

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

ISSN 0515-961X

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCES



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

Պատասխանատու խմբագիր
Ռ.Տ. ԶՐԲԱՇՅԱՆ

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

Պատասխանատու քարտուղար
Է.Ս. ՌՈՍՏՈՄՈՎԱ

Խմբագրական կոլեգիա

Պ.Գ. ԱԼՈՅԱՆ, Ա.Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ, Է.Ե. ԽԱՉԻՅԱՆ, Ա.Ս. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ,
Ս.Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ռ.Լ. ՄԵԼԹՈՆՅԱՆ, Ռ.Տ. ՄԻՐԻՋԱՆՅԱՆ,
Ս.Ն. ՆԱԶԱՐԵԹՅԱՆ, Ս.Ա. ՍԱԹՅԱՆ, Հ.Հ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

Ответственный редактор
Р.Т. ДЖРБАШЯН

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

Ответственный секретарь
Э.С. РОСТОМОВА

Редакционная коллегия

**Ս.Վ. ԱԼՈՅԱՆ, Ա.Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ, Ա.Ս. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ, Ր.Լ. ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ,
Ր.Տ. ՄԻՐԻՋԱՆՅԱՆ, Ս.Ն. ՆԱԶԱՐԵՏՅԱՆ, Ս.Մ. ՕԳԱՆԵՏՅԱՆ, Օ.Ա. ՍԱՐԿԻՏՅԱՆ,
Մ.Ա. ՍԱԿԻԱՆ, Յ.Ե. ԽԱՉԻԱՆ**

Editor:

R.T. JRBASHYAN

Deputy Editors:

S.V. GRIGORYAN, A.S. FARAMAZYAN

Executive Secretary

E.S. ROSTOMOVA

Editorial Board

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

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

© Издательство "Гитутюн" НАН РА
Известия НАН РА, Науки о Земле, 2006

ԿՁԵ 409

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Մ.Ա.Սաթիան, Ռ.Տ.Միրիջանյան, Է.Մ.Հակոբյան. Մերձարաքսյան տեկտոնական գոտու արևմտյան հատվածի մինչ-օրոգենյան կաղնավորումների և երկրադինամիկայի մասին 3

Հ.Հ.Սարգսյան, Է.Ն.Նարազյան, Ա.Գ.Գրիգորյան, Յու.Վ.Սայադյան, Ֆ.Ա.Հայրապետյան. Հայաստանի ֆաներոգոյի շերտապրակային սխեմաները 10

Հ.Ա.Ղազարյան. Կարբոնների և ուլտրաբազալիտների կոնտակտային գոնայի անատեկտիկական պլագիոգրանիտ-միգմատիտները (Սևանի օֆիոլիտային գոտի) 20

Ս.Վ.Գրիգորյան, Ա.Հուլմանզադե. Միկրոսարրերի լիթոերկրաբիմիական եզրապսակները որպես ածխաջրածնային կոստակուլումների որոնողական հատկանիշներ 27

Ա.Կ.Հովհաննիսյան. Քաջարանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի ուղղաձիգ երկրաբիմիական գոնայականության մասին 33

Վ.Լ.Անանյան, Ա.Ա.Կյուրեղյան, Ա.Ա.Ստեփանյան, Ա.Գ.Նալբանդյան. Սևանա լճի հարավային և արևելյան ափերի հողերի ռադիոակտիվությունը 37

Է.Ծ.Նաչիյան, Ռ.Ա.Ահմադ. Բազմաշերտ գրունտային հիմնատակի գիրակշռող պարբերությունների հաշվարկման նոր նշանակ 41

Ս.Ռ.Հովհաննիսյան, Կ.Կ.Պետրոսյան. Տեկտոնական երկրաժարժելի երկրամագնիսական նախաՆշանների ստացման մեթոդիկան 51

Ա.Զ.Հակոբյան. Քաջարանի բացսահանքում մակարագման ապարների տեղափոխման գործընթացների կատարելագործման ուղիները 57

Ա.Վ.Պապյան. Քաջարանի հանքավայրի Կենտրոնական տեղամասի հանքաքարերի հարստացվելիության ուսումնասիրությունն տարբեր աէրոֆլուտների և աէրոպրոմոտորների կիրառմամբ 62

ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐ

Գրիգորյան Լեոնիդ Արտավազդի (1929-2005) 64

СОДЕРЖАНИЕ

М.А.Сатиан, Р.Т.Мириджанян, Э.М.Акопян. О доорогенных формациях и геодинамике западного сегмента Приараксинской тектонической зоны (Армения) 3

О.А.Саркисян, Э.Х.Харазян, А.Г.Григорян, Ю.В.Саядян, Ф.А.Айрапетян. Стратиграфические схемы фанерозоя Армении 10

Г.А.Казарян. Анатектические плагногранит-мигматиты контактовой зоны габбро и ультрабазитов (Севанская офиолитовая зона) 20

С.В.Григорян, А.Хушман-Задс. Литогеохимические ореолы микроэлементов как поисковые признаки месторождений углеводородов 27

А.Е.Оганесян. О вертикальной геохимической зональности Каджаранского медно-молибденового месторождения 33

В.Л.Ананян, А.А.Кюрегян, А.А.Степанян, А.Г.Налбандян. Радиоактивность почв южного и западного побережий оз.Севан 37

Э.Е.Хачиян, Р.А.Ахмад. Новый метод определения преобладающих периодов многослойного грунтового основания 41

С.Р.Оганесян, К.К.Петросян. Методика получения геомагнитных предвестников тектонических землетрясений 51

А.З.Акопян. Пути совершенствования процессов транспортирования вскрышных пород на Каджаранском карьере 57

А.В.Папян. Исследование руд Центрального участка Каджаранского месторождения на обогатимость с применением различных аэрофлотов и аэропротомоторов 62

ПОТЕРИ НАУКИ

Леонид Артаваздович Григорян (1929-2005) 64

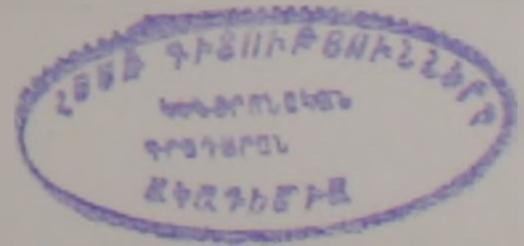


TABLE OF CONTENT

M.A. Satian, R.T. Mirijanyan, E.A. Hakobyan. About pre-orogene formations and geodynamics of western segment of Near-Araks tectonic zone (Armenia)	3
H.H.Sarkisyan, E.Kh.Kharazyan, A.G.Grigoryan, Yu.V.Sayadyan, E.A.Hayrapetyan. Stratigraphic schemes of Armenia's Phanerozoic	10
H.A.Kazaryan. Anatectic plagiogranite-migmatites of gabbro and ultra-basite contact zone (the Sevan ophiolite zone) .	20
S.V.Grigoryan, A.Hushmand-Zadeh. Lithogeochemical halos of minor elements as a guide to hydrocarbon deposits	27
A.E.Hovhannisyann. About the vertical geochemical zonality of the Kajaran copper-molibdenic deposit	33
V. L. Ananyan, A. A.Kyureghyan, A.A.Stepanyan, A.G.Nalbandyan. Soil radioactivity of southern and eastern coasts of lake Sevan	37
E.Y.Khachian, R.A.Ahmad. A new method for calculating the dominant periods of multilayer of soil	41
S.R.Hovhannissian, K.K.Petrosian. Method for obtaining the geomagnetic precursors of tectonic earthquakes	51
A.Z.Hakobyan. Improving of transportation process of waste rocks in Kajaran mine	57
A.V.Papayan. Studying ores of central sector of Kajaran deposit for dressing through different aerofloats and aeropromoters	62

LOSSE OF THE SCIENSE

Leonid A.Grigorian (1929-2005)	64
--------------------------------------	----

О ДООРОГЕННЫХ ФОРМАЦИЯХ И ГЕОДИНАМИКЕ ЗАПАДНОГО СЕГМЕНТА ПРИАРАКСИНСКОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ (АРМЕНИЯ)

© 2006 г. М. А. Сатиан*, Р. Т. Мириджанян**, Э. М. Акопян*

**Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения*

***Гарнийская геофизическая обсерватория НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 18.11.2005 г.*

В строении домолассового комплекса выделены терригенно-карбонатный субплатформенный гариссийский и ранне-среднеальпийский комплексы: рифтогенные вулканогенная толща лейаса-доггера(?), офиолитовая серия поздней юры(?) – раннего мела, эффузивно-вулканокластическая, а также осадочная толща позднего мела, флишоидный комплекс дания-эоцена. Рассмотрены гетерогенная структура домолассового основания, границы тектонической зоны и вопросы геодинамики доорогенного этапа.

Геологическое строение ю-з части Армении оставалось во многом неясным до постановки глубинного и структурного бурения и сейсмопрофилирования. Перекрытая плащом продуктов новейшего вулканизма и пролювиально-аллювиальными осадками р. Аракс и впадающих в нее притоков эта площадь стала объектом поисков нефти и газа и многочисленных реконструкций строения молассового комплекса олигоцена-неогена (Габриелян и др., 1981; Асланян, 1970 и др.). Однако строение доорогенного комплекса оставалось мало обсужденным.

1. О формациях и их рядах доорогенного этапа

Карбонатно-терригенные и карбонатные субплатформенные формации вариссийского этапа имеют значительные мощности – более 4 км в восточном секторе Приараксинской зоны. Однако к западу от Разданского глубинного разлома, в пределах западного сектора ожидаются резкие сокращения и даже нулевые мощности данного комплекса (данные по скв. 14-Раздан, по геологическому строению правобережья р. Аракс – р-н г. Кагызман). (Асланян, 1958).

Базальтовая формация лейаса-доггера (?) вскрыта скв. 5-Маркара (рис. 1, 2) мощностью более 1 км, складывается базальтами, спилитами, метадиабазами, габбро-диабазами, относимыми к лейасу и секущимися спессартитами, вероятно, более молодого возраста (J_3-K_1), коррелируемыми с лампрофирами в выходах карбонатно-вулканогенной формации в басс. р. Веди (Сатиан и др., 2001). Породы формации сильно трещиноватые, метаморфизованы в фации зеленых сланцев (альбит, хлорит, эпидот, амфибол). Это более высокий уровень метаморфизма, чем офиолиты, вскрытые западнее, в скв. 1-Октемберян (Г) и выступающие на поверхность в районе г. Кагызман, а также восточнее, в басс. р. Веди. Толща коррелируется с вулканогенным лейасом Нахичеванской мульды (Карякин, 1989), блоками базальтов (K/Ag – 199 млн. лет) в составе Норугийского меланжа; там же выявлены блоки кристаллических известняков, вероятно, латерально замещающих базальты к бортам рифта (рис. 2) (Сатиан и др.,

1999), а также коррелируемых с щелочными базальтами, метаморфизованными в зеленосланцевой фации, выступающими в основании карбонатно-вулканогенного позднего келловей-берриаса в верховье р. Веди (Сатиан и др., 2001).

Карбонатно-вулканогенная формация доспредингового этапа (поздний келловей-берриас). Формация выделена в разрезе Ведийского антиклинория и Ерахской антиклинали (Сатиан и др., 2001). В составе формации преобладают базальты щелочной серии, но также встречаются пикродолериты толеитовой серии. Осадочные породы – микритовые и органигенные известняки включают крупные олистолиты кристаллических известняков и линзы известковистых радиоляритов с обильными остатками радиолярий оксфорда-кимериджа (Сатиан и др., 2001; Белов и др., 1991). Формация включает мелкие секущие тела брекчированных серпентинитов, штоки габбро-диабазов и линзы магнезиальных карбонатитов, кремней глобулярной структуры, а также диатремы щелочно-лампрофировых туфов и даек (Сатиан и др., 2005). В разрезах глубоких скважин в междуречье рр. Ахурян и Раздан аналоги этой формации не выявлены, однако не исключается замещение её собственно вулканогенной формацией (верхи разреза скв. 5-Маркара).

Офиолитовая серия. Спилиты и диабазы, вскрытые скв. 1-Октемберян (Г) на глубине 3225-3632 м, к низам разреза сменяются габбро-норитами (неполная мощность 1349 м) и в совокупности относятся к офиолитовой серии (Агамалян, Кургиян, 1989). Отсутствие или ограниченное развитие прослоев радиоляритов является признаком кратковременности антрактов вулканизма, что, наряду с низким К-щелочным составом базальтоидов, косвенно указывает на высокие скорости спрединга. Этот тип разреза существенно отличается от разрезов офиолитов в басс. р. Веди, где преобладает чередование щелочных базальтов с силицитами. Погребенные офиолиты коррелируются с выходами офиолитов вдоль правобережья р. Аракс от района г. Кагызман до слияния с р. Ахурян. Офиолиты, вскрытые глубокой скважиной 1-Октемберян (Г) под молассами кайнозоя и отчасти флишоидами эоцена, сброшены относительно их выходов в районе

г. Кагызман, с амплитудой сброса до 3,5 км. Сброс формировался на флишевом и молассовом этапах, однако достоверные геолого-геофизические наземные данные о простирании разлома отсутствуют. Скорее, это крупная зона разлома, с-з простирания, которая была подмечена Г. Абигом, Т. Освальдом, А. Марголиусом и др. на месте слияния р. Ахурян с р. Аракс, меридионально простирающаяся долина которой, вероятно, также наследует зону крупного разлома. Об этом свидетельствует пересечение долиной р. Ахурян всего структурного ансамбля широтного простирания Закавказского геотраверса, также, коленовидное смещение простирания хребта Агридага к югу от слияния долины рр. Ахурян с Араксом, близ меридианального простирания вдоль долины р. Ахурян изолиний сил тяжести и изопахит Октемберянской свиты (олигоцен), наконец, резкое затухание по правобережью сейсмической активности при Спитакском землетрясении 1988г.

По данным сейсмического профилирования и гравиметрии, офиолитовая сутура, погребенная под флишевой толщей палеогена, в восточном направлении достигает низовьев долины р. Раздан – зоны меридионального глубинного разлома, где скорее флексурно смыкается с офиолитами, вскрытыми скв. 1-Чатма и выступающими на поверхность в верховье долины р. Веди (территория Хосровского заповедника). Таким образом, и с востока погребенные офиолиты ограничены крупным сбросом. Латеральные к бортам рифта переходы к осадочным фациям склона и мелководья мало изучены. Выявленные в составе Норугийского меланжа крупные олистолиты кристаллических известняков, содержащих остатки кораллов титона-раннего мела (Сатиан и др., 1999), могут быть отнесены к южным мелководным литофациям офиолитового рифта (рис. 2).

Дальнейшее простирание офиолитовой сутуры на восток в басс. р. Арпа подтверждается обилием офиолитокластов в отложениях верхнеконьякского комплекса у с. Хидзорут (Сатиан, 1984), а также результатами сейсмопрофилеирования ст. "Земля". В Нахичеванской впадине офиолитокласты имеются в разрезе обломочной толщи раннего сенона района г. Ордубада, ксенолиты ультрабазитов – в вулканических постройках орогенного этапа, кроме того погребенная офиолитовая сутура прогнозируется по комплексу геолого-геофизических данных. Пересечение офиолитовой сутурой долины р. Аракс и её южного простирания на стыке с Бафт – Наинская зона офиолитов Ирана (Сатиан, 1984) требует дальнейшего уточнения. На территории Восточной Анатолии продолжение Ведийского офиолитового шва мы видим через Эрзинджанский синтаксис, вдоль южного края Киршехирского (Галатского) срединного массива.

В рамках статьи мы не касаемся дискуссионных вопросов генезиса и структурного размещения офиолитов, многократно обсуждавшихся (Соколов, 1977; Сатиан, 1984, 2005 и др.), и лишь вновь подтвердим большую, на наш взгляд, достоверность параавтохтонного их размещения при компрессии рифтов красноморского типа. Широтное простирание офиолитовой сутуры в

Приараксье, отсутствие офиолитов в разрезах скважин района с. Паракар, а также скв. 14-Раздан, к северу от Айнтап-Мараликского горста метаморфического фундамента, погребенного под молассами, обилие кварца и редкость офиолитокластки в разрезе дания-палеоцена вдоль южного борта этого поднятия (скв. 3 и 8-Зейва) в целом подтверждают прогноз о южнонаправленном смещении офиолитов относительно их корневой зоны (рис. 2). Из параавтохтонного размещения геодинамику их возникновения логично связывать с кратковременным спредингом континентальной коры (литосферы) на юге региона. Амплитуда рифтинга сопоставима с растяжением красноморского рифта, не достигшего стадий формирования СОХ и субдукции. К южному плечу мезозойского рифта мы относим поднятие древнего метаморфического комплекса под вулканом Арарат и грядой Агридаг (рис. 1, 2). Наиболее мобильным при рифтинге, по-видимому, являлось северное его обрамление (плечо рифта) – Айнтап-Мараликский горст древнего метаморфического комплекса. В этой схеме Центральная впадина Центральной складчатой зоны Армении (Сатиан, Джрбашян, 1999), выполненная доломассовым мезозойским комплексом, сопоставима с краевым бассейном, огражденным от офиолитового рифта указанным горстом. Растяжение от оси рифта, очевидно, должно было компенсироваться деформациями осадков мезозоя этого бассейна, развитого на континентальной коре.

Эффузивно-вулканокластическая формация (позднеальб-раннеконьякское время). Выделена в долине р. Хосров и к СВ от с. Двин, в разрезе скв. 1-Чатма (Сатиан и др., 2001). Слагается щелочными базальтами и базальтовыми андезитами, которые вверх по разрезу сменяются вулканическими брекчиями трахиандезитов, изредка выявляются силлы тешенитов и трахитов. Вулканы обнаруживают известково-щелочной тренд, дифференцированность составов, относясь к высококалийному, высокотитанистому типу. Включают линзы и пачки апоорганогенно-обломочных и микрозернистых известняков, глинистых алевролитов, изредка радиоляритов. Наибольшие мощности формаций, не менее 400 м, характеризуют разрез глубокой скважины к СВ от с. Двин. Западнее Разданского разлома прогнозируется развитие данной формации к югу от Айнтапского сегмента поднятия фундамента (скв. 12-Неджерлу и др.)

Граувакковая и известняковая (микритовая) формации (сенон). Относятся к постофиолитовому этапу, несогласно с размывом перекрывают досенонские формации. Характерны резкие различия мощностей по крыльям горст-антиклиналей (Ерахской, Ераносской и др.). Суммарные мощности в междуречье рр. Азат и Веди достигают 300-600 м. К сенону западный сектор мезозойского рифта (междуречья низовьев рр. Ахурян и Раздан) воздымается, и осадки этого возраста имеют локальное развитие и маломощны (вдоль ю-з границы Айнтапского сегмента поднятия фундамента). Складчатость, синхронная австрийской и ларамийской, проявилась, по-видимому, значительно.

Флишоидные формации дания-палеоцена и эоцена. Терригенно-карбонатная флишоидная формация дания-палеоцена имеет наибольшие мощности в восточной части, в низовье басс. р. Раздан, обозначаемой как Арташатский прогиб (Габриелян и др., 1981).

По данным структурного и глубокого бурения, анализ мощностей показывает, что их сокращение характерно для западной половины низовьев рр. Ахурян и Раздан. По данным бурения, в пределах Айнтапского сектора поднятия фундамента формация отсутствует. Однако к ЮВ от поднятия её мощности резко наращиваются, достигая более 1400 м (скв. 11-Мхчян) (рис. 1). В составе отложений выявлено обилие обломоч-

ного материала за счёт размыва пород байкальского фундамента.

Флишоидные формации эоцена, широко распространённые и к СВ от Айнтап-Мараликского поднятия (скв. 14-Раздан), частично его перекрывают (скв. 1-Тазагюх, 114-Паракар). Эти отложения развиты на СЗ междуречья низовьев рр. Ахурян и Раздан, а также по правобережью р. Аракс, к югу от г. Кагызман (рис. 1), где несогласно налегают на офиолиты и предполагается их развитие под молассовым комплексом вдоль северного склона массива г. Арарат (рис. 2).

