հանրապետական և միջազգային մամուլում:

Բ.Կարապետյանի գիտական և գիտակազմակերպչական գործունեությունը ուղղված է եղել սեյսմակայուն շինարարության և ինժեներային սեյսմաբանության ժամանակակից, մասնավորապես՝ փորձարարական հիմնախնդիրների լուծմանը, բարձրորակ մասնագետների և գիտական կադրերի պատրաստմանը: Ղեկավարել է 16 թեկնածուական և 1 դոկտորական ատենախոսական աշխատանքներ:

Հայրենական գիտության նվաճումները նա հաջողությամբ ներկայացրել է բազմաթիվ միջազգային գիտաժողովներում (Ճապոնիա, Բուլղարիա, Հունգարիա, Թուրքիա, Իտալիա, Մեծ Բրիտանիա, ԱՄՆ, Ֆրանսիա), ընտրվել է ԱՄՆ Սեյսմաբանական ընկերու-

թյան անդամ (1987թ.), Ֆրանսիայի «Արարատ» Միգրացային ակադեմիայի թղթակից անդամ (1993թ.):

Ակադեմիկոս Բ.Կարապետյանն իր բազմաբեղուն գիտական, գիտակազմակերպչական և մանկավարժական գործունեության համար պարգևատրվել է մի շարք կառավարական պարգևներով, մրցանակներով և դիպլոմներով: Դեռևս 1974թ. նրան շնորհվել է ՀԽՍՀ Պետական մրցանակ գիտության և տեխնիկայի ասպարեզում, նա նաև ԱՄՆ հայկական գիտական և ճարտարագիտական ընկերության Վ. Համբարձումյանի անվան մրցանակի դափնեկիր է:

Ակադեմիկոս Բ.Կարապետյանը 1941-45թթ. Հայրենական մեծ պատերազմի վետերան է:

Բորիս Կարապետյանին բնորոշ է առաջին հերթին բարձր կուլտուրան և ինտելեկտը, լայն էրուդիցիան և սթափ միտքը, սկզբունքայնությունն ու մարդկանց նկատմամբ հարգայից, բարյացկամ վերաբերմունքը:

Ջերմորեն շնորհավորում ենք Բորիս Կարապետի Կարապետյանին, գիտության նվիրյալ գործչին, ազնիվ քաղաքացուն, համեստ և բարեկիրթ մտավորականին 90-ամյա հոբելյանի առթիվ և մաղթում առողջություն ու ստեղծագործական երկարակեցություն:

ՀՀ ԳԱԱ Քիմիական և Երկրի մասին գիտությունների բաժանմունք

ՀՀ ԳԱԱ Ա.Նազարովի անվ. Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտ

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ

ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություններ Երկրի մասին» Տեղեկագրի խմբագրություն

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ

ГРИГОРЯН СЕРГЕЙ ВАГАРШАКОВИЧ (к 80-летию со дня рождения)



От имени Президиума НАН Армении, Отделения химии и наук о земле, Института геологических наук сердечно поздравляем академика НАН Армении, действительного члена Академии естественных наук РФ и Нью-Йоркской Академии наук, доктора геолого-минералогических наук, профессора **Сергея Вагаршаковича Григоряна** с 80-ти летним юбилеем, желаем ему крепкого здоровья и творческого долголетия.

С. Григорян родился 12 апреля 1934г. в гор. Варденисе (Армения).

В 1958г. он с отличием окончил геолого-разведочный факультет Московского института цветных металлов и золота. Его более чем полувековая активная научная, научно-организаторская, научно-производственная и преподавательская деятельность была связана с работой на руководящих должностях в СССР: во Всесоюзном геолого-геохимическом тресте Министерства геологии СССР (главный геолог треста), Институте минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ АН СССР и Мингео СССР, зам. директора). В 1986 – 1992гг. С.Григорян занимал должность директора Института геологических наук НАН Армении. В 1993-1999гг. работал заместителем генерального директора Всероссийского НИИ «Зарубежгеология». В 1999г. С. Григорян по приглашению президента НАН Армении Ф.Т. Саркисяна вернулся в Армению и работал в должности заведующего отделом полезных ископаемых ИГН НАН Армении. В последующие годы деятельность С.Григоряна была связана с Ереванским государственным университетом, а также сотрудничеством с компанией ЗАО «АРГК», с целью внедрения разработанных им методик геохимических поисков в практику геологических исследований рудных месторождений. В последние годы в Ереванском университете С.Григорян активно занимается вопросами разработки и внедрения новых методик геохимических поисков золоторудных, медно-порфировых, урановых, редкоземельных и нефтегазовых месторождений.

С.Григорян внес существенный вклад в разработку научных основ методики поисков скрытого оруденения и обнаружения погребенных месторождений в пределах различных геолого-тектонических структур на

территории бывшего СССР и ряда зарубежных стран (Швеции, Чехословакии, Ирана, Танзании, Конго и др.).

С.Григорян является признанным ученым в области рудничной геохимии, ему присущи успешное сочетание научных разработок с практическими задачами поисковой геологии. Новым направлением исследований в этой области явились разработки по совместному использованию геохимических методов как при поисках рудных месторождений, так и при изучении окружающей среды в условиях возрастающей антропогенной нагрузки на состояние окружающей среды в пределах урбанизированных территорий. Для реализации этой цели С.В. Григоряном был создан в составе НАН РА Центр эколого-ноосферных исследований, который активно действует до настоящего времени.

С.Григорян является автором двух научных открытий в области геологии, более 370 научных статей, (в т.ч. 18 монографий), опубликованных в научных изданиях Армении и за рубежом, а также 11 изобретений и ряда патентов. Под его научным руководством защитили кандидатские и докторские диссертации более 50 соискателей..

Многолетняя плодотворная деятельность С.Григоряна отмечена правительственными наградами, в том числе “Орденом Трудового Красного Знамени” и медалями, ему присвоено звание “Почетный разведчик недр СССР”.

Еще раз сердечно поздравляя С.В.Григоряна со славным юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, благополучия и реализации новых научных начинаний.

*Президиум НАН Армении,
Отделение химии и наук о земле,
Институт геологических наук НАН Армении,
Редакция Известий “Науки о Земле” НАН Армении*

ՀԻՇԱՐԺԱՆ ՏԱՐԵԹՎԵՐ

ԽԱԼԱԹՅԱՆ ԷՐԻԿ ՍՈՒՐԵՆԻ (ծննդյան 80-ամյակին)



Լրացավ ճանաչված հիդրոերկրաբան, հանքային ջրերի խոշոր գիտակ, ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի ավագ գիտաշխատող, երկրաբանահանքաբանական գիտությունների թեկնածու **Էրիկ Սուրենի Խալաթյանի** ծննդյան 80-ամյակը: Է.Խալաթյանը ծնվել է 1934թ. հունիսի 9-ին, Երևանում, ծառայողի ընտանիքում:

1957թ., ավարտելով ԵՊՀ Երկրաբանական ֆակուլտետը, նա մինչ այսօր, շուրջ 57 տարի, անընդ-

մեջ աշխատելով Հայաստանի ԳԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում, իր կյանքը և գիտական գործունեությունը նվիրաբերել է հիդրոերկրաբանական և հիդրոերկրաքիմիական տարաբնույթ հարցերի ուսումնասիրման և բացահայտման գործին:

1962-65թթ. Է.Խալաթյանը սովորում է ասպիրանտուրայում, հայագգի անվանի գիտնական, ԽՍՀՄ ԳԱ թղթակից-անդամ Ն.Բ.Խիտարովի ղեկավարությամբ: 1971թ. Երևանում, Պետական համալսարանի գիտական խորհրդում, հաջողությամբ պաշտպանում է թեկնածուական ատենախոսությունը «Բորի բաշխման օրինաչափությունները Հայկական ՍՍՀ հանքային ջրերում» թեմայով և ստանում գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճան:

Նրա հետազոտությունների արդյունքում Հայաստանի տարածքում հայտնաբերվել և անջատվել են տարբեր տիպերի հանքային ջրերի ելքեր, հանքավայրեր և պրովինցիաներ, բացահայտվել են նրանց առաջացման օրինաչափությունները, քիմիական կազմի առանձնահատկությունները, բուժիչ հատկությունները և օգտագործման ոլորտները: Քաջատեղյակ լինելով և տիրապետելով հարուստ ու արժեքավոր մատենագրական նյութերին, Է.Խալաթյանն իր աշխատություններում հաճախ անդրադարձ է կատարում մարդկանց առողջության համար հանքային ջրերի նշանակության վերաբերյալ դեռ միջնադարյան նշանավոր գիտնականների դիտարկումներին: Նրա ուսումնասիրությունների արդյունքում Հայաստանի տարածքում առաջին անգամ անջատվել են ածխաթթու ջրերի բորաբեր-հազվագյուտ ալկալամետաղային պրովինցիաները, մշակվել և առաջարկվել են նմանատիպ հանքային ջրերից մի շարք հազվագյուտ ալկալային մետաղների՝ լիթիումի, ռուբիդիումի,

ցեղիումի և տարբեր միացությունների կորզման էկոլոգիապես անվտանգ գիտատեխնոլոգիական աշխատանքների կազմակերպման հնարավորությունները:

Հատկապես արժեքավոր են Է.Ս.Խալաթյանի հետազոտությունները կապված ածխաթթու ջրերի երկրաքիմիայի, հիդրոերկրաքիմիական կանխատեսման ժամանակ ալգորիթմների դասակարգման փորձի կիրառման հետ: Բացի այդ, նա, Լայպցիգի Միջուկային հետազոտությունների ինստիտուտի աշխատակիցների հետ համատեղ, կատարել է նաև Հայաստանի հանքային ջրերի հիմնական հանքավայրերի ջրերի համալիր իզոտոպային հետազոտություններ: Շնորհիվ այս հետազոտությունների, ածխաթթվային թերմերի և սառը ջրերի ծագումնաբանությունն ի ցույց դրվեց նոր լույսի տակ: Գիտահետազոտական գործունեությունը Է.Խալաթյանը հաջողությամբ և սիրով համատեղել է մանկավարժական գործունեության հետ, դասավանդելով ԵՊՀ երկրաբանական ֆակուլտետում, ինչպես նաև մասնակցել է Երևանի Ֆիզիոթերապիայի և առողջարանային բուժման գիտահետազոտական ինստիտուտի գիտական ծրագրերի իրականացմանը:

Է.Ս.Խալաթյանը մասնակցել է բազմաթիվ միջազգային և հանրապետական գիտաժողովների, իսկ 27-րդ Միջազգային երկրաբանական կոնգրեսում ներկայացվել է նրա համահեղինակությամբ կազմված ՀՍՍՀ հիդրոերկրաբանության առանձնահատկություններին նվիրված զեկույցը, ինչպես նաև կոնգրեսի ուղղեցույցը:

Է.Ս.Խալաթյանը հեղինակ է հարյուրից ավելի գիտական աշխատությունների, որոնք տպագրվել են հանրապետական, համամիութենական ու միջազգային գիտական պարբերականներում, երեք մենագրությունների և բազմաթիվ ձեռագիր հաշվետվությունների: Նրա համահեղինակությամբ են կազմվել Հայաստանի Ազգային ատլասի Հիդրոերկրաբանություն և Հանքային ջրեր քարտեզները, ինչպես նաև “Հայաստանի բնաշխարհի” և “Հայկական Հանրագիտարանի” համապատասխան պրակները:

Է.Ս.Խալաթյանը համահեղինակությամբ ունի նաև 6 հեղինակային վկայագիր:

Այսօր էլ Է.Ս.Խալաթյանը շարունակում է իր գործունեությունը՝ ուղղված Հայաստանի հանքային ջրերի ուսումնասիրմանը և երիտասարդական խանդավառությամբ է արձագանքում հարագատ ինստիտուտի ամեն մի գիտական ձեռքբերմանն ու հաջողությանը:

Ջերմորեն և սրտանց շնորհավորելով Էրիկ Սուրենի Խալաթյանին ծննդյան 80-ամյա հոբելյանի առիթով, մաղթում ենք նրան քաջառողջություն և ամենայն բարիք:

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
ՀՀ ԳԱԱ “Գիտություններ Երկրի մասին” տեղեկագրի խմբագրություն

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐ

ԱԼՈՅԱՆ ՊԵՏՐՈՍ ԳԵՎՈՐԳԻ (1937 – 2014)



2014թ. հունիսի 18-ին կյանքից անսպասելի հեռացավ ճանաչված երկրաբան, գործունյա, շրջապատի հանդեպ մեծ բարյացկամությամբ լի, կենսուրախ անձնավորություն, Բնական գիտությունների և ճարտարագիտական ակադեմիայի ակադեմիկոս, ԽՍՀՄ և Հայաստանի Հանրապետության Պետական մրցանակների դափնեկիր, երկրաբ.-հանքաբ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր **Պետրոս Գևորգի Ալոյանը**:

Պ.Ալոյանը ծնվել է 1937թ. օգոստոսի 28-ին, Երևանում, ծառայողի ընտանիքում: Հետևելով ավագ եղբոր՝ Ստեփան Ալոյանի օրինակին, նա ընտրում է երկրաբանի մասնագիտությունը և 1956թ. ընդունվում Երևանի պետական համալսարանի երկրաբանական ֆակուլտետը, որն ավարտում է 1961թ., ստանալով «Ճարտարագետ-երկրաբան հետախույզի» որակավորում: Պ.Ալոյանն աշխատանքային գործունեությունը սկսել է Երևանի Լեռնամետալուրգիական գիտահետազոտական ինստիտուտում:

1965-1968թթ. սովորել է Մոսկվայի Շմիդտի անվան «Երկրի Ֆիզիկայի ինստիտուտի» ասպիրանտուրայում, նշանավոր երկրաբան, ԽՍՀՄ ԳԱ թղթակից-անդամ Վ.Վ. Բելուսովի ղեկավարությամբ: Ավարտելով ասպիրանտուրան, աշխատանքի է անցել Գյումրիի (Լենինականի) Գեոֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտում, իսկ այնուհետև տեղափոխվել է Երևանի Լեռնամետալուրգիական գիտահետազոտական ինստիտուտ, զբաղեցնելով գիտաշխատողի, ավագ գիտաշխատողի, 1976թ.-ից երկրաբանական լաբորատորիայի վարիչի, իսկ 1993 – 1996թթ. ինստիտուտի գիտության գծով փոխտնօրենի պաշտոնները: 2008թ.-ից մինչ կյանքի վերջը Պ.Ալոյանը եղել է «Գեոիդ» ՍՊԸ հիմնադիր տնօրեն և «Ընդերքի պահպանության կենտրոնի» նախագահ:

1974թ. նա հաջողությամբ պաշտպանում է թեկնածուականատենախոսությունը, ստանալով երկրաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճան և զբաղվում երկրատեկտոնիկայի ու սեյսմաբանության հարցերով: Նրա «Հայաստանի լեռնահանքային շրջանների երկրաբանությունը և գունավոր ու ազնիվ մետաղների հանքավայրերի յուրացման արդյունավետության բարձրացման ֆորմացիոն-տեխնոլոգիական սկզբունքները» դոկտորականատենախոսությունը (1999թ.) նվիրված էր հանրապետության

հանքային հումքի և և նրա յուրացման արդի խնդիրներին:

Պ.Ալոյանի գիտական հետաքրքրությունների շրջանակները շատ լայն ու բազմակողմանի էին: Նրան, բացի գիտական արժեքներից, բնորոշ էին պրակտիկ հարցերի լուծման նպատակաուղղվածությունը, Հայաստանի և ԼՂՀ ընդերքի հանքային հարստությունների ընդլայնման ծրագրերին և դրանց արդյունավետ, համալիր և բարեխիղճ շահագործման քաղաքականությանը հետամուտ լինելու մոտեցումները:

Այդ աշխատանքները ներառում են հանքային հումքի, նրա տեխնոլոգիական վերամշակման ուսումնասիրության, հանքավայրերի գնահատման և վերագնահատման, պաշարների հաշվարկման, հանքավայրերի և հանքաքարերի արդյունաբերական տեսակավորման, հումքի և տեխնոլոգիական վերամշակման համալիր օգտագործման հարցեր: Այդ աշխատանքներն արժանիորեն արժանացել են ԽՍՀՄ (1989թ.) և ՀՀ (2003թ.) Պետական մրցանակների:

Ծավալուն գիտահետազոտական աշխատանքները Պ.Ալոյանը համատեղում էր երիտասարդ կադրերի պատրաստման հետ, դասավանդելով ԵՊՀ երկրաբանական ֆակուլտետում և նախագահելով ֆակուլտետի պետական քննությունների հանձնաժողովը:

Վերջին տարիներին “Գեոիդ” ընկերության տնօրենի պաշտոնում Պ.Ալոյանը, բացի հետազոտական գործունեությունը, կարևորում էր նաև հայ երկրաբանների գիտական մենագրական աշխատությունների հրատարակումը, ինչին նա մեծապես նպաստում էր իր կազմակերպչական և գիտական օժտվածության շնորհիվ: Պ.Ալոյանը ձեռնամուխ եղավ նաև “Հայաստանի երկրաբանական հանրագիտարան” ծավալուն աշխատությունը հեղինակելուն, որը երիտասարդ երկրաբաններին մեծապես կօժանդակեր իրենց գործունեության ընթացքում:

Պ.Ալոյանը հեղինակ և համահեղինակ է մոտ 120 գիտական հոդվածների, հրատարակված հանրապետական և միջազգային պարբերականներում, այդ թվում՝ 10 մենագրությունների, ինչպես նաև բազմատիվ ձեռագիր աշխատությունների, զեկուցագրերի և առաջարկների, նվիրված Հայաստանի երկրաբանության և հանքային հումքի արդյունավետ օգտագործման ու համալիր մշակման հարցերին:

Պ.Ալոյանի, ճանաչված երկրաբան-գիտնականի, երկրաբանական արտադրության խնդիրների լուծմանն ուղղված ակտիվ կազմակերպչի, արժանի քաղաքացու, նվիրված ընկերոջ, հոգատար ամուսնու և հոր կերպարը ընդմիջտ կմնա իր մտերիմների և բոլոր ճանաչողների հուշերում:

***ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
ՀՀ ԳԱԱ “Գիտություններ Երկրի մասին” տեղեկագրի
խմբագրություն***