Формации орогенного этапа (олигоцен-миоцен), наложенные на доорогенный гетерогенный комплекс: нижняя моласса – октемберян-

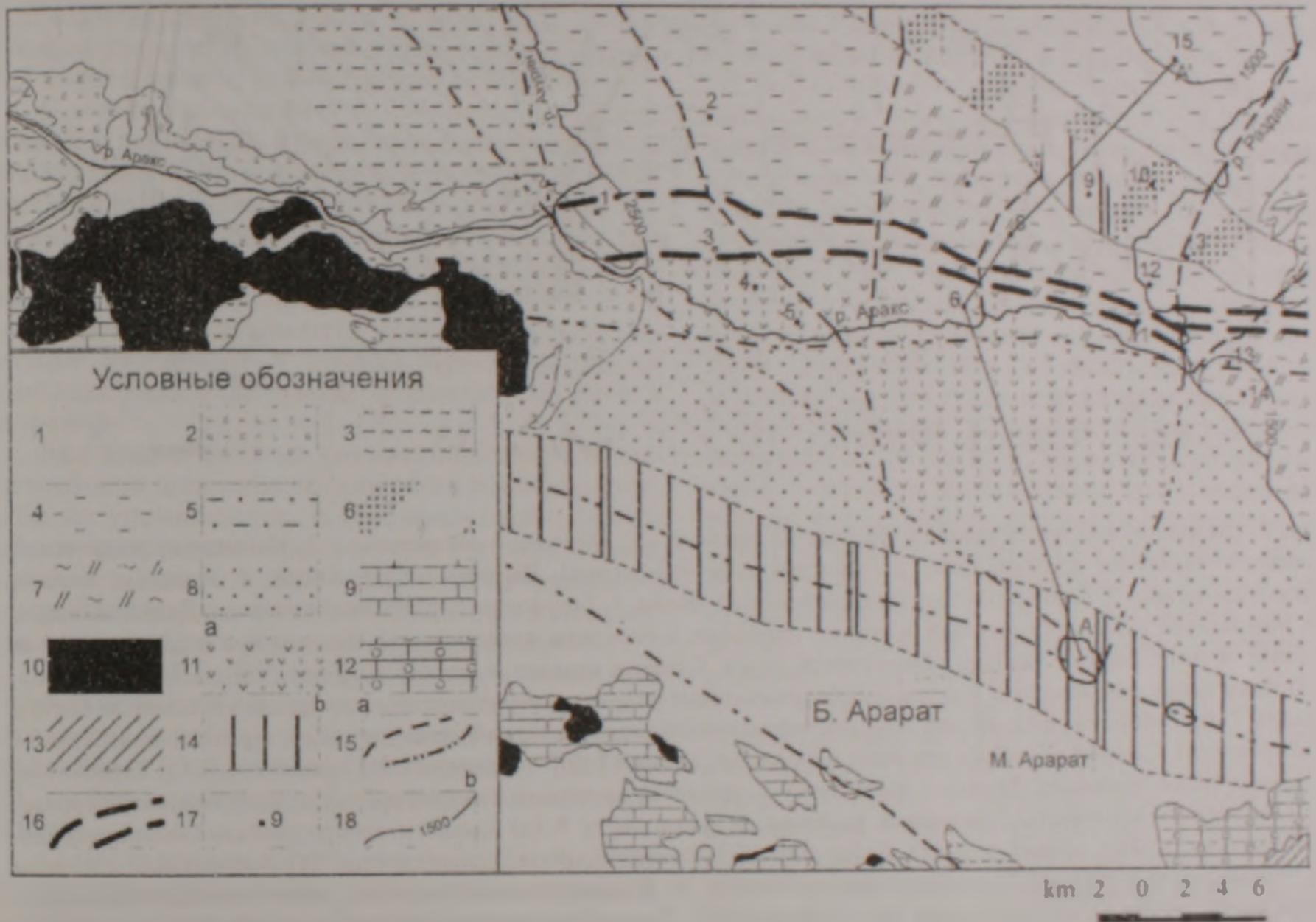


Рис. 1. Схематическая геолого-формационная карта западного сектора Приараксинской тектонической зоны. Условные обозначения. 1. Вулканогенно-осадочные образования (наземно-вулканический комплекс и речные, озерные и склоновые осадки) N_2-Q . 2. Молассовый комплекс (не разделённый) P_2-N_1 . 3. Флишоидные образования P_2 . 4. Флишоидные образования P_2 , перекрытые N_2-Q лавами и молассами P_2-N_1 (по данным глубокого бурения). 5. Предполагаемое развитие флишоидных образований P_2 , перекрытых N_2-Q лавами и молассами P_2-N_1 . 6. Флишоидные образования P_2 на Айнтап-Мараликском погребённом поднятии кристаллического фундамента, перекрытые N_2-Q лавами и молассами P_2-N_1 (по данным глубокого бурения). 7. Флишоидные образования P_2 , перекрытые N_2-Q лавами и молассами P_2-N_1 (по данным глубокого бурения) при отсутствии или резко сокращённых мощностях эоцена. 8. Предполагаемое развитие флишоидных образований P_2 и/или P_2 , перекрытых N_2-Q лавами и молассами P_2-N_1 . 9. Граувакковая и известняковая (микритовая) формации K_2^{ms} . 10. Офиолитовая серия (J_2-K_1). 11. (а) Базальтовая формация лейаса-доггера(?), перекрытая N_2-Q лавами и молассами P_2-N_1 (по данным глубокого бурения); (б) та же, предположительно перекрытая N_2-Q лавами, молассами P_2-N_1 , флишоидной толщей дания-эоцена, возможно, и верхнего мела в сокращённых мощностях. 12. Субплатформенные терригенно-карбонатные образования D-T. 13. Выходы древнего метаморфического комплекса (ассинтского). 14. Древний метаморфический комплекс горсты – Айнтап-Мараликский и Арарат-Армянский Пар. 15. Разрывные нарушения а-достоверные (по геолого-геофизическим данным), б-предполагаемые. 16. Офиолитовая сутура (погребённая под молассами и флишоидом). 17. Местоположение устья и цифровое обозначение буровых скважин. Примечание: Номера соответствуют скважинам: 1) 8-Ахурян, 2) 15-Кармрашен, 3) 1 оп-Октемберян(г), 4) 2-Герань, 5) 36-Беркашат, 6) 5-Маркара, 7) 8-Зейва, 8) 3-Зейва, 9) 115-Звартноц, 10) 114-Паракар, 11) 2-Масис, 12) 12-Неджерлу, 13) 11-Мхчян, 14) 1-Арташат, 15) 14-Раздан.

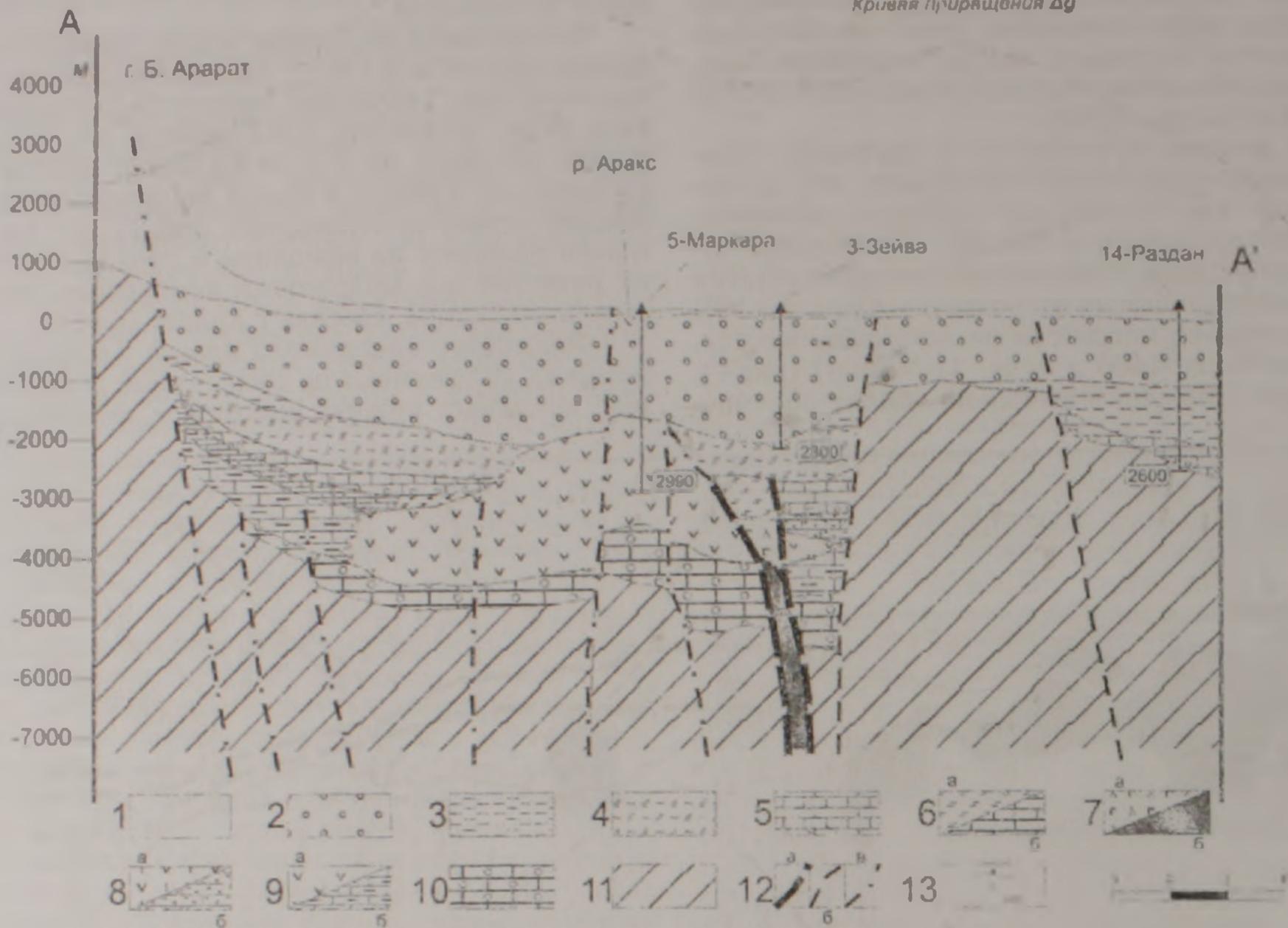


Рис 2 Схематический геологический профиль по линии А - А'. Условные обозначения. 1 Наземно-вулканический комплекс (включает аллювиальные и пролювиальные отложения) Плиоцен-четвертичный. 2 Комплекс моласс. Олигоцен-миоцен. 3 Карбонатно-терригенный флиш. Эоцен. 4 Терригенно-карбонатный флиш. Даний-палеоцен. 5 Микритовые известняки, мергели, в низах - граувакки, аленролиты, конгломераты. Поздний мел (главным образом сенон). 6 (а) Спильиты, диабазы офиолитовой серии. Слагают надвижки и мелкие покровы. Титон(?) - ранний мел. (б) Известняки, конгломераты и песчаники (полимиктовые и офиолитокластические), замещают вулканы к бортам рифта. 7 (а) Габбро-гипербазитовый комплекс офиолитовой серии (габбро-пориты и др. реже серпентинизированные гипербазиты). Слагают основание спильитов и базальтов, а также 7 (б) - корневую зону офиолитов. 8. (а) Карбонатно-вулканогенная формация. Вмещает карбонатиты, диагреды щелочных лампрофиров. Поздний келловей-берриас. (б) Известняки песчанистые, песчаники, развитые по краям рифта. 9 (а) Базальты, габбро-диабазы (зеленокаменно-измененные: альбит, хлорит, эпидот). Лейас-доггер(?). Вмещают дайки(?) спессартитов. (б) Латеральные переходы к бортам рифта в терригенно-карбонатные отложения. 10 Терригенно-известняковые, известняковые субплатформенные формации. Средний-верхний палеозой-триас. 11 Древний метаморфический комплекс Рифей. 12 Разломы: а) ограничивающие надвижки и мелкие покровы офиолитов и корневую зону, б) достоверные, сбросы, взбросы, в) предполагаемые. 13 Места скважин и глубина забоя.

ская толща (олигоцен), пестроцветная толща (нижний миоцен), соленосно-гипсоносная толща (средний миоцен); верхняя моласса - разданская толща (сармат) - так в ряд формаций олигоцена-миоцена; позднеорогенный наземно-вулканический комплекс и ассоциирующие с ним молассы плиоцен-четвертичного возраста завершают его.

2. Обсуждение и выводы

Немало догадок о геологии перекрытого плащом продуктов новейшего вулканизма региона было высказано при ранних рекогносцировочных исследованиях середины XIX и начала XX веков. Г.Абих, за ним и Ф.Освальд пространство между массивами Арарата и Арагаца отно-

сили к грабену. Моласса вдоль долины р.Аракс, включающая месторождения каменной соли (Кульп, Кагызман и др.), и красноцветные песчано-глинистые отложения в совокупности были отнесены к олигоцен-миоцену. Почти не было данных о строении более глубоких горизонтов впадины. К западу, по правобережью р.Аракс Л. Марголиус (1908) на карте отмечает выходы оливковых и серпентинитовых пород.

К.Н.Паффенгольц (1948), по результатам среднемасштабного геокартирования, выделил на ЮВ Нахичеванскую складчатую зону, а район западного Приаракся включил в Центральную складчатую зону, полагая, что это громадная синклиналь, примыкающая к Арзаканской антиклинали. Впоследствии восточная половина между-

речь низовьев рр. Ахурян и Раздан и Садаракская мульда им отнесены к депрессии среднего течения р. Аракс в составе крупного Анатолийско-Иранского межгорного прогиба (Паффенгольц, 1959).

А. Т. Асланян (1958, 1970) Араксинский (Среднеараксинский) оротектонический пояс определяет типичной миогеосинклиналью. К ней он относит Ереванскую мегасинклинальную и Приараксинскую мегантиклинальную тектонические зоны, границей им служит Ереванский глубинный разлом. К западному сектору Приараксинской зоны им относятся и Кохбская (Кульпская) мульда, северо-западные склоны Б. Арарата и вскрытая скважиной 5-Маркара доорогенная вулканогенная толща (>1000 м) предположительно позднеюрского-мелового возраста. В последующем пересмотр кернов привёл нас к выводу о её более древнем, ранне-среднеюрском возрасте.

По представлениям А. А. Габриеляна, Г. П. Симоняна и др. (1981), Среднеараксинская межгорная впадина – это наложенная вулканотектоническая впадина, ограниченная с севера Арагац-Гегамским вулканическим сооружением, а с юга – вулканическим массивом Большого и Малого Арарата и хребтом Армянский пар. В доорогенном строении указываются древний метаморфический фундамент и ранне-среднеальпийский комплекс без детализации формаций мезозоя и их рядов.

Как видно, во всех схемах офиолиты и слагаемый ими шов либо остаются на втором плане, либо не упоминаются. К. Н. Паффенгольц (1948) всё же предполагал присутствие в домолассовом комплексе “южного пояса основных интрузивов”, ультрабазитам же была отведена весьма скромная роль, либо их наличие даже отрицалось.

В схеме В. Л. Егояна (1955) так называемый Гяуркаласинский разлом с ультрабазитами протягивается к району г. Кагызман. Разлом им сопоставлялся с глубинным (в понимании А. В. Пейве), но без анализа истории заложения и геодинамики.

С проведением глубокого бурения, сейсмопрофилирования более объективно удалось воссоздать продолжение кагызманских офиолитов к востоку и наметить их структурную связь с офиолитами верховья басс. р. Веди. Следует подчеркнуть, что вскрытые глубоким бурением вулканические толщи без разделения ошибочно были отнесены к офиолитовой ассоциации (выше было отмечено, что вулканыты, вскрытые скв. 5-Маркара, приурочены к лейасу – началу континентального рифтогенеза, и что вблизи Айнтапского поднятия, вероятно, вскрыты вулканыты альба-раннего сенона, коррелируемые с эффузивно-вулканокластической формацией, выступающей к поверхности в басс. р. Хосров и вскрытой глубокой скв. 1-Чатма). Новые представления о формациях и их рядах основываются на результатах многолетнего геокартирования и литологического изучения выходов мезозойского комплекса, в междуречье рр. Азат и Веди, а также в разрезах глубоких скважин (Сатиан и др., 2001 и др.). Эти исследования привели к выводу о необходимости переоценки структуры

этого сложнопостроенного региона на ЮЗ Армении

Прежде всего, о так называемом *Еревано-Ведийском синклинории*. Его восточную половину слагает Ведийский антиклинорий со средне-позднеюрским-раннемеловым вулканогенным ядром. Западная половина – это сложный структурный ансамбль горст-антиклинальных ветвей (Еранос-Шугаибской, на юге – Ерах-Подкотуцкой). Относительно крупная синклиналь, выполненная флишоидными отложениями дания-эоцена, имеет с-с-з простирание, поперечное преобладающему с-з простиранию складок, и сопровождается системой разрывных дислокаций (Котуцкой). В Двинской (Чатминской) впадине глубоким бурением под флишоидом дания-палеоцена выявлен вулканогенно-осадочный комплекс раннего позднего мела (допозднеконьякский).

Ещё менее обоснована принадлежность “Еревано-Ведийскому синклинории” Ереванского прогиба и Шорахбюрской антиклинали, поскольку Ереванский прогиб выполнен флишоидной толщей дания-эоцена, а также мощными моласами олигоцена-миоцена, отсутствует вулканогенный мел при сокращённых мощностях осадочного мела. Строение их, как видно, принципиально отличается от строения междуречья рр. Азат и Веди. Шорахбюрская антиклиналь, кроме того, с юга разобщена крупным разломом вдоль долины р. Азат. Строение пстофиолитового комплекса междуречья, между тем, характеризуется умеренными и малыми мощностями флишоидов дания-эоцена, наращивание мощности происходит лишь к югу, к долине Аракса (Арташатский прогиб). В совокупности приведённые признаки структурной геологии и рядов формаций не дают веских оснований для выделения Еревано-Ведийского синклинории.

В этой же связи отнесение А. Т. Асланяном (1958) Ереванского разлома к разряду глубинных в свете новых данных глубокого бурения, сейсмопрофилирования и региональной геологической корреляции требует уточнения и пересмотра. Ереванский разлом (вероятно, также сквозьковский) обрамляет с севера Приараксинский рифт мезозоя и, по геофизическим данным, прослеживается к Ераносской антиклинали. Важно отметить, что разлом этот или пара разломов, ограничивающих Айнтап-Мараликское погребённое поднятие, в иерархии разломов занимает подчинённое место, тогда как ведущее значение принадлежит зоне глубинного смятия вследствие конвергенции миниплит – Апаранской и Араратской, обозначенной Ведийской офиолитовой суртурой. В сущности, схема А. Т. Асланяна сходна со схемой С. Тромпа (1947) о протяженной системе дислокаций с офиолитами от Мраморного моря (Измир-Эрзинджан) к басс. р. Аракс, с тем существенным различием, что к востоку от долины р. Ахурян продолжение этих дислокаций А. Т. Асланян видел в разломе, ограничивающем Айнтап-Мараликское поднятие и не сопровождавшемся офиолитами, судя по данным бурения в р-не с. Айнтап. Кроме того, последующие исследования показали, что Северо-Анатолийский офиолитовый шов от Эрзинджана продолжается

не к долине Аракса, а на СВ, на стык с Севано-Акеринским швом (Yilmaz, Şengör, 1985 и др.), а Ведийский шов через синтаксис района Эрзинджана протягивается вдоль южного края Киршехирского (Галатского) массива (Сатиан, 1984). Здесь же отметим, что в доорогенной геодинамике немаловажно наличие ещё одного офиолитового шва, вдоль южного склона Арарата (рис. 1) – продолжение офиолитов Хоя на стык с Ванскими.

Итак, вновь подчеркнём, что в иерархии разломов наивысшие уровни принадлежат офиолитовым сутурам.

В совокупности с особенностями сейсмического разреза коры и гравиметрического, и магнитометрического полей на пересечении выходов офиолитов эти данные подтверждают автономность развития каждого офиолитового шва, в том числе и Ведийского, заложенного в пределах северного края Иранской плиты (Асланян, Сатиан, 1987; Сатиан, 1984, 2005). Офиолитовые швы обозначают область возбужденной мантии в мезозое и, как следствие, рассеянного рифтогенеза литосферы Закавказского-Переднеазиатского геотраверса.

В заключение отметим вновь, что доорогенный этап в развитии Приараксинской зоны предопределён рифтингом континентальной коры, начало которого датируется поздним триасом, далее следуют мощное проявление континентально-рифтового вулканизма в лейасе, спрединговая стадия (офиолитогенез) к концу поздней юры до баррема (Сатиан, 2005) и заключительный рифтинг (эффузивно-вулканокластическая формация), затем предколлизийный этап компрессии (граувакковая формация), эвстатический подъём уровня океана (поздний сенон, известняковая формация), накопление флишоидных формаций палеогена во впадинах, в целом наследовавших простирание рифта мезозоя и размещённых вдоль его краёв при резком различии фаций и мощностей вдоль южного и северного бортов.

Что касается развития и строения Нижнеахурянско-Араратской молассовой впадины и её бортов, то нельзя не отметить, что погружение на орогенном этапе Айнтап-Мараликской гряды поднятий фундамента происходило на фоне прогрессивного поднятия фундамента Араратской гряды, сопровождаемого мощным проявлением вулканизма, и возникновение стратовулкана Арарат на позднеплиоцен-четвертичном этапе, скорее всего, было обусловлено мантийным диапиризмом вдоль южного обрамления сомкнувшегося рифта подобно стратовулкану Арагац на СЗ Центрального прогиба.

ЛИТЕРАТУРА

Агамалян В.А., Кургиян Э.Н. О силлит-диабазовом и габбро-норитовом комплексах офиолитовой серии, вскрытых скважиной 1-Октемберян(Г) (западная часть Араратской депрессии). Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, №1, с.26-38

- Асланян А.Т. Региональная геология Армении. Ереван: "Айпетрат", 1958, 430 с.
- Асланян А.Т., Сатиан М.А. Тектонические условия становления офиолитовых зон. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1987, 157 с.
- Белов А.А., Брагин Н.Ю., Вишневецкая В.С., Сатиан М.А., Соколов С.Д. Новые данные о возрасте офиолитов Веди (Армения). ДАН СССР, 1991, т.321, №4, с.784-788.
- Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П. Сейсмо-тектоника Армянской ССР. Ереван: Изд. ЕГУ, 1981, 283 с.
- Габриелян А.А. Палеоген и неоген Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1964, 299 с.
- Егоркина Г.В., Соколова И.А., Егорова А.М. Глубинное строение ультрабазитовых поясов Армении. Сов. геология, 1976, №3, с.127-133.
- Егоян В.Л. Глубинные разломы на территории Армении и сопредельных стран и геотектоническая закономерность альпийского этапа и развития. В сб.: "Вопросы геологии и гидрогеологии Армянской ССР". Ереван: Изд. АН АрмССР, 1956, с.47-64.
- Карякин Ю.В. Геодинамика формирования вулканических комплексов Малого Кавказа. Тр. ГИН СССР, вып. 438, М.: "Наука", 1989, 150 с.
- Марголюс А. Солёные образования Карской области Эриванской губернии. Мат-лы геол. Кавказа, сер.3, Тифлис: Изд. Кавк. Горн. Управл., 1909, 233 с.
- Осипова И.Б., Арменакян К.А. Тектоническое строение Приараксинской депрессии по данным сейсморазведки МНРП и бурения. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1975, №3, с.51-56.
- Паффенгольц К.Н. Геология Армении. М-Л, 1948, 895 с.
- Паффенгольц К.Н. Геологический очерк Кавказа. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1959, 506 с.
- Сатиан М.А. Офиолитовые прогибы Мезотетиса. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984, 195 с.
- Сатиан М.А., Варданян А.В., Варданян В.А. Серпентинитовый меланж Ерахской антиклинали (Вединская офиолитовая зона Армении). Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1999, №2-3, с.14-21.
- Сатиан М.А., Джрбашян Р.Т. Седиментационные бассейны и некоторые проблемы геодинамики. В кн.: Геология и перспективы нефтегазоносности мезокайнозойских седиментационных бассейнов Центральной части Армении (под редакцией Р.Джрбашяна, Г.Чилингаряна, А.Карапetyана). Ереван: Изд. Манкаварж, 1999, с.33-41.
- Сатиан М.А., Мнацаканян А.Х., Степанян Ж.О. О вулканогенно-осадочных формациях мезозоя верховья басс. р Веди (Вединская офиолитовая зона Армении). Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2001, №2, с.6-11.
- Сатиан М.А., Степанян Ж.О., Саакян Л.Г., Мнацаканян А.Х., Гукасян Р.Х. Лампрофировые трубки взрыва мезозоя Ведийской зоны (Армения). Ереван: Изд. "Наири", 2005, 144 с.
- Соколов С.Д. Олистостромовые толщи и офиолитовые покровы Малого Кавказа. М., 1977, 81 с.
- Tromp S.W. A tentative classification of the main structural units of the Anatolian orogenic belt. Journ., Geol., v.4, 1974.
- Yilmaz, A.M.C. Şengör. Paleo-Tethyan ophiolites in Northern Turkey. Petrology and tectonic setting., Ophioliti, v.2/3, 1985, p.485-504.

**ՄԵՐՉԱՐԱՔՍՅԱՆ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԳՈՏՈՒ ԱՐԵՎՄՏՅԱՆ ՀԱՏՎԱԾԻ
ՄԻՆՉՕՐՈԳԵՆՅԱՆ ԿԱԶՄԱՎՈՐՈՒՄՆԵՐԻ ԵՎ ԵՐԿՐԱԴԻՆԱՄԻԿԱՅԻ ՄԱՍԻՆ**

Մ. Ա. Սաթիան, Ռ. Տ. Միրիջանյան, Է. Մ. Հակոբյան

Ա մ փ ո ս փ ու մ

Ուսումնասիրվող տարածքի մինչ մոլասային զոյացումներում առանձնացված են վարիսեյի ցամաքածին-կարբոնատային մերձպլատֆորմային և վաղ-միջին ալպյան համալիրները՝ լեյաս-դոգերի ուֆթածին հրաբխածին հաստվածք, ուշ յուրա-վաղ կավճի հասակի օֆիոլիթային շարք, էֆուզիվ-հրաբխաբյուրեղային, ինչպես նաև ուշ կավճի նստվածքային հաստվածքի, դանի-էոցենյան ֆլիշային առաջացումներ: Զննարկվում են մինչմոլասային հիմքի տարակազմ կառուցվածքը, տեկտոնական գոտիների սահմանները և մինչօրոգենյան ժամանակաշրջանի երկրադինամիկայի հարցերը:

**ABOUT PRE-OROGENE FORMATIONS AND GEODYNAMICS OF WESTERN
SEGMENT OF NEAR-ARAKS TECTONIC ZONE (ARMENIA)**

M. A. Satian, R. T. Mirijanyan, E. A. Hakobyan

Abstract

In the structure of pre-molasse complex one distinguishes terrigenous-and-carbonate sub-platform Variscan and Early- Middle Alpine complexes: riflogenic volcanogenic Liassic-Dogger layer (?), Late Jurassic – Early Cretaceous ophiolite series, effusive-volcanoclastic as well as late Cretaceous sedimentary layers, flyschoid Danian-Eocene complex. The article deals with heterogenic structure of pre-molasse basement, the limits of tectonic zone and issues of pre-orogene stage geodynamics.

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ФАНЕРОЗОЯ АРМЕНИИ

© 2006 г. О. А. Саркисян*, Э. Х. Харазян*, А. Г. Григорян**,
Ю. В. Саядян**, Ф. А. Айрапетян**

*Ереванский Государственный университет, геологический факультет
375025, Ереван, ул. Алека Манукяна, 1, Республика Армения

**Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения

E-mail: hrshah@sci.am

Поступила в редакцию 21.10.2005 г.

В статье представлены общепринятые в настоящее время схемы стратиграфического расчленения фанерозоя Армении. В составе отдельных систем выделены отделы, подотделы, ярусы, подъярусы, региоярусы, биозоны, слои и горизонты с фауной, свиты. Данные схемы отражают современный уровень стратиграфических исследований на территории Армении в целом и одновременно указывают на неравномерность и соизмеримость этих исследований по отдельным системам палеозоя, мезозоя и кайнозоя.

На территории Армении известны образования почти всех возрастов (за исключением архея и нижнего палеозоя), которые представлены в большей части разнообразными вулканогенными, вулканогенно-осадочными и осадочными породами, нередко связанными между собой сложными фацциальными взаимоотношениями. Все эти факторы, а также широкое развитие разрывных нарушений и магматических образований значительно затрудняют проведение детальных биостратиграфических исследований с выделением стратиграфических подразделений более мелких таксономических единиц. Степень стратиграфической изученности ряда систем верхнего палеозоя, мезозоя и кайнозоя в настоящее время довольно высока и соизмерима с таковыми многих регионов Западного Средиземноморья. Однако по некоторым системам фанерозоя степень стратиграфических исследований не соответствует современным требованиям, что в значительной мере обусловлено отсутствием детальных биостратиграфических исследований по этим системам за последние 10-15 лет. Степень стратиграфического изучения фанерозоя Армении наглядно отражена в нижеприведенных стратиграфических схемах (табл.1-8).

В статье О.А.Саркисяна и др. (2004) обобщены результаты стратиграфических исследований, проведенных различными исследователями на территории Армении во второй половине прошлого века, рассмотрены спорные проблемы и вопросы по всем геологическим системам, отмечена также важность первоочередных задач, стоящих перед стратиграфией Армении. Однако, отсутствие в этой статье стратиграфических схем и таблиц не дает четкого и наглядного представления об уровне и детальности стратиграфического расчленения отдельных систем фанерозоя. В этой связи данная статья представляет собой второе итоговое сообщение о результатах стратиграфических исследований в Армении.

Стратиграфические схемы фанерозоя Армении составлены: для верхнего девона-нижнего карбона (табл.1), перми (табл.2) и триаса (табл.3) – Р.Аракеляном (1952), К.Ростовцевым и Н.Аза-

ряном (1974), Г.Котляром и др. (1984), А.Григоряном (1986); юры (табл.4) – Н.Азаряном (1963), В.Акопяном (1962); мела (табл.5) – В.Рентгартеном (1959), В.Акопяном (1978); палеогена (табл.6) и неогена (табл.7) – А.Габриеляном (1964), О.Саркисяном (1966, 1989), С.Григоряном (1986) и Ф.Айрапетяном (2003), Э.Харазяном (1975); четвертичной системы (табл.8) – Ю.Саядяном (2003) и Э.Харазяном (1973) с использованием данных многих других исследователей.

Сравнительный анализ приведенных стратиграфических схем между собой и корреляция их со схемами Западного Средиземноморья и общепринятыми стандартными биостратиграфическими схемами свидетельствуют о том, что довольно детально изучены и расчленены разрезы верхней перми, триаса, верхнего мела, палеогена и частично четвертичной системы. Выделенные в этих разрезах биостратиграфические таксономические единицы довольно хорошо коррелируются со схемами Западного Средиземноморья и других регионов мира. В разрезах систем фанерозоя выделены не только отделы и ярусы, но и биозоны, слои и горизонты с фауной, свиты. Относительно слабо расчленены разрезы верхнего девона, нижнего карбона, нижней перми, юры, нижнего мела и частично неогена. В разрезах этих подразделений стратиграфические таксоны низкого порядка не выделены, что свидетельствует об их более слабой биостратиграфической изученности, подлежат пересмотру также возрастные границы ряда отделов, подотделов и ярусов. Выделенные в неогене Армении стратиграфические таксоны (региоярусы) в основном соответствуют региоярусам Восточного Паратетиса и в значительной степени отличаются от схем Западного Средиземноморья.

К сожалению, детальные биостратиграфические и литостратиграфические исследования разновозрастных образований территории Армении не сопровождались последовательными палеомагнитными исследованиями соответствующего уровня. Вместе с тем отметим, что палеомагнитные исследования проводились на некоторых участках

Таблица 1

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Время (млн. лет)	Общая	Армения					
					Конodontовые зоны	Биостратиграфические зоны, слои (Аракелян, 1964)	Свита	Литологический состав			
КАРБОН	Нижний карбон	визейский	Нижний	325-			сарипап- ская	темно-серые, черные битуминозные известняки			
				19,0	<i>texanus</i>						
		турнейский	Верхний			<i>ancoralis</i>		армашская	темно-серые до черного известняки, в основании редкий прослой глинистых сланцев		
					<i>typicus</i>						
					<i>crenulata</i>						
			Нижний		12,5	<i>sandbergi</i>		геранкала- синская	известняки, песчаники и сланцы		
					<i>duplicata</i>						
					<i>sulcata</i>	зона этрен	артаки- ахбюрская			кварциты, черные глинистые сланцы, песчаники и известняки	
		ДЕВОН	Верхний девон	фаменский	Верхний	358-	<i>praesulcata</i>		гортунская	ожелезненные песчаные известняки, ожелезненные песчаники и черные глинистые сланцы	
							<i>expansa</i>				
	<i>postera</i>										
	<i>trachytera</i>										
Нижний							<i>marginifera</i>		шамами- дзорская	известняки, кварциты и сланцы, реже песчаники	
						15,5	<i>rhomboidea</i>				
						<i>crepida</i>					
						<i>triangularis</i>					
					<i>linguiformis</i>		кадрлин- ская	кварциты, песчаники и сланцы, реже известняки			
					<i>rhenana</i>						
					<i>jamieae</i>						
					<i>hassi</i>						
Средний девон	фрапский			Верхний		7,5	<i>punctata</i>		эртичская	кварциты, черные глинистые сланцы, известняки	
						<i>transitans</i>					
				Нижний				<i>falsiovalis</i>		норазанк- ская	темно-серые брахиопо- довые и водорослевые известняки, черные глинистые сланцы, кварциты
								<i>disparilis</i>			
	живетский	Верхний		6,0	<i>hermanni</i>		багарсых- ская	желтовато-серые песчаники и кварциты, темно-серые известняки, черные глинистые сланцы			
					<i>varcus</i>						
		Нижний				<i>hemiasatus</i>				чраханин- ская	темно-серые известняки, черные глинистые сланцы и кварциты
			387-			данлик- ская	серые песчаные известняки, песчаники и песчано-глинистые сланцы, реже кварциты				
						гюмуш- лугская	серые, темно-серые известняки, местами с прослоями черных глинистых сланцев				
						садарак- ская	известняки с прослоями алевро- литов, песчаников и сланцев				
						араздаян- ская	темно-серые известняки, желтовато-красные алевролиты				

Система	Отдел	Ярус	Время (млн. лет)	Тетическая область	Армения						
				Аммоноидные зоны	Зона, слои (Ростовцев, Азарян, 1973; Решение... 1979; Котляр и др., 1983)	Конодон- товые зоны, слои (Григорян, 2003)	Свита	Литологический состав			
П Е Р М Ь		Дарашамский	251	<i>Paratirolites kittli</i>	<i>Paratirolites kittli</i>	<i>Gondolella subcarinata</i>	ахуринская	красновато-бурые, лиственые, розовые, реже серые, пятнистые тонко- и среднеслоистые известняки, конкреционные, брекчиевидные, афанитовые, с редкими прослоями шоколадных и кирпично-красных тонкорассланцованных аргиллитов и глин			
				<i>Shevyrevites shevyrevi</i>	<i>Shevyrevites shevyrevi</i>						
				<i>Dzhulfites spinosus</i>	<i>Dzhulfites spinosus</i>						
			4,0	<i>Iranites transcaucasius</i>	<i>Iranites transcaucasius</i>						
				<i>Phisonites triangulus</i>	<i>Phisonites triangulus</i>						
			Джультинский	5,5	<i>Vedioceras venrosulcatum</i>	<i>Vedioceras venrosulcatum</i>			<i>Gondolella orientalis</i>		
				<i>Araxoceras latum</i>	<i>Araxoceras latissimum</i>	<i>Gondolella leveni</i>					
			Мидийский	12	<i>Yabeina lepidolina</i>	слои с <i>Codnofusiella -Araxilevis</i>			<i>Gondolella bitteri</i>	хачикская	темно-серые, черные, сильно битуминозные слоистые, сланцеватые водорослево-фораминиферовые и детритусоватые, глинистые и углистые рассланцованные известняки, в храле массивно-слоистые
		слои с <i>Neoschwagerina pinquis</i> <i>Chusenella minuta</i>									
			Муртабский (Казанский)	277	<i>Neoschwagerina</i>	<i>N. margaritae</i>			<i>Chusenella abichi</i> <i>Sumatrana annae</i>		арпийская
	<i>N. craticulifera</i>	<i>Neoschwagerina cheni</i> <i>Eopolydiexodina persica</i>									
	<i>N. simplex</i>	<i>Praesumatrina neoschwagerinoides</i> <i>Cancellina armenica</i> <i>C. armaschensis</i>									
		Кубергандинский (Уфимский)	4,5	<i>Armenina</i>	<i>Cancellina cutaensis</i>	<i>Misellina ex gr. cbauidae</i> <i>Armenina sp.</i>		аснийская	средне-грубослоистые темно-серые до черного битуминозные (верхняя половина), тонкослоистые битуминозные водорослево-фораминиферовые известняки, в основании красный базальный горизонт		
	<i>Armenina, M. ovalis</i>										
	Нижняя пермь	Болорский (Кунгурский)	6,0	<i>Misellina</i>	<i>M. parvicostata</i>	<i>Misellina parvicostata</i> <i>M. minor</i> <i>Chalaroschwagerina vulgaris,</i> <i>Darvasites ordinatus</i>		давалинская	темно-серые до черного средне- и грубослоистые известняки, в нижней части глинистые		
<i>M. dyhrenfurthi</i>											
Яхташский (Артинский)		296	<i>Chalaroschwagerina vulgaris</i>								

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Время (млн. лет)	Тетическая область	Армения					
					Биостратиграфические зоны	Зоны, слои (Ростовцев, Азарян, 1973; Решение..., 1979; Котляр и др., 1983)	Конодонтовые зоны, слои (Григорян, 2003)	Свита	Подсвита	Литологический состав	
ТРИАС	Верхний триас	Норийский	средний	205-	<i>Himavatites columbianus</i>	Незонируемые слои	Эпигондолелла постера <i>Epigondolella postera</i>	джеманисская серия		угли, песчаники, аргиллиты, доломиты, известняки, кварцевые песчаники	
				15,0	<i>Cyrtopleurites bicrenatus</i>						
			<i>Juvatitites magnus</i>								
		Карнийский	нижний		230-						<i>Malayites paulckeii</i>
					11,0						
					230-						
	Средний триас				?	?					
					245-						
	Нижний триас	Оленекский	верхний		245-	<i>Stacheites undatus</i>	Слои с <i>Pachycladina</i>		верхняя	пестроцветные тонкослоистые известняки, доломиты	
						<i>Columbites parisianus</i>					
					5,0	<i>Tirolites cassianus</i>					
		Индский	нижний				<i>Anasibirites kingianus</i>	Слои с <i>Owenites</i>	средняя	известняки серые массивные, прослоями оолитовые	
							<i>Flemingites flemingianum</i>				
							<i>Platyvillosus paracostatus</i>				
	Индский	верхний				<i>Prionolobus rotundatum</i>	Слои с <i>Claraia Ophiceras medium</i>	нижняя подсвита	(верхняя часть) известняки серые, тонкоплитчатые, фукоидные		
						<i>Gyronites frequens</i>					
					2,0	<i>Ophiceras tibeticum</i>					
	Индский	нижний			251-	<i>Otoceras woodwardi</i>	Слои с <i>Claraia Ophiceras medium</i>	нижняя подсвита	(нижняя часть) известняки красные, розовые, желтоватые с караваями водорослевых известняков, в основании базальные красные глины известковые		
					<i>Hindiodus parvus</i>						

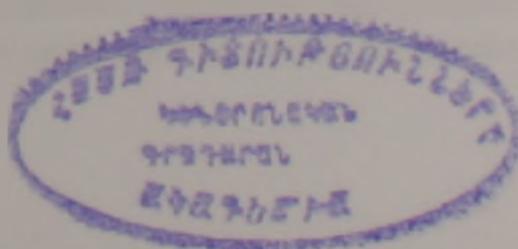
Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Время, млн. лет	СВИТЫ		ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ		
ЮРСКАЯ	МЕЛ	К ₁	Валанжин	Нижний	140	тапасаркармаркарская		базальты, различные порфириты, туфы, туфопесчаники, туфобрекчии, туфоконгломераты, линзы известняков	
						Верхний	Титон		
	Кимериджский			сарушская	бусханская		известняки, доломиты, прослой туфопесчаников	песчаники, туфы, туфобрекчии, прослой песчаников и известняков	
	Оксфордский			будурская	далжарская		известняки с прослоями туфопесчаников, туффитов, глин. сланцев	песчаники, туфопесчаники, известняки	
	Келловейский			бугакарская	ревазлинская		туфопесчаники, глин. сланцы, туфобрекчии, порфириты, реже известняки	туфобрекчии, туфоконгломераты, туфопесчаники, глинистые сланцы, потоки порфиритов	
	Средний	Батский		Верхний	156			порфириты, туфобрекчии, туфы	
				Нижний		шахтахтская		песчаники, туфопесчаники, порфириты, глинистые сланцы, туфобрекчии	
		Байосский	Верхний	алавердишамлугская			туфопесчаники, кератофиры, туфы, туфобрекчии		
				кошавердская			андезиты, дациты, туфобрекчии, туфопесчаники, туфы		
				лебедская			различные порфириты, туфобрекчии, прослой туфопесчаников и туфов		
				ахтальская			кварцевые плагиопорфиры, андезиты, кератофиры		
		Нижний	нижняя		различные порфириты, туфобрекчии, туфы				
	Нижний	Тоарский	Ааленский	Нижний	170	асрикская		конгломераты, песчаники, песчаные и глинистые сланцы	

Таблица 5

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Время, млн. лет	Биозоны (Акопян, 1978)	Свита		Литологический состав			
М Е Л О В А Я	Верхний	Маастрихтский	В	6,5	<i>Pachydiscus gollevillensis</i>			мергели, известняки			
			Н	6,3	<i>Hauericeras sulcatum</i>			мергели, известняки			
		Кампанский	В	12,2	<i>Belemnitella langel</i>			известняки, мергели			
			Н		Слой с <i>Miraster schoederi</i>			известняки, мергели			
		Сантонский	В	2,3	Слой с <i>Orbigina canaliculata</i>	сраберл-такцарская		известняки, мергели, песчаники, туфы			
			Н		Слой с <i>Texanites gallicus</i>			известняки, мергели, песчаники, алевролиты, туфы, андезиты			
		Кобыкский	В	3,2	Слой с <i>Novakites carezi</i> @ <i>Inoceramus involutus</i>	сваранцкая		конгломераты, песчаники, мергели, глины, известняки, туфопесчаники, туфы, андезиты			
			Н		Слой с <i>Barroisiceras onilahyense</i>	татевская	хосровская	песчаники, мергели, туфопесчаники, алевролиты	различные порфириты, туфы, прослой яшсы, радиоляритов, линзы известняков		
		Туронский	В	4,5	Слой с <i>Claucopia mariae</i>			известняки, алевролиты, песчаники, конгломераты			
			Н		Слой с <i>Radiolites peroni</i>						
		Сеноманский	В	5,4	Слой с <i>Calycoce- ras spinosum</i> @ <i>Bi-carinella bicarinata</i>			известняки, алевролиты, песчаники, туфопесчаники, конгломераты			
			Н	100	Слой с <i>Parahibolites tourtia</i>			песчаники, песчанистые известняки			
		ЮРА	Верхний	Альбский		13,3				песчаники, туфопесчаники, туффиты, мергели	
				Аптский	В	8,8		окузартская	гехинская	порфириты, туфобрекчии, туфопесчаники, туфоконгломераты, песчаники, известняки	различные порфириты, туфобрекчии
					Н						
				Барремский		6		кармраванкская		известняки, песчанистые известняки	
Готерив - верхневаланжинский				15		агаракская		известняки, песчаники, известковистые песчаники			
Средневаланжин-титонский		142		тапасаркармакарская		базальты, различные порфириты, туфы, туфопесчаники, туфобрекчии, туфоконгломераты, линзы известняков					

Система	Отдел	Подотдел	Время, млн. лет	Хрон	Палеомагн.	Ярус	Зоны по нуммулотидам (Габриелян, 1964; Григорян, 1986)	Зоны по планктонным фораминиферам (Айрапетян, 2003)	С в и т ы		Литологический состав							
									С в и т ы	С в и т ы	Литологический состав	Литологический состав						
ПАЛЕОГЕНОВАЯ	Олигоценый	В. олигоцен	30	C ₁₂					дилижанская	агдаванская	Пестроцветные конгломераты, песчаники, алевролиты, глины, горючие сланцы (в. моласса)							
		нижний олигоцен									Рюпельский	<i>N. intermedius</i>	<i>O. selli</i> <i>O. tapuriensis</i>	шорагбюрская		Глины, песчаники, гравеллиты, линзы рифовых известняков (нижняя моласса)		
	Эоценовый	Верхний		35	C ₁₄		Приабонский	<i>N. fabiani retiatus</i>	<i>O. centralis</i> <i>O. gortanis</i>	памбакская, базумская		Андезиты, трахиандезиты, дациты, туфобрекчии, туфоконгломераты, туфопесчаники		Песчаники, алевролиты, глины, пески				
					C ₁₅			<i>N. fabiani</i>	<i>O. cocoaensis</i>									
					C ₁₆				<i>O. semivoluta</i>									
		Средний			40	C ₁₇		Бартонский	<i>Nummulites brongniartii</i>	<i>O. spinulosa</i>	кировкаканская (ванадзорская) ширакская	богацарская	завишешская	азатская	Туфоалевролиты, туфы, туфобрекчии, туфопесчаники, туфоконгломераты, андезиты, андезитобазальты, андезитодациты	Песчаники, алевролиты, глины, реже известняки, мергели		
						C ₁₈				<i>O. beckmanni</i>								
						C ₁₉				<i>Hantkenina alabamensis</i>								
						C ₂₀				<i>Acarinina rotundimarginata</i>								
		Нижний			45	C ₂₁		Лютетский	<i>N. laevigatus</i>	<i>Acarinina bullbrooki</i>	севанская	лусагбюрская		арпинская	Известняки, глины, песчаники, гравеллиты, пласты бурого угля	Туфогенно-терригенный флиш		
						C ₂₂				<i>Acarinina pentacamerata</i>								
						C ₂₃				<i>O. aragonensis</i>								
						<i>O. Formosa</i>												
						<i>O. wilcoxensis</i>												
	Палеоценовый	Верхний		55	C ₂₄	Танетский	Илердский		<i>O. subbotinae</i>	котоцкая				Терригенно-карбонатный флиш (ритмичные конгломераты, гравеллиты, песчаники, алевролиты, известняки, мергели)				
															<i>O. velanscoensis</i>			
															<i>N. frassi</i> <i>N. seunessi</i>	<i>O. pseudomanardi</i>		
		Нижний			60	C ₂₅		Зеландский		<i>O. angulata</i>								
										C ₂₆								
										C ₂₇					Датский	<i>O. inconstans</i>		

Система	Отдел	Подотдел	Регионарус	Время в млн. лет	Свита	Литологический состав
НЕОГЕНОВАЯ	Плиоцен	Верхний		1.8	горисская сисианская норатусская нубарашенская	туфобрекчи, туфоконгломераты, туфопесчаники, вулканические пеплы и пески, пемзовые пеки, конгломераты глины, диатомитовые глины, диатомиты
			Акчагыльский	3 - 3.6	лори- ахурянская	долеритовые базальты (нижние и верхние), междолеритовые андезитобазальты, пески, диатомитовые глины, диатомиты (<i>Elephas planifrons Falk et Caut Eguus stononis Cochi</i>)
		Нижний	Киммерийский		мармашенская	озерно-речные пески, глинистые пески, песчанистые глины (<i>Mastra subcaspia</i> и др.)
	Миоцен	Верхний	Понтический Мэотический	5-6.5	вохчабердская, варденисская, гортунская, мегринская	комплекс вулканогенно-обломочных пород: туфобрекчи, туфопесчаники, пемзовые пески, межформационные лавовые потоки андезитов, базальтов, дацитов, риолитов, глины, пески, пласты бурых углей
			Сарматский	7.0	разданская ереванская	морские, озерно-лагуны- ные осадочные породы: зеленоватые глины, глинистые пески, ракушечники, горючие сланцы (<i>Mastra caspia</i> , <i>M. bulgarica</i> , скелеты рыб и др.)
		Средний	Конк- караганский, чокрак- тарханский		джрвежская армавирская	гипсоносные, соленосные глины, глинистые песчаники, пласты каменной соли, гипса, ангидрита, горючих сланцев, известняки, ракушечники
		Олигоцен - миоцен	Верх. олигоцен-ниж. миоцен	Верхняя часть	21.0	ацаванская
					амулсарская	палеотипные андезиты, андезито-базальты, дациты, риолиты, их туфообломочные образования
	Нижняя часть		24.0	елпинская	санидиновые андезиты, андезито-дациты, трахидациты, их туфообломочные образования	



Система	Отдел	Подотдел		Регионарус	Время, в млн. лет	Свита	Литологический состав		
		Звено	Звено						
ЧЕТВЕРТИЧНАЯ	Голоцен				0.1		озерные и болотные отложения Севанского бассейна, II-I-ые террасы и поймы системы р. Аракс		
							андезито-базальты вулк. Сибатасар и ряда вулканов северной части Цхук-Ишхансарского хребта		
	Плейстоцен	Неоплейстоцен	Верхнее			0.5		глыбовые андезиты-базальты и андезиты северной части Гегамского нагорья, лавы вулканов Порак и Вайоцсар	
								озерные, озерно-аллювиальные отложения Севанского бассейна, V-VIII-ые террасы системы реки Аракс	
		Неоплейстоцен	Верхнее			0.5		андезито-базальты и андезиты (послетуфовые): Арагацкие, Шараилер, Сарнахпюр, Тиринкатар, Аштаракские, Кечутско-Ашоцкие, Гегамские (Ковасар, Гарнийские, Армаган), Варденисские, Масрикские, Севкарские, Мурадсарские, Джермукские), ультрабазальты Халаджского потока	
								игнимбитовые туфы: Анийские, Ереванские, Бюраканские, туфолавы Артикские	
		Неоплейстоцен	Нижнехазарское				0.8	арапийская, араратская	озерно-аллювиальные галечники, грубозернистые пески, гравийные отложения Ширакско-Араратской котловины (<i>Mammuthus trogontherii choserieus</i> , <i>Paleotoxodon anticuus</i> , <i>Dicerorhinus kirchbergensis leeg</i> и др.)
									озерные отложения Ширакского, Араратского, Памбакского, Севанского бассейнов: зеленоватые жирные глины, диатомовые глины, ракушечники, пемзовые пески
	Плиоцен	Верхний	Эоплейстоценовый	Алшеронский		1.8	анийская, нижнеараратская	озерные отложения Ширакского, Араратского, Памбакского, Севанского бассейнов: зеленоватые жирные глины, диатомовые глины, ракушечники, пемзовые пески	
								вулканические лавовые толщи: андезиты-базальты, андезиты, дациты, риолиты, обсидианы, перлиты	
НЕОГЕНОВАЯ					2.5	кечутская, арагацкая гегамская, джермукская ишхансарская	вулканические лавовые толщи: андезиты-базальты, андезиты, дациты, риолиты, обсидианы, перлиты		

развития палеогеновых, отчасти юрских, неогеновых и четвертичных образований, но имеющиеся результаты не позволяют в той или иной степени уточнить или детализировать существующие стратиграфические схемы, составленные на основании биостратиграфических данных и изотопных определений. В настоящее время требования, предъявляемые к стратиграфическим схемам, значительно возросли и просто недопустимо, что у нас до сих пор не разработаны магнито-стратиграфические шкалы для систем и отделов фанерозоя.

ЛИТЕРАТУРА

Азарян Н.Р. Стратиграфия и фауна юрских отложений Алавердского рудного района Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1963, 250 с.
 Азарян Н.Р. Стратиграфические подразделения триаса и юры Армянской ССР и Нахичеванской АССР. Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1981. Т.34, N1, с.8-24.
 Айрапетян Ф.А. К ярусному подразделению палеогена Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2003, N2, с.3-6.
 Акопян В.Т. Биостратиграфия верхнемеловых отложений Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1978, 286 с.
 Аракелян Р.А. Палеозойские отложения Армении. Гр. конф. по вопр. рег. геол. Закавказья. Баку: Изд. АН АзССР, 1952, с.5-12.
 Габриелян А.А. Палеоген и неоген Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1964, 299 с.
 Геология Армянской ССР, т.2. Стратиграфия. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1964, 424 с.

Григорян А.Г. Конодонты пограничных отложений перми и триаса Армянской ССР. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук. М.: 1990, 18 с.
 Григорян С.М. Нуммулитиды и орбитоиды Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1986, 250 с.
 Мартиросян Ю.А. Биостратиграфия позднемеловых, раннепалеогеновых отложений юга Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм.ССР, 1986, 120 с.
 Рентгартен В.П. Стратиграфия меловых отложений Малого Кавказа. Региональная стратиграфия СССР, 1959, Т.6, 537 с.
 Ростовцев К.О., Азарян Н.Р. Граница палеозоя и мезозоя в Закавказье и новый ярус верхней перми. Соб. Геол. 1974, N4, с.70-82.
 Саркисян О.А. Палеоген Севано-Ширакского синклинория. Ереван: Изд. АН Арм.ССР, 1957, 141 с.
 Саркисян О.А. Харазян Э.Х., Агамалин В.А., Григорян А.Г., Саядян Ю.В. Результаты и задачи стратиграфических исследований в Республике Армения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2004, N3, с.3-15.
 Саядян Ю.В. Общая схема стратиграфии и палеогеографических событий верхнего миоцена, плиоцена и четвертичного периода Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2003, N1, с.16-22.
 Стратиграфический кодекс. МСК. ВСЕГЕИ. Изд. второе, допол. Санкт-Петербург, 1992, 120 с.
 Харазян Э.Х. Новейший вулканизм СЗ части Армянской ССР. В кн.: Вулканизм и формирование полезных ископаемых в Альпийской геосинклинальной зоне Карпаты, Крым, Кавказ. Новосибирск: Наука, 1973, с.123-137.
 Մարգարյան Հ.Հ. Հայաստանի ռեգիոնալ երկրաբանական ԵՊՀ հրատ. երևան, 1989, 250 էջ

ՀԱՅԿՍՏԱՆԻ ՖԱՆԵՐՈԶՈՅԻ ՇԵՐՏԱԳՐԱԿԱՆ ՍԽԵՄԱՆԵՐԸ

Հ. Հ. Մարգարյան, Է. Խ. Խարազյան, Ա. Գ. Գրիգորյան,
 Յու. Վ. Սայադյան, Ֆ. Ա. Հայրապետյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում ներկայացված են ՀՀ տարածքի ֆաներոզոյի ներկայումս համընդհանուր ճանաչում գտած շերտագրական ստորաբաժանումների սխեմաները: Առանձին համակարգերի կազմում առանձնացված են բաժիններ, ենթաբաժիններ, հարկեր, ենթահարկեր, ռեգիոհարկեր, բիոզոնաներ, ֆաունայով անջատված շերտեր և հորիզոններ, շերտախմբեր: Սխեմաներն արտացոլում են ՀՀ տարածքի շերտագրական ուսումնասիրությունների մակարդակը և միաժամանակ ցուցադրում են պալեոզոյի, մեզոզոյի և կայնոզոյի առանձին համակարգերի ուսումնասիրությունների անհավասարությունն ու համեմատելիությունը Արևմտյան Միջերկրածովայինների հետ:

STRATIGRAPHIC SCHEMES OF ARMENIA'S PHANEROZOIC

H. H. Sarkisyan, E. Kh. Kharazyan, A. G. Grigoryan,
 Yu. V. Sayadyan, F. A. Hayrapetyan

Abstract

The article highlights presently accepted schemes of Armenia's Phanerozoic stratigraphic separation. In composition of separate systems one singles out series, sub-series, stages, sub-stages, regiostages, biozones, beds and horizons with fauna, suites. The schematic data reflect today's level of stratigraphic research on the whole of Armenia's territory and simultaneously prove irregularity and compatibility of these investigations by separate Paleozoic, Mesozoic, Cainozoic systems.

АНАТЕКТИЧЕСКИЕ ПЛАГИОГРАНИТ-МИГМАТИТЫ КОНТАКТОВОЙ ЗОНЫ ГАББРО И УЛЬТРАБАЗИТОВ (СЕВАНСКАЯ ОФИОЛИТОВАЯ ЗОНА)

© 2006 г. Г. А. Казарян

Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 21а, Республика Армения
e-mail: hrshah@sci.am

Поступила в редакцию 22.12.2005 г.

Плагиогранит-мигматиты верховьев р Памбак образовались в условиях эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма под термальным воздействием механически нагретых протрузивных ультрабазитов, при которых вмещающие офитовые метагаббро превратились в амфибол-плагиоклазовые роговики с выделением минимума расплава плагиогранитового состава.

Геологическое разнообразие гранитоидов, обусловленное множеством факторов (геодинамические условия, состав подвергнутых гранитизации вмещающих пород, характер исходного первичного магматического расплава и др.), общезвестно и широко обсуждается петрологами. Сказанное в полной мере относится и к плагиогранитам, по которым много исследований проведено и в нашей республике (Казарян, 1966, 1992; Мелконян, 1965, 1989 и др.). Настоящее сообщение посвящено рассмотрению случая образования плагиогранитов, и цель автора показать, что в зоне эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма на тектоническом контакте офитовых габбро Джил-Арегунийского (Сатанахачского) массива и механически прогретых протрузивных ультрабазитов офиолитовой серии при определенных структурно-фациальных и термодинамических параметрах формируются контакто-метаморфические породы роговообманково-роговиковой формации (Добрецов и др., 1970; Елисеев, 1959; Миасиро, 1976; Тернер и др., 1961) с выделением специфических плагиогранитов, отличающихся от сходных пород иного генезиса.

Породы габбро-перидотитового комплекса офиолитовых зон Армении, в отличие от стратиформных интрузивов типа Бушвельд, Скергаард и др. (Уэйджер и др., 1970), в которых отдельные слои прослеживаются на многие километры, обладают расслоенностью, характерной для альпинотипной серии (Тайер, 1963). В регионе в основании горизонта габбро-офиолитов (над рассланцованными, тектонизированными ультрамафитами верхней мантии) залегает кумулятивная серия габбро мощностью 180-200 м, состоящая из пород группы троктолита, оливиновых габбро, анортозитов (Шоржа, Джил-Арегуни). Выше следует собственно габбровый горизонт (мощн. 4.5-5.0 км), состоящий из двух подгоризонтов (Казарян, 1987): оливиновых габбро, габбро, габброноритов, феррогаббро, лейкогаббро, тоналитов, плагиогранитов и т.д. Горизонт габбро состоит из кулисообразно расположенных маломощных (до 25-35 и реже больше метров) и не протяженных (до 250-350 м) слоев перечисленных разновидностей мафитов.

При общей скрытой расслоенности габбровых массивов от меланократовых разностей по-

род до лейкократовых плагиогранитов направление развития довольно часто нарушается напластованием на них нехарактерных для данного уровня пород: с нормальными габбро пластуется плагиоклазовые перидотиты (Сотк, Джил-Арегуни); нормальные габбро содержат пачку контрастно-дифференцированных пород – оливиновые габбро-анортозиты (Сотк, Црдут): внутри слоя офитовых габбро пачка последовательно дифференцированного ряда пород – габбро кварцевое, габбро-диорит-тоналит (Сотк, Каракерт). В горизонте расслоенных габбро выделяются два типа плагиогранитов – фациальный и фазовый. Породы первого типа завершают расслоенный ряд верхнего горизонта габбро (Джил-Арегуни, Каракерт, Црдут). Плагиограниты второго – фазового типа в виде мелких штоков встречаются в средней части верхнего подгоризонта габбро (Каракерт).

Геология и петрографическая характеристика пород района исследования

Расслоенный Джил-Арегунийский массив габбро имеет все характерные особенности, присущие альпинотипным габбро-перидотитовым комплексам и изложенным выше – кумулятивной серии габбро, залегающей над рассланцованными гарцбургитами, собственно расслоенному габбровому горизонту с перечисленной гаммой пород серии габбро. Однако все разновидности пород горизонта Джил-Арегунийского массива (70-75 кв.км) сильно амфиболлизированы и сосюритизированы послемагматическим кварцем эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма, чем и отличаются от остальных массивов мафитов офиолитовых зон Армении (Сотк, Каракерт, Црдут и др.). Подобный локальный метаморфизм габбро приводит к заключению, что, вероятно, эти изменения происходили еще в океанском этапе развития магматитов. Это подтверждается тем, что аналогичные изменения габбро, в ограниченном объеме, выявлены в современных срединно-океанических рифтовых структурах (Срединно-Атлантический и др.), в зонах трансформных разломов: 15°20', Кинг (Добрецов и др., 1994;

Миасиро, 1976; Силантьев, 1995). Приведенный разрез габбро аналогичен многим нормальным офиолитовым разрезам мира (Вуринос, Семайл, Троодос, Бей-оф-Айленд и др.).

В отличие от описанного, в регионе взаимоотношение ультрабазитов и габбро обычно тектоническое или протрузивное, в последнем случае часто развиты узкие ареалы контактово-метаморфических пород. В восточной части Кутаканского (Джанахмад) габбрового массива в узкой экзоконтактной зоне дайкообразного протрузива гарцбургитов по габбро развиты гранат-клинопироксен-воластонитовые родингиты, которые через 20-25 см сменяются нацело амфиболитизированными и пренитизированными мафитами. Здесь уместно заметить, что воластонит кристаллизуется при температуре 800-1000°C (Дана, 1937, с.167). В Соткском габбровом массиве вдоль дискордантного, относительно полосчатости мафитов, контакта ультрабазитов экзоконтактные габбро родингитизированы. Протрузивные ультрабазиты контактовой зоны часто содержат свежие мелкие зерна новообразованного оливина.

В Джил-Арегунийском массиве породы переходной кумулятивной зоны обнажены в верхних частях бортов долины р.Памбак и соответствующих им водоразделах. В самой долине и несколько выше, на склонах бортов, нормальное взаимоотношение пород тектонически нарушено, а породы кумулятивной серии габбро уничтожены протрузией гарцбургитов. В последних довольно часты перемещенные блоки ("ксенолиты") анортозитов, оливиновых габбро и троктолитов – фрагменты кумулятивной серии пород. Непосредственно у контакта с метагаббро ультрабазиты содержат продолговатые блоки ("ксенолиты") роговообманковых роговиков с плагиогранит-мигматитами, ориентированные вдоль контакта с метагаббро. Изложенное свидетельствует о том, что подвижки на границе метагаббро и гарцбургитов продолжались и после протрузивного внедрения последних и образования контактовых метаморфитов. Внутри метагаббро в 30-35 м севернее от тектонического контакта обнажается небольшое продолговатое протрузивное тело гарцбургитов ("сателлит") с узкой, но хорошо выраженной зоной контактовых метаморфитов, в которой конформная контакту полосчатость пород изогнута и повторяет все неровности и общую сферичность внедрившегося тела (рис.1).

Изложенное коренным образом отличается от описания контактового взаимоотношения метагаббро и ультрабазитов этого же объекта, приведенного Закариадзе Г.С. и др. (1990; Злобин и др., 1993). Породы, структурно принадлежащие метаморфитам (структура флазерная, роговиковая), авторы относят к образованиям краевой фации интрузива, и не учитывается факт тектонического взаимоотношения метагаббро и ультрамафитов и присутствия обломков амфиболовых роговиков и анортозитов внутри протрузивных гарцбургитов.

Породы расслоенного Джил-Арегунийского массива на исследованном участке представлены

амфиболитизированными, сосюритизированными метагаббро эпидот-амфиболитовой фации, в которых зерна основного плагиоклаза размерами до 3.0 мм (более 50%) нацело сосюритизированы, замещены альбитом №9-10 и густой вкрапленностью цоизита. Буро-зеленая роговая обманка (до 40%) обычно нацело замещает зерна диопсид-клинопироксена (табл.1), от которых сохранились редкие реликты. Неравномерно распределенный послемагматический кварц образует неправильные, мозаично- и волнистоугасающие зерна, разъедающие кристаллы плагиоклаза, реже амфибола.

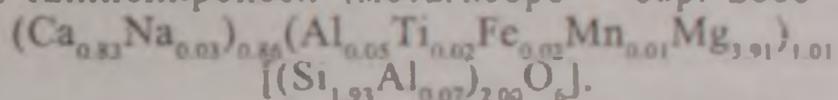
Таблица 1

Химический состав породообразующих минералов пород контактовой зоны габбро и ультрабазитов^{х)}

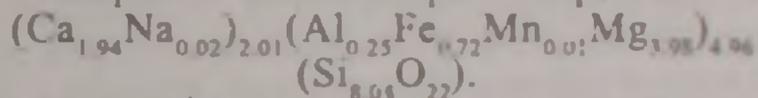
	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	52.07	57.24	51.04	50.10	59.58	60.13
TiO ₂	0.57	0.0	0.32	0.96	-	-
Al ₂ O ₃	2.94	1.51	6.30	7.71	26.39	25.87
FeO	5.84	6.14	11.49	12.77	-	-
MnO	0.16	0.10	0.22	0.23	-	-
MgO	16.46	19.02	17.73	15.15	-	-
CaO	20.90	12.90	9.50	10.54	7.16	7.01
Na ₂ O	0.45	0.24	0.87	1.05	7.54	7.39
K ₂ O	0.02	0.01	0.0	0.19	0.08	0.14
Сумма	99.41	97.16	98.07	98.70	100.75	100.54

х) Анализы выполнены на микрозонде в лаборатории ИГЭМ, оператор Боронихин В.А.

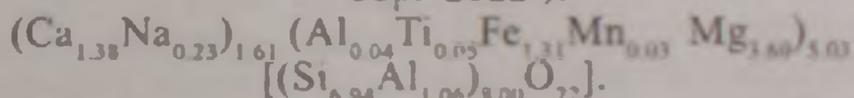
1. Клинопироксен (метагаббро – обр. 2885^{б-2}).



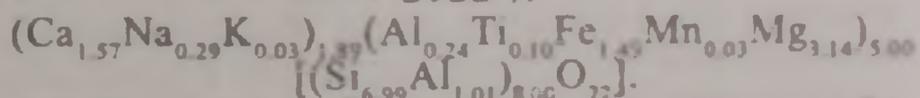
2. Амфибол (метагаббро – обр. 2885^{б-2}).



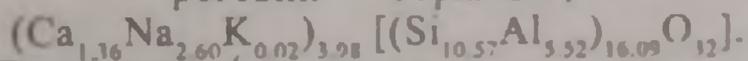
3. Амфибол (амфибол-плагиноклазовый роговик – обр. 2922^а).



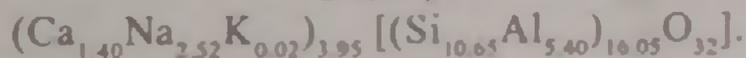
4. Амфибол (плагиогранит-мигматит – обр. 2922^б).



5. Плагиоклаз (амфибол – плагиноклазовый роговик – обр. 2922^а).



6. Плагиоклаз (плагиогранит-мигматит – обр. 2922^б).



Протрузивные гарцбургиты экзоконтакта метагаббро с новообразованными зернами оливина содержат значительное количество шестоватых кристаллов тремолита, которые на непосредственном контакте образуют мономинеральную 1.0-1.5-сантиметровую полосу пород с фибробластовой структурой. Бесцветные шестоватопризматические, расщепленные на концах кристаллы тремолита этой полосы характеризуются: $c:Ng=16^\circ$, $ng - pr = 0.023$. Новообразованные плагиогранит-мигматиты приконтактной зоны несколько изменены (регрессивный метамор-

физм?) – плагиоклаз интенсивно помутнен, а амфибол разложен относительно слабо (хлоритизирован). После несколько измененных контактовых метаморфитов следуют нормальные свежие плагиогранит-мигматиты с тонкими прослойками роговообманковых роговиков.

Контактовые метаморфиты, развитые по метагаббро, имеют полосчатую текстуру, с полосками мощностью от микроскопических до 5-6 мм (реже 10-12 см): на общем темно-зеленом фоне амфибол-плагиоклазовых роговиков контрастно выступают плейчатые, волнисто-извилистые, гофрированные полоски плагиогранит-мигматитов, которые по простираанию постепенно выклиниваются и вновь появляются через некоторый промежуток, местами несколько полосок сливаются, резко увеличивая мощность. Отношение темных и светлых составляющих равно 3:1.

В контактово-метаморфических гранобластовых амфибол-плагиоклазовых роговиках зеленая роговая обманка ($c:N_{g}=16^{\circ}$, $n_{g-pr}=0.024$, табл.1), составляющая 55-60% породы, образует неправильные со сглаженными контурами зерна и редкие ойкокристаллы размером 1.0x0.3 мм, содержащие мелкие кристаллы плагиоклаза. Неправильные зерна плагиоклаза (40-45%) размером до 0.4 мм, представленные свежим, прозрачным андезином №34-35 (табл.1), изредка помутнены и содержат пренит и мелкочешуйчатый серицит. Кварц (3-5%) ксеноморфен и в виде округлых зерен заполняет интерстиции плагиоклаз-амфиболовой массы. В плагиоклазах содержатся очень мелкие короткопризматические кристаллы апатита. По амфиболу развиты хлорит и вторичный сфен.

Плагиогранит-мигматиты лейкократовые, порфиоровые, с гипидиморфно-зернистой основной массой породы. Прозрачный, изредка с помутневшими участками и мелкочешуйчатым серицитом, слабо зональный андезин №34-35 (табл.1), составляющий 55-60% породы, образует неправильные, ксеноморфные относительно амфибола зерна, размером до 1.5x1.0 мм. Кварц (40-43%), образующий вкрапленники размером 2.5-3.0 мм и мелкие зерна основной массы, извилистыми амбообразными выступами проникает в кристаллы плагиоклаза, проявляет разъедающий характер относительно амфибола. Зеленая роговая обманка ($c:N_{g}=18^{\circ}$, $n_{g-pr}=0.024$, табл.1) в количестве 1-2% образует вытянутые, идиоморфные кристаллы размером до 1.0x0.3 мм, к которым приурочено незначительное количество магнетита. В плагиоклазе и кварце отмечаются мелкопризматические кристаллы апатита, реже циркона.

Контактово-метаморфические амфибол-плагиоклазовые роговики и плагиогранит-мигматиты по минеральным парагенезам и структурным особенностям, следовательно и генетически, отличаются от гранат-амфиболовых, гранат-плагиоклаз-кварцевых, гранат-хлорит-кварцевых и др. сланцев, небольшие блоки которых на СВ побережья оз.Севан встречаются только в ультрамафитах Соткского рудного поля.

Анатектические плагиогранит-мигматиты долины р.Памбак – это перенасыщенные кремнеземом высокоглиноземистые породы с низким содержанием общего железа, кальция и нехарактерным для гранитов высоким значением магния (табл.2). По элементам-примесям (табл.2) плагиогранит-мигматиты отличаются высоким содержанием бария, рубидия, отчасти циркония и низким значением отношений калий-рубидий и высоким – рубидий-стронций. Будучи сформированными по метагаббро офиолитовой серии, считавшимися отторженцами океанической коры, они представлены гранитами типа I (Богатиков и др., 1986), а по отношениям $Rb/Sr=0.65^x$, окиси калия и кремнезема проектируются в поле континентальных трондъемитов (Казарян, 1992, с.4, рис.1,2; Колман и др., 1993, с.124, рис.5) и вблизи кривой плавления толеита по экспериментам Хельза (1976) в условиях давления воды в 5 кбар.

Вопросам геологии, петрологии глубокометаморфизированных образований – парагнейсов и сопутствующих палингенных гранитов, а также экспериментам, моделирующим условия формирования анатектических гранитных расплавов по этим образованиям, посвящена обширная литература. На этом фоне проблемы анатектического гранитного расплава и соответствующие эксперименты по ортогнейсам освещены относительно слабо. В этом отношении проведенные исследования представляют определенный научный интерес.

Габброиды Джил-Арегунийского массива в комплексе пород офиолитовой серии, задолго до протрузии перидотитов, оказавшись на средних глубинах островодужной геоструктуры (Казарян, 1993; Zakariadze et al., 1983), в условиях сильного бокового давления, подверглись интенсивной уралитизации, сосюритизации, о чем свидетельствуют стрессовый минерал – цоизит (Петрография, 1986) и линейность минералов рассланцованных габбро. Островодужный режим развития региона и Ам-Ал-Цо (Эп) парагенез минералов показывают, что изменение габбро происходило на глубине порядка 6-8 км при температуре 400-450° и статическом давлении более 2.5 кбар (Казарян, 1966; Петрография, 1986; Плюснина, 1983; Miyasiro, 1974).

Геологические особенности и парагенез минералов пород экзоконтактовой полосы свидетельствуют об активном контактовом воздействии ультрабазитов на метагаббро, что в свою очередь, в определенной мере, указывает на относительную "холодность" протрузивных перидотитов. В связи с этим возникает вопрос относительно теплоисточника и, в частности, термобарических условий, определяющих характер контактового метаморфизма.

При протрузии ультрабазитов в условиях

x) Количественные определения рубидия и стронция произведены в спектральной лаборатории ИГН НАН РА Г.М.Мкртчяном.

высокого механического давления (несколько кбар) вырабатывается значительная тепловая энергия, повышающая температуру самой внедрившейся массы, вызывая этим во вмещающих породах соответствующее среднетемпературное изменение, по характеру оценивающееся как контактово-метаморфическое. Релейджем и др. (1965) смоделированы процессы, протекавшие в серпентинитах в условиях давлений, достигающих 5 кбар, при которых было установлено, что с увеличением давления и соответствующей температуры породы десерпентинизируются с выделением воды. При десерпентинизации перидотитов (при температуре 450-600°) выделяется поздний оливин, придающий породе порфирированный характер. Присутствие позднего оливина в перидотитах приконтактных зон протрузивов Севанской зоны в определенной мере подтверждает сказанное.

Расчеты определения температур образования контактово-метаморфических плагиогранит-мигматитов на границе метагаббро и механически прогретых ультрамафитов по методу Эгера (Винклер, 1969) дают приблизительные величины. Поэтому о термобарических условиях, существующих в контактовой зоне, тем более о температуре ультрамафитов, возбуждающих изменения, судим по продуктам метаморфизма, в частности плагиогранитам, аналоги которых получены экспериментально плавлением граувакк-базальтов и др. (Винклер, 1969; Helz, 1976).

На диаграмме системы кремнезем-альбит-ортоклаз при давлении воды в 2 кбар (Винклер, 1969; с.204, фиг.44) исследованные плагиогранит-мигматиты располагаются в поле кварца, вблизи изотермы 750°.

Доподлинные температурные условия селективного плавления метагаббро при высоком парциальном давлении воды и образовании плагиогранитного минимум-расплава, вероятно, были ниже рассчитанных, если учесть Йоганеса (1988) по плавлению андезина (706° при давлении 5 кбар), а также нарастающий приток воды в контактовую зону из десерпентинизирующихся перидотитов.

По экспериментам Кренка и др. (1969), плавление пород в атмосфере водяного пара имеет следующую последовательность перехода минералов в расплав: полевые шпаты и кварц плавятся раньше темноцветных, причем при давлении 2.74 кбар гранит плавится при температуре 680°, т.е. в условиях, вполне удовлетворяющих образованию описанных плагиогранит-мигматитов.

По данным Ревердатто (1970), для формирования минерального парагенеза амфибол-роговиковой фации, которой соответствуют описанные амфибол-плагиоклазовые роговики и плагиогранит-мигматиты, необходимы давление не менее 2-3 кбар и минимальная температура в 550-600°.

Анатектические плагиограниты и амфибол-плагиоклазовые роговики экзоконтактной зоны ультрабазитов, которые не пережили низкобарную и высокотемпературную пироксен-рогови-

ковую фацию метаморфизма (Добрецов и др., 1986), закономерную для гранитоидных интрузивов, как например Газминского (Казарян, 1976), являются экстраординарными образованиями, что выражается в формировании плагиогранитов в условиях относительно низких температур магмообразования (650-700°), при высоком механическом давлении, созданном посредством протрузии ультрабазитов и высокого парциального давления воды (источником которой были сами метагаббро и десерпентинизирующиеся перидотиты).

В проблеме анатектического происхождения плагиогранитов при контактовом метаморфизме и равным образом ультраметаморфизме основных пород глубоких зон коры кардинальным, на наш взгляд, является вопрос калия. При селективном плавлении метагаббро в условиях высокого парциального давления воды образованная лейкосома обогащается калием: с двукратным повышением по сравнению с исходным метагаббро (табл.2), отражая аналогию с экспериментами Винклера (1969) по плавлению граувакк и Хельза (1976) — толеитовых базальтов. По экспериментам последнего (Helz, 1976), в процессе плавления толеитового базальта, в условиях парциального давления воды в 5 кбар, при температуре 700°, образованный поровый расплав (минимум) в объеме 9.8% соответствует граниту ($K_2O - 3.7\%$, $Na_2O - 3.7\%$, $SiO_2 - 74.5\%$): вследствие расходования калия в начальном этапе опытов, с повышением температуры и увеличением объема расплава относительное количество калия уменьшается, и при 750° расплав (25.4%) содержит $K_2O - 1.8\%$, $Na_2O - 3.7\%$, $SiO_2 - 74.4\%$, соответствуя плагиограниту, аналогами которого являются плагиогранит-мигматиты настоящего сообщения (табл.2).

В серпентинизированных протрузивных гарцбургитах эндоконтактной зоны с метагаббро вследствие механического нагрева оливин восстанавливается, а это означает, что температура пород в контактовой зоне составляла 550-600°C, которая в известной мере недостаточна для формирования минимум гранитного расплава. В вопросе установления истинных термобарических условий формирования плагиогранит-мигматита контактовой зоны важным аргументом является участие в составе прогретых и десерпентинизированных гарцбургитов тремолита, который на непосредственном контакте с метагаббро слагает мономинеральную — тремолитовую полосу мощностью в 1.0-1.5 см. Таким образом, присутствие тремолита в контактовой зоне гарцбургитов и метагаббро вносит определенные коррективы в вопросе определения истинных термобарических условий формирования плагиогранитного магматического расплава.

По экспериментальным данным Миасиро (1976, с.279, фиг.8°5), выделение тремолита происходит при давлении $P_s = P_{\text{флюид}}$ от 0.3 до 3.5 кбар и температуре от 775° до 900°C. Таким образом, если для нашего примера принимать давление в 1.5-2.0 кбар, которое соответствует глубине коры в 5-6 км (амфиболитовая фация метамор-

Содержание петрогенных элементов и элементов-примесей в плагиогранитах различных формаций габбро и роговиков долины р.Памбак

	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	53.16	58.51	72.51	73.00	73.86	71.67
TiO ₂	0.30	0.18	0.18	0.26	0.23	0.33
Al ₂ O ₃	17.88	11.66	13.18	13.5	12.62	13.27
Fe ₂ O ₃	5.03	4.21	1.71	1.09	1.85	2.32
FeO	5.68	6.03	1.98	2.84	2.10	1.03
MnO	0.16	0.08	0.07	0.05	0.04	0.06
MgO	0.55	7.69	3.00	0.35	1.08	1.08
CaO	6.09	7.82	2.45	2.46	2.73	3.18
Na ₂ O	3.20	3.30	3.60	4.37	4.27	3.86
K ₂ O	0.30	0.55	0.80	0.26	0.28	1.65
P ₂ O ₅	0.09	0.11	0.09	0.08	0.10	0.09
Cr ₂ O ₃	0.01	0.06	-	-	-	-
H ₂ O	0.03	0.05	0.24	0.20	0.12	-
п.п.п	1.39	0.32	0.42	0.96	0.97	1.04
Сумма	99.87	100.57	100.23	99.87	100.25	99.80
Ni	56	32	24	1. Метагаббро (обр. 2909)		
Co	56	7.5	5.6	2. Амфибол-плагиоклазовый роговик (обр. 2922 ^а)		
Cr	180	180	32	3. Плагиогранит-мигматит (обр. 2922 ^б)		
Cu	320	24	42	4. Плагиогранит габброидного комплекса офиолитовой серии (средн. 5 ан). Армения.		
Zn	75	180	32	5. Плагиогранит низкокалийевой контрастной толеит-плагиориолитовой серии (средн. 15 ан), Армения		
La	24	18	56	6. Плагиогранит амфибол-биотитовый (по 15 ан). Урал, Тагильский прогиб (Малахова, 1974).		
Ce	-	-	75			
Y	13	5.6	3.2			
Yb	3.2	1	-			
Zr	42	18	100			
Ba	100	20	200			
Rb	-	-	65			
Sr	500	300	100			
K/Rb	-	-	102			
Rb/Sr	-	-	0.65			
⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	-	-	0.70387			

физма), то температура метаморфизма в контактовой зоне будет равной 825-850°C. Следовательно-

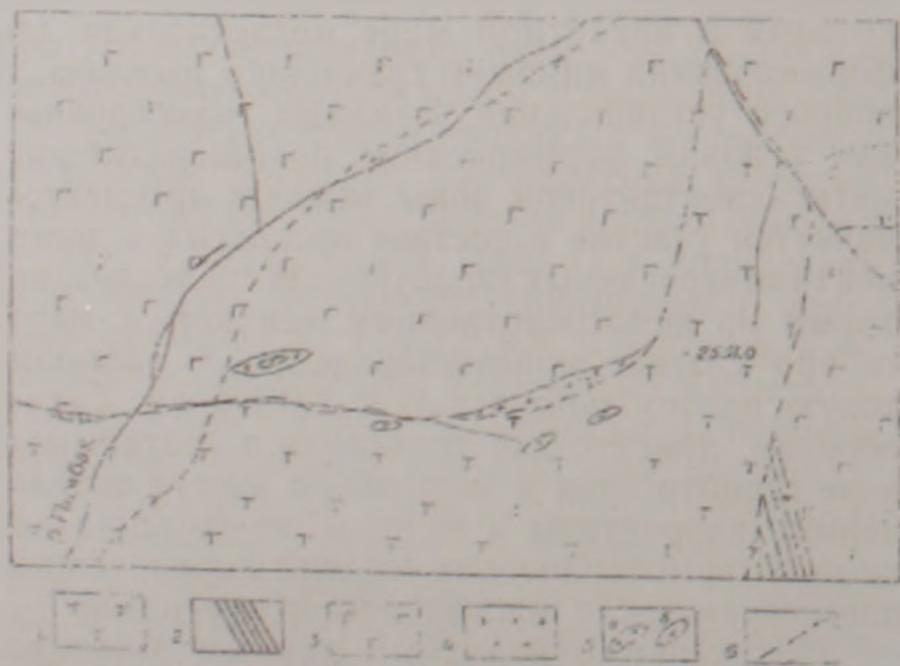


Рис. 1. Геологическая карта верховьев р. Памбак, м-б 1:5000. 1. Гарцбургиты 2. Кумулятивная зона габбро 3. Метагаббро. 4. Роговообманковые роговики и плагиогранит-мигматиты. 5. "Ксенолиты" роговообманковых роговиков и плагиогранит-мигматитов (а) и анортизитов (б). 6. Протрузивно-тектонический контакт гарцбургитов и метагаббро.

но, указанные термобарические условия весьма благоприятны для формирования плагиогранитного расплава. Представленные расчеты образования палигенных плагиогранитов контактовой зоны протрузивных гарцбургитов и мета-

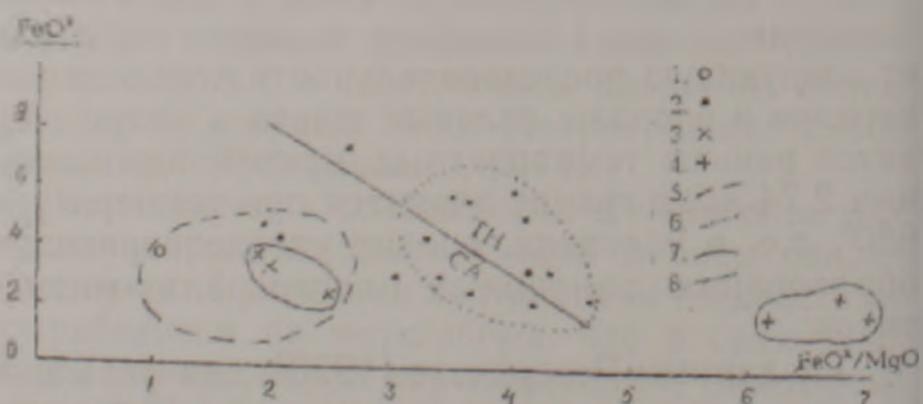


Рис. 2. Диаграмма FeO* - FeO*/MgO по Миасиро.

1. Плагиогранит-мигматиты. 2. Плагиограниты контрастной толеит-плагиориолитовой серии. Плагиограниты габброидной серии (Каракертский массив габбро). 3. Фациальные. 4. Фазовые. 5. Границы поля высокомагнезиальных дацитриолитов и плагиориолитов Северной Армении (Мелконян, 1965). 6. Границы поля плагиогранитов контрастной толеит-плагиориолитовой серии (Казарян, 1992). 7. Границы плагиогранитов габброидной серии. 8. Кривая, ограничивающая толеитовые (ТН) и известково-щелочные (СА) серии.

габбро подтверждаются данными экспериментов Хейза (1976).

Для выяснения петрологических вопросов обратимся к диаграмме $FeO^* - FeO^*/MgO$ (рис.2), на которой плагиогранит-мигматиты расположены в поле высокомагнезиальных дацитриолитов и риолитов Северной Армении (Мелконян, 1965), что, вероятно, отражает одинаковое анатектическое происхождение обоих типов кислых пород при селективном выплавлении основных пород. В Каракертском массиве, в группе плагиогранитов габбровой серии выделяются два обособленных поля с показателями FeO^*/MgO 1-2 и 6-7 соответственно с абсолютным количеством MgO -1.8% и 0.2-0.8%. Эти величины отражают разные тренды развития базальтового расплава: первый характеризует плагиограниты фациального типа, которые завершают дифференцированную серию габбрового горизонта, а второй — фазового типа, породы которого мелкими штоками пересекают образования среднего горизонта Каракертского массива габбро.

Плагиограниты контрастной толеит-плагиориолитовой серии занимают самостоятельное поле, вытянутое вдоль линии, разделяющей породы толеитовой и известково-щелочной серии, причем подавляющая часть расположена в поле толеитов.

Высокое содержание калия в анатектических плагиогранитах обусловлено тем, что в процессе плавления первыми в расплав переходят полевые шпаты, основные носители калия, обогащая этим расплав-минимум щелочными элементами (Винклер, 1969). В отличие от анатексиса, при ликвации базальтового расплава, в образующихся плагиориолитах (плагиогранитах) низкокальциевой контрастной толеит-плагиориолитовой серии рассеянное в базальтовом расплаве малое количество калия не концентрируется в лейкократовом составляющем (Казарян, 1994). Подобным образом, вероятно, образуются и плагиограниты габбрового комплекса офиолитовой серии. В ликвационной паре пород оливинное габбро-анортит также не наблюдается накопление калия в лейкократовой ветви (Казарян, 1987).

Относительно высокое содержание калия и подчеркнутая магнезиальность описанных плагиогранитов, образованных путем селективного плавления основных пород, являются их генетической и формационной особенностью, чем они и отличаются от плагиогранитов габбрового комплекса офиолитовой серии и ликвационных плагиогранитов низкокальциевой контрастной толеит-плагиориолитовой серии островодужной принадлежности (Казарян, 1992).

Выводы

1. Анатектические плагиогранит-мигматиты контактовой зоны метагаббро и протрузивных гарцбургитов бассейна р.Памбак формировались в островодужной геоструктуре в эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма.

2. Контактново-метаморфические анатектические плагиогранит-мигматиты в силу специфики их образования имеют локальное развитие.

3. Плагиогранит-мигматиты соответствуют мантийным гранитам и в определенной мере формировались путем селективного плавления метагаббро офиолитовой серии, возможно, в корневых частях островодужных геоструктур, в следующих термобарических условиях: давление — 1.5-2.0 кбар, температура — 825-850°C.

ЛИТЕРАТУРА

- Богатиков С.А., Коваленко В.И., Рябчиков И.Д. Мантийные и коровые граниты, сходство и различия. В кн.: Тектоника и вопросы металлогении докембрия. М.: Наука, 1986, с.154-172.
- Винклер Г. Генезис метаморфических пород. М.: Мир, 1969, 247 с.
- Дана Э.С. Описательная минералогия. Л.-М.: Гл. ред. геол.-разв. и геод. лит., 1937, 423 с.
- Добрецов Н.Л., Симонов В.А., Колобов В.Ю. Формирование океанской литосферы в медленно-спрединговых хребтах Центральной Атлантики. Петрология. 1994, т.2, №4. с.363-379.
- Добрецов Н.Л., Ревардатто В.В., Соболев В.С., Соболев Н.В., Хлестов В.В. Фации метаморфизма. М.: Недра, 1970, 432 с.
- Елисеев Н.А. Метаморфизм. Изд. Ленинградского Университета, 1959, 415 с.
- Закариадзе Г.С., Клиппер А.Л., Бибилова Е.Б., Силантьев С.А., Злобин С.К., Грачева Т.В., Макаров С.А., Колесов Т.М. История формирования и возраст плутонической части офиолитового комплекса Северо-Восточного побережья оз.Севан. Изв. АН СССР, сер. геол., 1990, №3, с.17-30.
- Злобин Г.С., Закариадзе Г.С. Состав и геодинамические условия формирования плутонических серий офиолитов Севано-Акеринской зоны (Малый Кавказ). Петрология., 1993, т.1, №4, с.413-430.
- Иоганес В. Значение экспериментальных исследований по проблеме формирования мигматитов. В кн.: "Мигматиты", М.: Мир, 1988, с.53-109.
- Казарян Г.А. К вопросу происхождения плагиогранитов. В кн.: Вопросы металлогении и петрографии АрмССР, 1966, с. 5-20.
- Казарян Г.А. Основные черты контактно-метаморфических пород Газминской группы интрузивов. В сб.: Вулканизм и металлогения Армянской ССР. Зап. Арм. отд. ВМО, вып.8. Изд. АН АрмССР, 1976, с.95-106.
- Казарян Г.А. Расслоение габбро офиолитовой серии юго-восточной части Севанского хребта. В сб.: Типоморфизм и парагенезис минералов. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1987, с.122-139.
- Казарян Г.А. Кислые вулканы толеитовой серии офиолитовых зон Республики Армения. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1992, т.45, №4, с.3-13.
- Казарян Г.А. Особенности геологического строения и петрогенезиса офиолитовых габбро (на примере Севанской и Вединской зон Армении). Изв. НАН РА, Науки о Земле. 1994, т.47, с.19-31.
- Колман Р.Г., Донато М.М. Еще раз об океанических плагиогранитах. В кн.: Трондьемиты, дациты и связанные с ними породы. М.: Мир: 1983, с.118-130.
- Кренк И.Г., Ойя Р.В. Экспериментальное изучение анатексиса. В кн.: Труды XXI Международного геологического конгресса, вып.II. Тектоника и петрография. Изд. ИЛ, 1963, с.207-226.
- Малахова Л.В. Комагматизм и происхождение плагиогранитов и кварцевых альбитофиров. В сб.: Вулканизм Южного Урала. Труды Ильменского заповед-

- ника, вып.12. Свердловск: Изд. АН СССР, 1974, с.38-42.
- Мелконян Р.Л. К вопросу о генезисе плагиогранитов (на примере Алавердского района). Изв. АН АрмССР, Науки о Земле. 1965, т.18, №6, с.32-41.
- Мелконян Р.Л. Петрология и рудоносность мезозойских островодужных гранитоидных формаций Малого Кавказа. Автореф. дисс. на соиск.уч.ст.докт. геол.-мин. наук, М.: ИГЭМ, 1989, 51 с.
- Менерт К. Новое о проблеме гранитов. Изд. ИЛ, 1963, 152 с.
- Миасиро А. Метаморфизм и метаморфические пояса., М.: Мир, 1976, 535 с.
- Петрография, ч.III, под.ред. Маракушева. М.: Изд. МГУ, 1983, 285 с.
- Плюснина Л.Т. Экспериментальное изучение метаморфизма базальтов. М.: Наука, 1983, 200 с.
- Ревердатто В.В. Фации контактового метаморфизма. М.: Недра, 1970, 271 с.
- Силавтьев С.А. Метаморфизм в современных океанических бассейнах. Петрология. 1995, т.3, №1, с.24-36.
- Тайер Т.П. Некоторые различия между альпинотипными и стратиформными габбро-перидогитовыми комплексами. Труды XXI Межд. геол. конгр. Вып. II, Тектоника и петрография М.: Изд. ИЛ. 1963, с.110-132.
- Тернер Ф., Ферхуген Дж. Петрология изверженных и метаморфических пород, М.: Изд. ИЛ. 1961, 592 с.
- Уэйджер А. Бр. Расслоенные изверженные породы. М.: Мир, 1970, 552 с.
- Helz R.T. Phase Relations Basalts in their Melting Ranges at $P_{H_2O} = 5\text{kb}$. Part. II. Melt compositions. J. Petrol. 1976 v.17, p.139-193.
- Miyasiro A. Volcanic series island arcs and active continental margins. Amer.J. Sci. 1974. v.274. p.321-355.
- Releigh C.B., Pateson M.S. Experimental deformation of serpentinite and its tectonic implications. J.Geophys. Res. 1965. 70. №16.
- Zakariadze G.S., Knipper A.L., Sobolev A.V., Tsamerian O.P., Dmitriev L.V., Vishnevskaya V.S., Kolesov G.M. The ophiolite volcanic series of Lesser Caucasus. "Ofioliti". 1983. 8(3), p.439-466.

ԳԱՐՐՈՆԵՐԻ ԵՎ ՈՒԼՏՐԱԲԱԶԻՏՆԵՐԻ ԿՈՆՏԱԿՏԱՅԻՆ ՉՈՐԱՅԻ ԱՆԱՏԵԿՏԻԿԱԿԱՆ ՊԼԱԳԻՈԳՐԱՆԻՏ-ՍԻՔՍԼՏԻՏՆԵՐԸ (ՍԵՎԱՆԻ ՕՓԻՈԼԻՏԱՅԻՆ ԳՈՏԻ)

Հ. Ա. Դազարյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հայաստանի օֆիոլիտային գոտիներում պերիդոտիտներից դեպի գաբրոները կուժուլատիվ շերտի միջոցով օրինաչափ անցումը հազվադեպ է հանդիպում, հիմնականում այդ ապարների կոնտակտը տեկտոնական է կամ պրոտրուզիվ, վերջիններիս դեպքում դիտվում են ակտիվ կոնտակտային փոփոխություններ: Սևանի լճի արևելյան ափի, Փամբակ գետի վերին հոսանքում պրոտրուզիվ պերիդոտիտների ակտիվ կոնտակտ-մետամորֆային զոնայում, ներփակող մետագաբրոների հաշվին առաջացել են ամֆիբոլ-պլագիոկլազային եղջրաքարեր և պլագիոգրանիտ-միզմատիտներ:

Պլագիոգրանիտ-միզմատիտները ձևավորվել են երկրակեղևի կղզադեղային կառուցվածքի զարգացման ընթացքում, մետամորֆիզմի ամֆիբոլիտային ֆազիայի, 500° ջերմության և 3 կբար ճնշման պայմաններում, պրոտրուզիվ ներդրումով մեխանիկորեն գերտաքացած պերիդոտիտների ազդեցության տակ: Փորձարարական աշխատանքներով (Releigh, 1965) ապացուցված է, որ 5 կբար ճնշման ժամանակ պերիդոտիտները տաքանում են մինչև 600° և ենթարկվում են ջրազրկման, որի ժամանակ անջատվում են օլիվինի պեյլ ուշ սերնդի հատիկները: Սևանի ափի որոշ պրոտրուզիվ պերիդոտիտներում հայտնաբերված ուշ սերնդի օլիվինի հատիկների առկայությունը հաստատում են նրանց ջերմային ազդեցության հնարավորությունը:

Տրեմոլիտի (որը ձևավորված է 0.3-3.5 կբար ճնշման և 775-900°C ջերմային պայմաններում—Миасиро., 1976) մոնոմիներալային մետամորֆային շերտի ներկայությունը պրոտրուզիվ հարցբուրգիտների և անատեկտիկական պլագիոգրանիտ-միզմատիտների անմիջական շփման զոնայում վկայում է, որ վերջիններն իրոք առաջացել են 825-850° ջերմային ու 1.5-2.0 կբար ճնշման և սերպենտինի ջրազրկումից անջատված ջրի մասնակցության պայմաններում:

ANATECTIC PLAGIOGRANITE-MIGMATIDES OF GABBRO AND ULTRA-BASITE CONTACT ZONE (THE SEVAN OPHYOLITE ZONE)

H. A. Kazaryan

Abstract

Plagiogranite-migmatides of River Pambak upper stream formed in conditions of epidote-amphibolite facies of metamorphism under thermal impact of mechanically heated protrusive ultrabasites in which enclosing ophite mata-gabbro changed into amphibol-plagioclase hornfels with releasing minimal melt of plagiogranite composition.

ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОРЕОЛЫ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ КАК ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

© 2005 г. С.В. Григорян*, А. Хушман-Заде**

*Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения

E-mail: sergeygrig@yahoо.com

**PARSKANI Mineral Industries Reserach Co
28, Shahid Sarparast Ave. West Taleghani St. Tehran 14168, Iran

E-mail: parskan@apadana.com

Поступила в редакцию 16.12.2005 г.

В результате изучения особенностей распределения более 30 химических элементов вокруг Иранского месторождения Тандже Биджар было установлено, что группы определенных микроэлементов в почвах над углеводородными залежами исследованного месторождения образуют слабоконтрастные литогеохимические ореолы как привноса, так и выноса. Выявлено, что контрастность, а следовательно, и надежность практического применения ореолов выноса и привноса существенно возрастают при построении мультипликативных ореолов. Благодаря тому, что мультипликативные ореолы существенно превосходят малоэлементные не только по контрастности, но и по размерам, они являются более надежными, и на этом основании рекомендуются в качестве критериев поисков и оценки месторождений углеводородного сырья.

Как известно, в основе методологии геохимических методов поисков как минеральных, так и углеводородных месторождений лежит принцип аналогии, когда интерпретация и оценка выявленных в результате поисковых работ различных типов геохимических аномалий производятся путем сравнения их с геохимическими особенностями известных в регионе поисковых работ месторождений. Для более надежной оценки геохимических аномалий в качестве геохимических критериев используются особенности известных (эталонных) месторождений, установленных специальным двух- или трехмерным (если имеются доступные для геохимического опробования буровые скважины, а для рудных месторождений – и подземные горные выработки) геохимическим моделированием.

В условиях Армении из-за отсутствия нефтегазовых месторождений поисковые работы на углеводородные месторождения существенно затруднены, особенно при геохимических поисках, когда выявленные геохимические аномалии не с чем сравнивать: отсутствуют надежные критерии отличия многочисленных рассеянных в пространстве аномалий от таковых, представляющих собой ореолы залежей промышленного значения. В подобных случаях (отсутствие в районе поисковых работ, эталонных для геохимического моделирования месторождений), как показывает опыт геохимических поисков последних лет, могут быть использованы результаты геохимического моделирования других месторождений мира. В этом случае, естественно, могут быть использованы только так называемые «универсальные» закономерности состава и строения геохимических ореолов, поскольку локальные особенности ореолов, определяемые конкретными геологическими условиями, в рассматриваемом случае не могут быть надежными.

Обобщение опыта последних лет в геохимическом моделировании месторождений полезных ископаемых и практическое использование выяв-

ленных критериев показывают, что к универсальным особенностям геохимических ореолов месторождений полезных ископаемых относятся элементный состав, а также горизонтальная и вертикальная геохимические зональности литогеохимических ореолов месторождений. Последние в качестве универсальной закономерности литогеохимических ореолов подтверждены научным открытием (Григорян, Овчинников, 1980).

Локальными являются морфологические особенности ореолов, а также их размеры. Литогеохимические ореолы нефтегазовых залежей в отличие от минеральных месторождений, менее изучены, и по существу не используются при поисках углеводородных месторождений. Успешный опыт использования универсальных особенностей литогеохимических ореолов, установления в результате моделирования ряда рудных месторождений среднеазиатских республик бывшего СССР при поисках слепых месторождений в ряде зарубежных стран (Швеция, Китай, Иран и др., Григорян, 1992) явился своеобразным стимулом для выполнения литогеохимического моделирования месторождений углеводородов.

Авторами при содействии со стороны Иранской «Парс Кани компании» было выполнено литогеохимическое моделирование Иранского углеводородного месторождения Тандже Биджар. Выбор этого месторождения не является случайным – оно является ближайшим к территории Армении углеводородным месторождением Ирана (расположено примерно в 800 км от южной границы Армении).

На описываемом месторождении газовая залежь находится в меловых отложениях Сарвакской формации на глубине 1,5 км.

Литогеохимическое моделирование заключалось в опробовании почвенного покрова на площади месторождения по сети 0,5 × 1,0 км.

На площади описываемого месторождения было отобрано 705 проб, в которых методом эмиссионного спектрального приближенно-коли-

чественного анализа определялись содержания более 30 микрокомпонентов. Из числа этих элементов наиболее надежные результаты были получены для элементов, чувствительность анализа на которые оказалась достаточной. Эти элементы: Cu, Pb, Zn, Ag, Mo, Ba, B, P, V, Mn, Sc, Y, Sn, La, Zr, Ti, Ni, Co, Cr, Li, всего 20.

Литогеохимические ореолы микроэлементов. Известно, что над залежами углеводородов обычно наблюдаются минеральные новообразования. В терригенных надпродуктивных отложениях широко развиты хлоритизация, серпентинизация, каолинизация, монтмориллонитизация, а также локализация сульфидных новообразований пирита, халькопирита, сфалерита, киновари. При этом известно, что прямая генетическая связь процессов вторичного минералообразования с залежами углеводородов подтверждена практически по всем нефтегазоносным регионам (Зубайраев и др., 1984; Старобинец и др., 1986). Несмотря на это, литогеохимические ореолы микроэлементов до сих пор не получили широкого практического применения при поисках и разведке нефтегазовых месторождений. Причин этого три: 1 – слабая контрастность литогеохимических ореолов микрокомпонентов; 2 – недооценка специалистами нефтяного профиля индикаторных возможностей микроэлементов; 3 – недостаточное использование достижений в смежных областях, в частности, прикладной геохимии при поисках рудных месторождений (Киричек, Овсянников, 1983; Veus, Grigorian, 1977; Sehesen, 2005).

Для преодоления указанных причин, используя новейшие методические достижения в области геохимических поисков рудных месторождений, авторами были исследованы литогеохимические ореолы перечисленных выше элементов на выбранном в качестве эталона месторождении Тандже-Биджар. При этом, имея в виду упомянутую выше низкую контрастность литогеохимических ореолов микроэлементов нефтегазовых месторождений, при обработке результатов литогеохимического опробования применялась мультипликативная методика усиления слабоконтрастных геохимических аномалий (Григорян, 1974).

В результате обработки данных почвенного опробования над месторождением были выявлены литогеохимические аномалии всех перечисленных выше двадцати химических элементов.

По особенностям аномалий отчетливо выделяются три группы элементов.

В первую группу входят химические элементы, которые над месторождением образуют поля отчетливо повышенных концентраций – так называемые аномалии привноса химических элементов, когда содержания элементов-индикаторов в аномалиях существенно превосходят фоновые концентрации.

На рис.1 в качестве примера ореолов привноса приведена карта молибдена. Как видно на этом рисунке, в распределении молибдена отчетливо проявлено его избирательное накопление над месторождением. В целом, избирательное накопление этого и ряда других элементов-инди-

каторов над месторождением не является достаточно контрастным. Для усиления ореолов привноса над залежью углеводородов был использован метод построения мультипликативных аномалий.

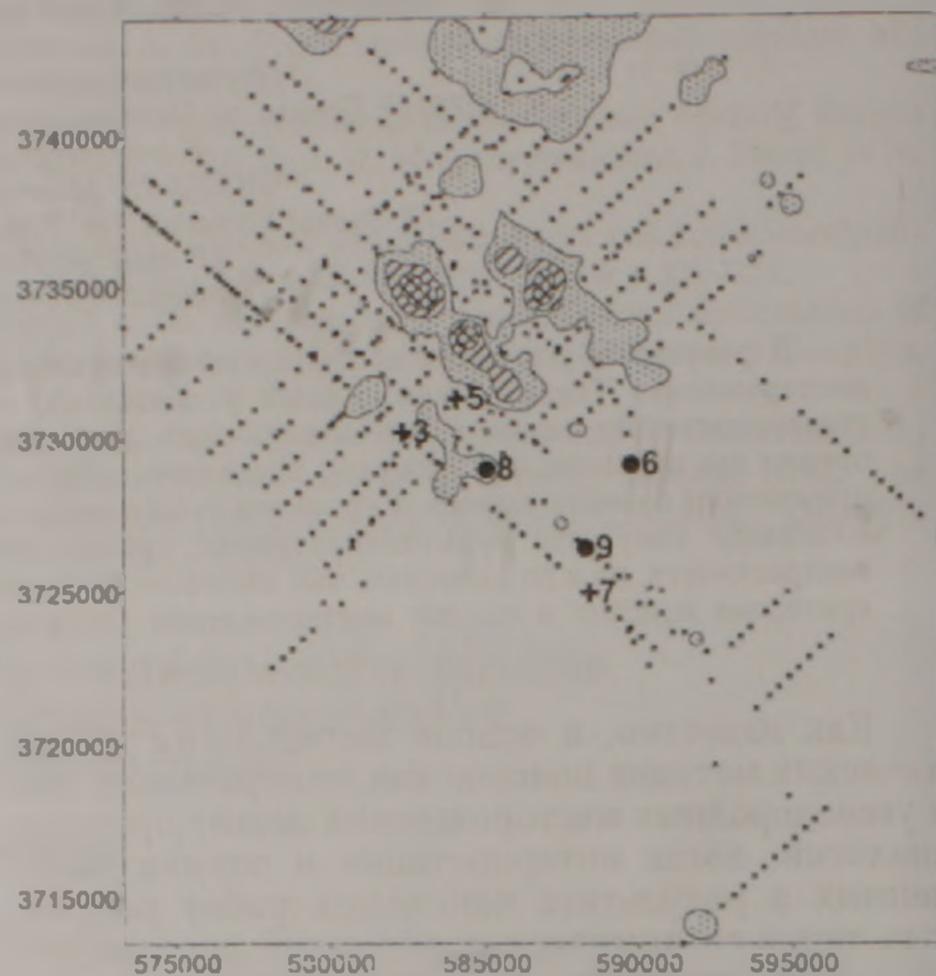


Рис.1. Литогеохимические ореолы молибдена. Содержания: $2,2-5 \text{ г/м}$; $5-10 \text{ г/м}$; $10-50 \text{ г/м}$. Точки опробования. Скважины: + – результативные, • – пустые

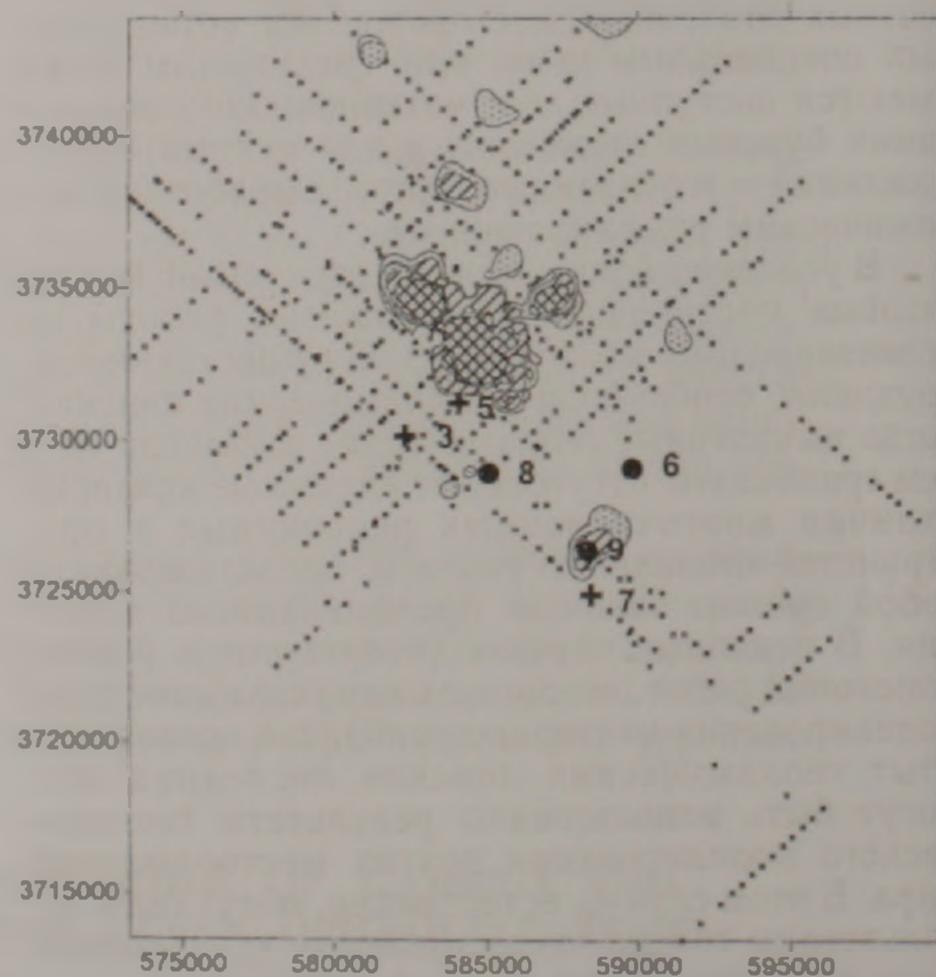


Рис.2. Мультипликативные ореолы элементов привноса (B×P×Ag×Mo×Ba×Zn). Содержания: $5 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^4$; $1 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^3$; $2 \cdot 10^4 - 7,2 \cdot 10^4$. Точки опробования. Скважины: + – результативные, • – пустые

На рис.2 показаны мультипликативные аномалии группы элементов привноса. Как пока-

зывает сравнение рисунков 1 и 2, мультипликативные аномалии более контрастны и значительны по размерам, что обеспечит их эффективное применение при поисково-оценочных работах.

Во вторую группу входят химические элементы, которые над месторождением образуют отчетливые поля пониженных (по сравнению с фоном) концентраций (ореолы выноса). На рис.3 в качестве примера приведена геохимическая карта распределения титана на поверхности месторождения. На этой карте четко фиксируются значительные по размерам геохимические поля выноса титана. Как и в случае описанных выше геохимических аномалий привноса микроэлементов, интенсивность моноэлементных аномалий выноса также является низкой. Как видно на рис.4, мультипликативные аномалии характеризуются существенно большей по сравнению с моноэлементными аномалиями контрастностью. Если контрастность моноэлементных аномалий выноса (отношение максимального и минимального значений мультипликативного показателя) редко превышает 5, то в случае мультипликативных аномалий она превышает 350.

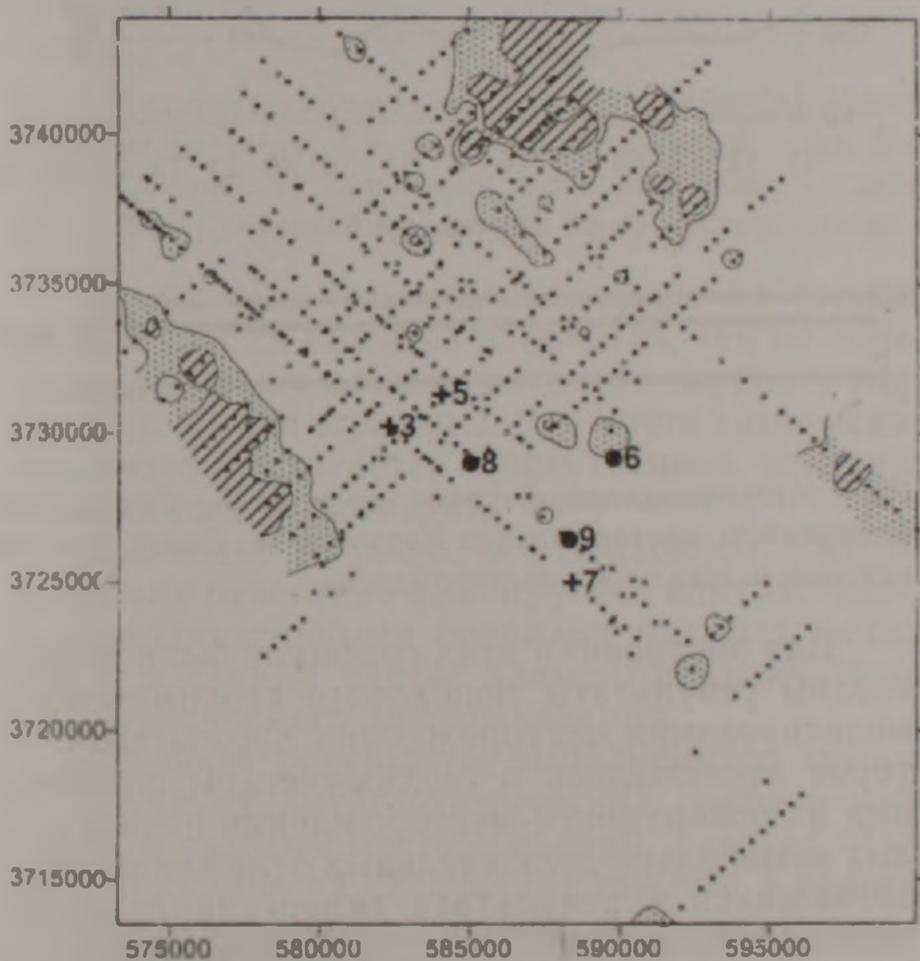


Рис.3. Литогеохимические ореолы титана. Содержания: $2000-3000 \text{ г/т}$; $3000-8000 \text{ г/т}$. Точки опробования. Скважины: + - результативные; ● - пустые.

В третью группу входят элементы, образующие на поверхности месторождения геохимические аномалии привноса как непосредственно над месторождением, так и в его периферии, по всей вероятности, по нарушениям большей частью кольцеобразной формы. Напомним, что еще в 1980г. закономерность подобного кольцеобразного развития геохимических аномалий группой ученых (Сидоренко и др., 1981) была зарегистрирована как научное открытие. В эту группу элементов входят никель, кобальт, хром,

литий, ванадий и марганец. На рис.5 приведены моноэлементные аномалии никеля, фиксирующие как кольцевые структуры вокруг месторождений, так и сами месторождения. Площадь месторождения характеризуется зонами пониженных содержаний, в центре месторождения переходящими в отчетливые аномалии привноса, фиксирующие скрытую на глубине залежь. Наиболее отчетливо описанная закономерность проявляется в строении мультипликативных аномалий (рис.6).



Рис.4. Мультипликативные ореолы (Sc×Y×Sn×La×Zr×Ti). Содержания: $5 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^4$; $1 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^6$; $1 \cdot 10^6 - 1,35 \cdot 10^{10}$. Точки опробования. Скважины: + - результативные; ● - пустые.

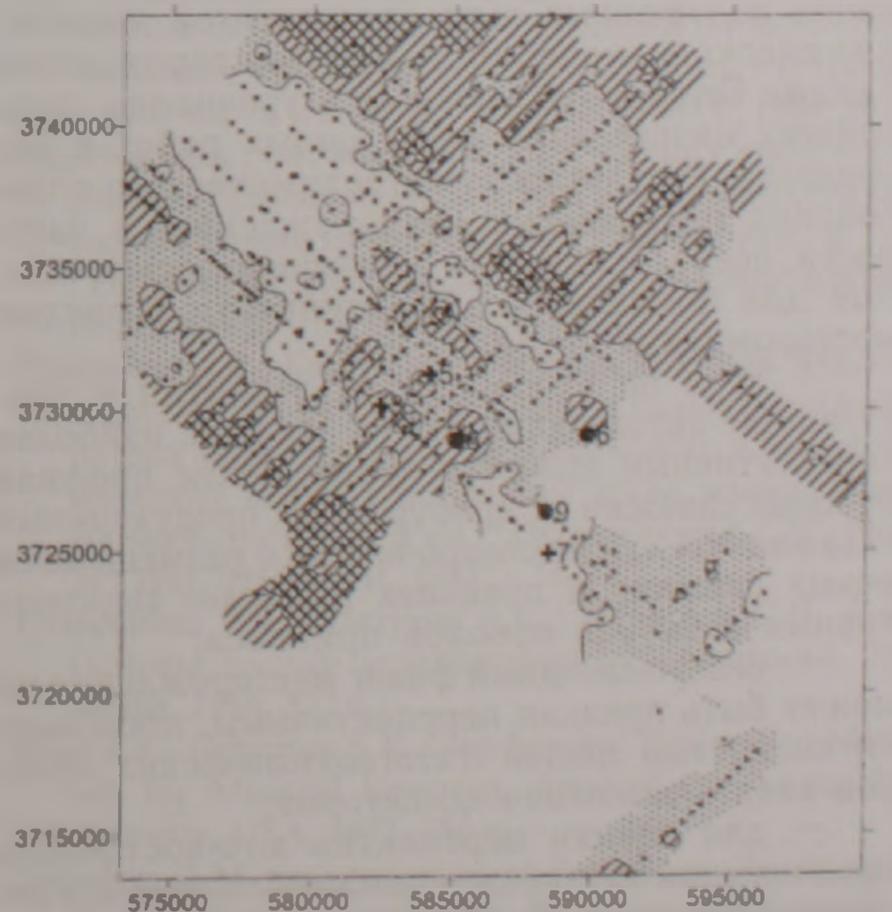


Рис.5. Литогеохимические ореолы никеля. Содержания: $20-60 \text{ г/т}$; $60-120 \text{ г/т}$; $120-600 \text{ г/т}$. Точки опробования. Скважины: + - результативные; ● - пустые.

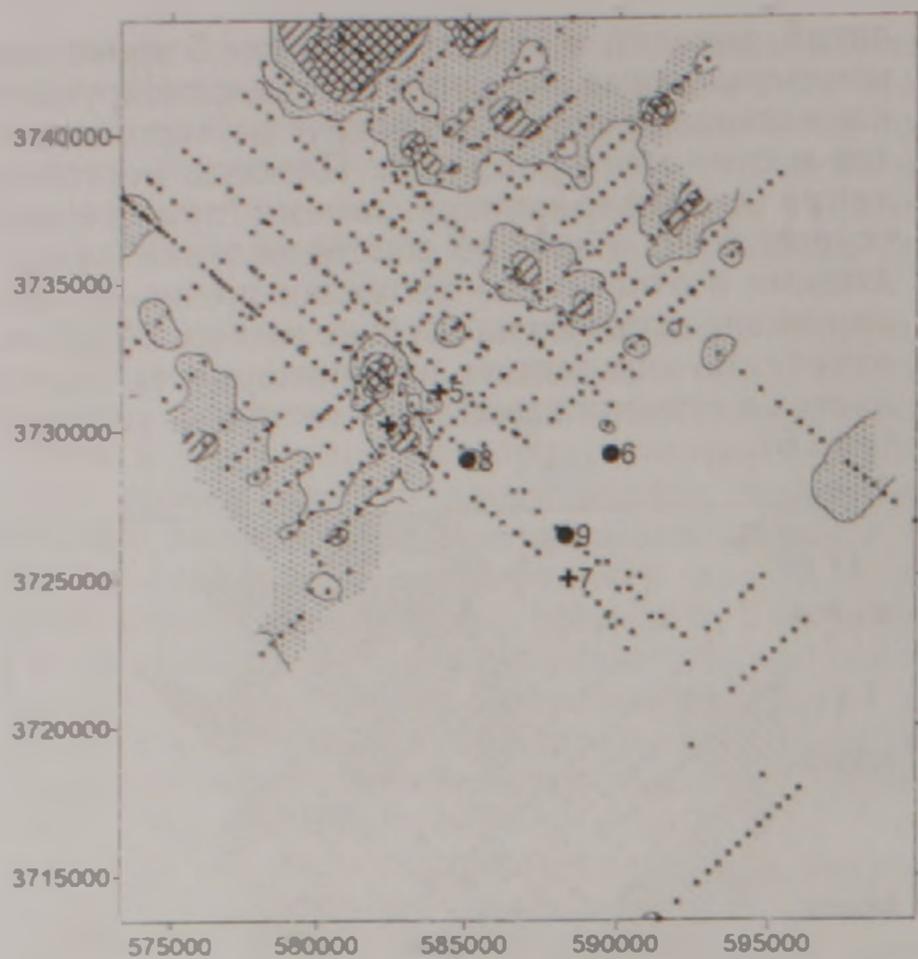


Рис.6. Мультипликативные ореолы элементов выноса (Ni×Co×Cr×Li×V×Mn). Содержания: $1 \cdot 10^{12}$ - $5 \cdot 10^{12}$; $5 \cdot 10^{12}$ - $1 \cdot 10^{13}$; $1 \cdot 10^{13}$ - $1.6 \cdot 10^{14}$. Точки опробования. Скважины + - результативные; • - пустые.

Обобщая изложенные выше результаты геохимического моделирования месторождения Тандже Биджар, следует отметить большое практическое значение выявленных закономерностей, которые с успехом могут быть использованы в качестве геохимических критериев при поисках и оценке углеводородных залежей как в пределах района исследованного месторождения, так и далеко за его пределами, в других нефтегазоносных бассейнах.

Первое и наиболее оперативное использование изложенных выше результатов литогеохимического моделирования месторождения Тандже Биджар заключается в уточнении дальнейших направлений разведочных работ в его пределах. Результаты литогеохимического опробования поверхности месторождения, в частности, позволяет сделать следующие весьма важные для повышения эффективности разведки месторождения рекомендации:

- судя по особенностям развития в пространстве литогеохимических ореолов, наиболее перспективным является продолжение профиля буровых скважин от пробуренных продуктивных скважин NN 3, 5 на северо-восток с размещением новых скважин в пределах наиболее перспективных контуров ореолов привноса;

- северо-западный фланг месторождения не может быть признан перспективным, поскольку он полностью лишен литогеохимических ореолов всех элементов-индикаторов;

- для оценки перспектив юго-восточного продолжения месторождения необходимо его литогеохимическое опробование.

Вторым направлением внедрения рассмотренных выше литогеохимических критериев

поисков месторождений углеводородного сырья представляются поиски и оценка перспектив нефтегазоносности в пределах новых геологически перспективных на углеводороды площадей. В этом случае для оценки литогеохимических аномалий могут быть использованы только универсальные критерии, подтвержденные по результатам литогеохимического моделирования различных месторождений (Григорян, Копин, 2000; Григорян, Овчинников, 1980; Григорян и др., 1983). Выявление подобных критериев представляет задачу для будущих исследователей, но уже сейчас можно высказать уверенность в ее успешном решении, основанную на результатах изучения С.В.Григоряном месторождений Карачаганак (Казахстан) и Варьеган (РФ).

Месторождение Карачаганак. Для иллюстрации высказанного выше положения об определенной универсальности литогеохимических аномалий на рис.7 приведены мультипликативные ореолы группы элементов, выявленных на нефтегазовом месторождении Карачаганак.

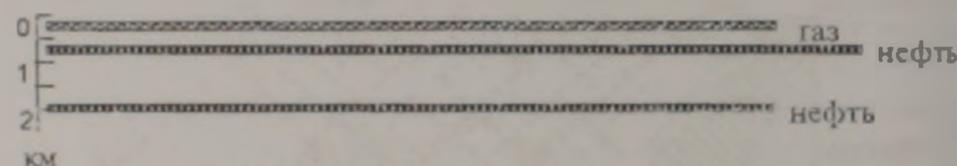


Рис.7. Мультипликативный график элементов (Ag×Co×Ga×V×Li). Поверхность месторождения Карачаганак. Внизу - вертикальный разрез через месторождение.

Для построения этих графиков были использованы результаты поискового геохимического моделирования месторождения Карачаганак, которое заключалось в геохимическом опробовании на поверхности месторождения почв и рыхлых элювиально-делювиальных отложений, образовавшихся в результате гипергенного выветривания пермь-триасовых терригенно-осадочных пород кровли продуктивных отложений месторождения.

На рис.7 приведены результаты геохимического опробования почв по профилю, в меридиональном направлении пересекающему контакты нефтяной залежи месторождения Карачаганак. Как следует из рис.7, мультипликативные графики фиксируют нефтяную залежь и контактовые зоны: мультипликативные значения максимальны в зоне контакта, минимальны за пределами нефтяной залежи (во вмещающих породах). Средние, умеренно аномальные значения характерны для самой залежи.

Варьегановское нефтегазовое месторождение находится в Нижневартовском районе Западной Сибири (Российская Федерация). На ме-

торожении этаж нефтегазоносности находится в интервале глубин 900-2000 м. По этому месторождению были обработаны результаты анализа проб Е. В. Стадника.

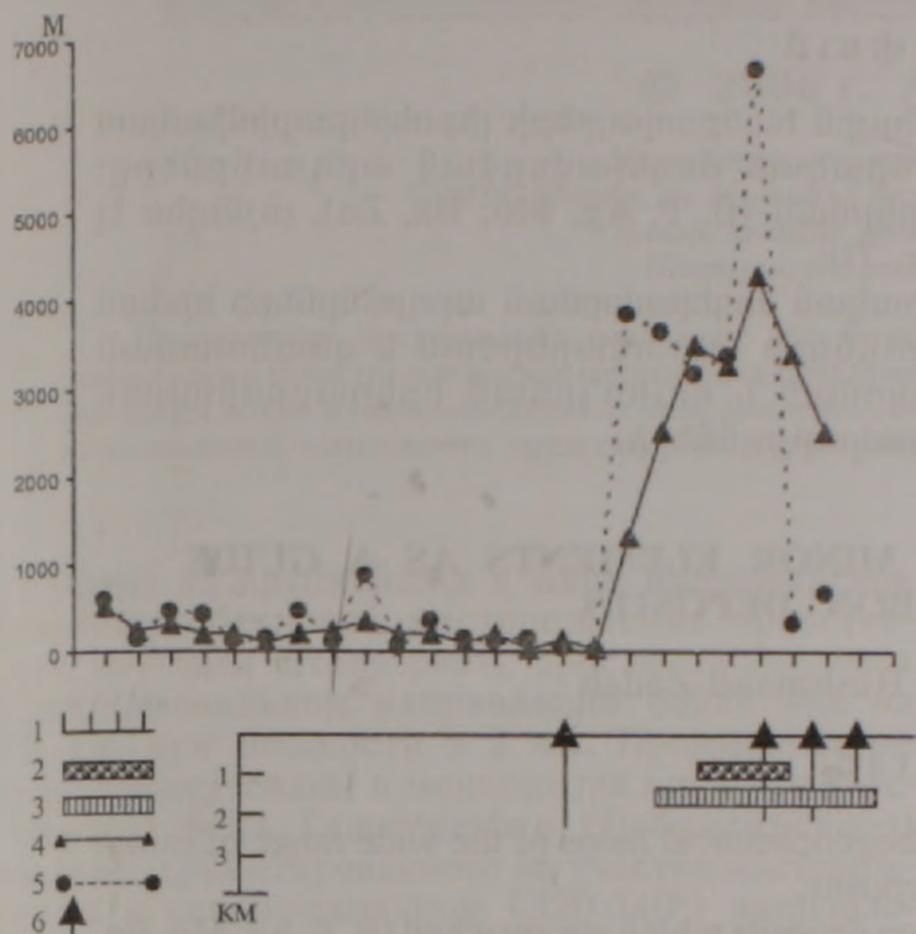


Рис 8. Мультипликативные графики ($Ba \times Sr \times Zn \times Cr$). Месторождение Варьеган: 1 – точки опробования; 2 – газ; 3 – нефть. Графики: 4 – первичный; 5 – сглаженный. 6 – скважины. Внизу вертикальный разрез через месторождение.

Пробы были проанализированы на ограниченный круг химических элементов, тем не менее построением мультипликативного варианта аномалий даже для ограниченного круга химических элементов достигается существенное усиление геохимических аномалий.

Как видно на рис. 8, нефтегазоносное месторождение отчетливо фиксируется контрастными мультипликативными ореолами четырех металлов – в данном случае элементов-индикаторов нефтегазоносного месторождения.

Обобщая результаты выполненного авторами изучения литогеохимических ореолов нефтяных и газовых месторождений, следует обратить внимание на следующие важные в практическом отношении особенности состава и строения этих ореолов:

- ореолы, развивающиеся локально в кровле надпродуктивных отложений нефтегазовых месторождений, могут быть использованы для поисков подобных месторождений;

- фиксация границ месторождений отчетливыми кольцевыми литогеохимическими аномалиями позволяет рекомендовать их применение для очертывания площадей, перспективных на нефть и газ.

Рассмотренные выше примеры, несмотря на их ограниченное число, однозначно свидетельствуют о значительных потенциальных возможностях методики поисков и оценки нефтегазовых месторождений по литогеохимическим орео-

лам микроэлементов (в основном металлов).

Потенциальный характер этих возможностей обусловлен весьма ограниченным числом месторождений, литогеохимические ореолы которых изучены более или менее детально. Очевидно, что для реализации потенциальных возможностей рассматриваемой методики необходимо продолжение исследований по литогеохимическому моделированию представительной группы известных месторождений нефти и газа с целью уточнения особенностей состава и строения литогеохимических ореолов этих эталонных месторождений для усовершенствования критериев интерпретации результатов поискового литогеохимического опробования.

ЛИТЕРАТУРА

- Григорян С. В. Геохимические методы при поисках эндогенных рудных месторождений. М.: Изд. ИМГРЭ, 1974, 216 с.
- Григорян С. В. Рудничная геохимия. М.: Недра, 1992, 396 с.
- Григорян С. В., Копин Е. М. Закономерность небарометрического распределения в атмосфере ионов химических элементов. Научное открытие. В кн.: "Научные открытия в РФ". М. – Санкт-Петербург: Изд. "Международной Академии авторов научных открытий и изобретений", 2000, с. 26.
- Григорян С. В., Овчинников Л. Н. Закономерность зонального распределения элементов-индикаторов в первичных геохимических ореолах сульфидсодержащих месторождений. Научное открытие. В кн.: "Открытия в СССР", 1979, М.: Изд. ЦНИИПИ, 1980, с. 27-29.
- Григорян С. В., Соловов А. П., Кузин М. Ф. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М.: Недра, 1983, 192 с.
- Зубайраев С. Л., Петухов А. В., Дорогокупец Г. И. и др. Временные методические рекомендации по литогеохимическим исследованиям при поисках месторождений нефти и газа. М.: Изд. ВНИИЯГГ, 1984, 60 с.
- Киричек М. А., Овсянников В. М. К вопросу комплексирования прямых геофизических и геохимических методов поисков месторождений нефти и газа. В сб.: "Геохимические методы поисков месторождений нефти и газа", М., 1983, с. 78-85.
- Сидоренко А. В., Карус Е. В., Барсуков В. Л. и др. Явление парагенезиса субвертикальных зонально-кольцеобразных геофизических, геохимических и биогеохимических полей в осадочном чехле земной коры. Научное открытие. В кн.: "Открытия в СССР", 1980, М.: Изд. ВНИИПИ, 1981, с. 34-37.
- Старобинец И. С., Петухов А. В., Зубайраев С. П. и др. Основы теории углеводородных скоплений. М.: Недра, 1986, 332 с.
- Beus A. A., Grigorian S. V. Geochemical Exploration Methods for Mineral Deposits. Applied Publishing Ltd Wilmette, USA, 1977, 286 p.
- Seneshen D. M. Incorporation of Petroleum Geochemical Explorationists into the Association of Applied Geochemists. "Explore", №126, 2005, pp. 1-4.

**ՄԻԿՐՈՏԱՐՐԵՐԻ ԼԻԹՈԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԵԶՐԱՊՍԱԿՆԵՐԸ ՈՐՊԵՍ
ԱԾԽԱԶՐԱԾՆԱՅԻՆ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄՆԵՐԻ ՈՐՈՆՈՂԱԿԱՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐ**

Ս.Վ. Գրիգորյան, Ա. Հուշմանզադե

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում քննարկվում են ածխաջրածնային հանքավայրերի լիթոերկրաքիմիական եզրապսակների տարածական երկրաքիմիական մոդելավորման արդյունքները: Արդյունքում հայտնաբերվել են ինչպես ներկրման (B, P, Ag, Mo, Ba, Zn), այնպես էլ դուրսկրման եզրապսակներ (Sc, Y, Sn, La, Zr, Ti):

Էտալոնային հանքավայրերի երկրաքիմիական մոդելավորման արդյունքների հիման վրա մշակվել է նավթագազային կուտակումների հայտնաբերման և գնահատման մեթոդիկա՝ ըստ նրանց շրջափակող ներկրման և դուրսկրման երկրաքիմիական մուլտիպլիկատիվ եզրապսակների յուրահատկությունների:

**LITHOGEOCHEMICAL HALOS OF MINOR ELEMENTS AS A GUIDE
TO HYDROCARBON DEPOSITS**

S.V. Grigoryan, A. Hushmand-Zadeh

Abstract

The article contains the description of the lithogeochemical halos of the wide range of minor chemical elements developed above oil and gaz deposits.

These halos are zones surrounding hydrocarbon deposits which are enriched (B, P, Ag, Mo, Ba, Zn) or depleted (Sc, Y, Sn, La, Zr, Ti) in several chemical elements, as a result of the introduction or redistribution of these elements during the process of deposits formation.

It has been established that better defined lithogeochemical halos (larger and of greater intensity) can be revealed around hydrocarbon deposits when the contents of the indicator elements in each sample are multiplied, and multiplicative halos are constructed. Such composite lithogeochemical anomalies have been constructed for enriched and depleted zones.

О ВЕРТИКАЛЬНОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ КАДЖАРАНСКОГО МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

© 2005 г. А. Е. Оганесян

Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: arshavir_hovhannisyan@yahoo.co.uk
Поступила в редакцию 23.12.2005 г.

Проведенные исследования позволяют при выявлении геохимической зональности медно-молибденового оруденения в качестве элементов-индикаторов предложить следующие элементы: Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Co, Ni, W, Sn. Выведены новые мультипликативные коэффициенты, более достоверно отражающие контрастность вертикальной геохимической зональности оруденения и характеризующие глубину эрозионного среза.

Одно из крупнейших в мире Каджаранское медно-молибденовое месторождение представлено крупным штокверком, прослеживающимся в меридиональном направлении более чем на 3.5 км, при мощности в 2 км. Промышленные руды локализованы в монцонитах висячего (восточного) бока Таштунского (Дебаклинского) разлома, ориентированного на участке месторождения в северо-западном (320-340°) направлении. Плоскость разлома в контакте монцонитов и порфиридных гранитов ограничивает месторождение на западе. На протяжении многих лет месторождение привлекало к себе внимание ряда исследователей, среди которых необходимо отметить С.А. Мовсисяна, К.А. Карамяна (1969), С.С. Мкртчяна и др. (1969), А.С. Фарамазяна (1974), Р.Н. Таяна (1998, 2002) и др. Вопросам разработки геохимических методов поисков посвящены работы А.А. Авакяна (1982), В.Е. Вартанова (1982, 1983).

В настоящей работе использованы данные приближенно-количественных спектральных анализов (более чем 1400 проб на 20 элементов, выполненных лабораторией Бронницкой экспедиции ИМГРЭ). Используются данные по опробованию двадцати шести буровых скважин, глубина которых колеблется от 500-600 (Левобережье) до 1100 м (Центральная часть).

Ниже рассматриваются особенности распределения ряда химических элементов, отражающие характер вертикальной геохимической зональности на рассматриваемых двух участках месторождения.

Раздельно выполнены расчеты для двух частей месторождения: Центральной (площади первоочередной отработки) и Левобережья р. Вохчи (северный фланг). На Центральном участке исследовано 11 буровых скважин, на Левобережном – 15. Рассчитаны среднеарифметические содержания химических элементов в скважинах на интервалах в 50 м. Исследованы особенности поведения 20 элементов (Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Co, Ni, W, Sn, Sr, Ba, Ti, Mn, Cr, V, Ga, Sc, Zr, B, P).

Для ряда медно-порфиридных месторождений (Григорян и др., 2002) медь, молибден, свинец и цинк ранее были признаны основными элементами-индикаторами данного типа оруденения. Поведение этих элементов на различных гипсомет-

рических срезах отражено на графиках (рис. 1, 2).

Медь. На Центральном участке медь убывает с глубиной (с горизонта 2150 м), причем наиболее резко – с глубины 1900 м. На Левобережном участке содержание меди с глубиной растет до горизонта 2000 м, затем отмечается его резкое убывание (рис. 1).

Молибден. На Центральном участке содержание молибдена с глубиной возрастает, затем отчетливо идет на убыль, начиная с отметки 1400 м. На участке Левобережья молибден с глубиной монотонно возрастает (рис. 1).

Свинец. Содержание свинца на Центральном участке возрастает до отметки 1800 м, после чего резко убывает. На участке Левобережья содержание свинца с глубиной плавно уменьшается, за исключением 180 м, где его содержание возрастает (рис. 1).

Цинк. Содержание цинка на обоих участках отчетливо убывает с глубиной, с некоторыми незначительными отклонениями (рис. 2).

Поведение этих четырех элементов, согласно рис. 1 и 2, соответствует результатам объемного геохимического моделирования ряда медно-порфиридных (медно-молибденовых) месторождений (Григорян и др., 2002) и выражается в зональном распределении Mo-Cu-Zn-Pb (от подрудных к надрудным). С.В. Григоряном (1989) же был рекомендован и успешно использован при поисково-оценочных работах мультипликативный коэффициент вертикальной геохимической зональности второго порядка: $Pb \times Zn / Cu \times Mo$.

Данный мультипликативный коэффициент ($K_1 = Pb \times Zn / Cu \times Mo$) был использован нами для выявления вертикальной геохимической зональности Каджаранского медно-молибденового месторождения. На рис. 3 приведены графики изменения с глубиной величин мультипликативного коэффициента K_1 , рассчитанного отдельно для Центрального участка описываемого месторождения и его северного фланга (Левобережье р. Вохчи).

Как видно на рис. 3, для обоих участков вертикальная геохимическая зональность фиксируется монотонным изменением с глубиной величины мультипликативного коэффициента, а геохимическая зональность на обоих участках не является достаточно контрастной. Величина

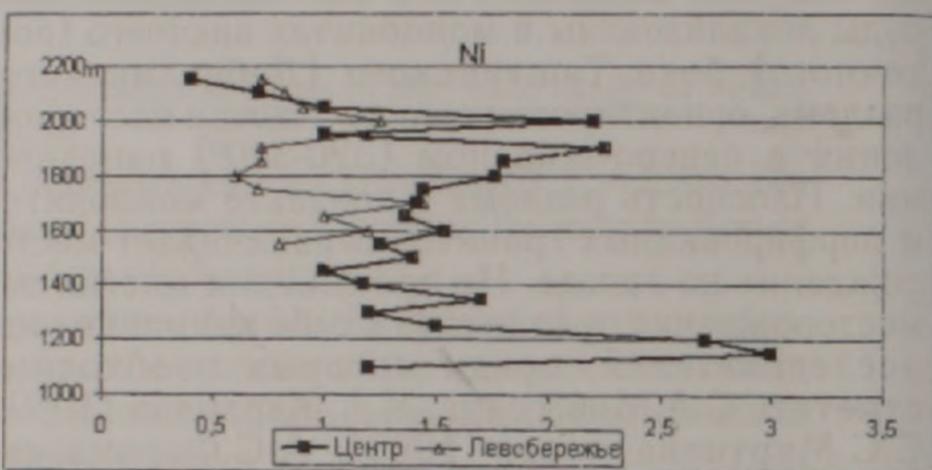
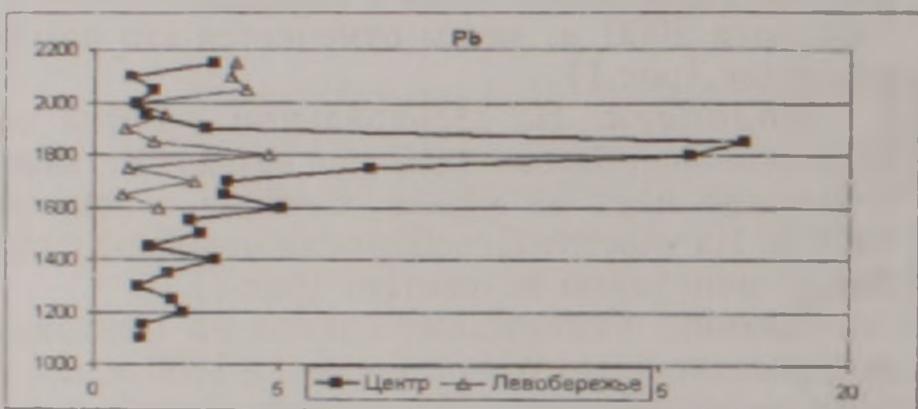
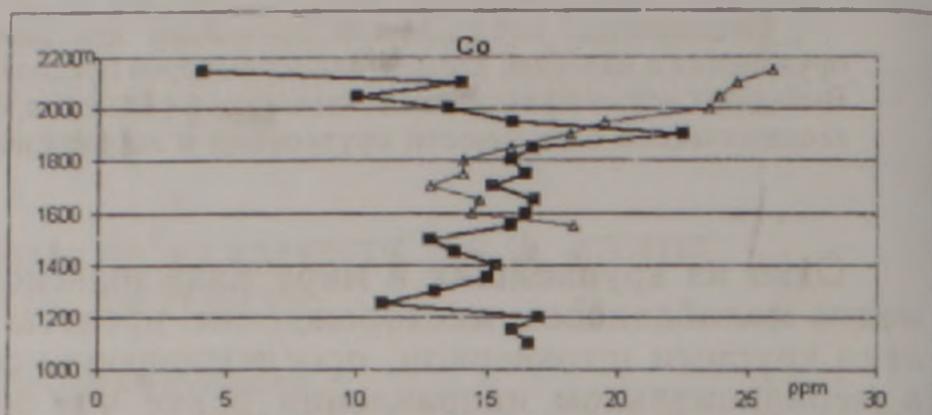
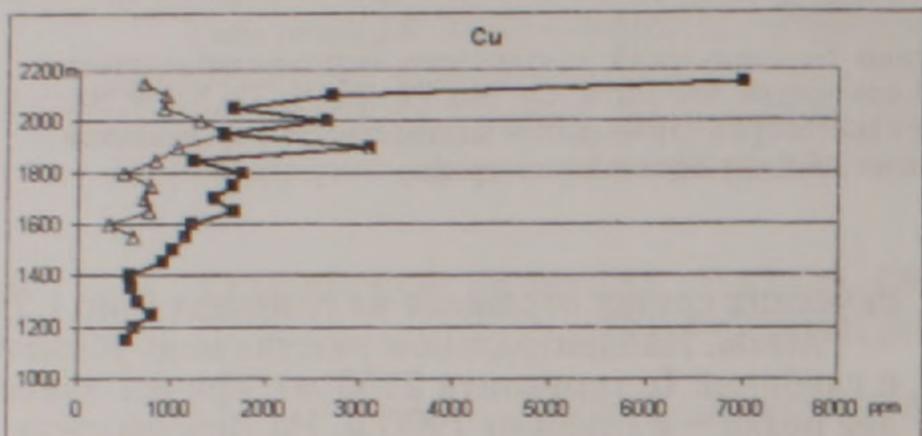
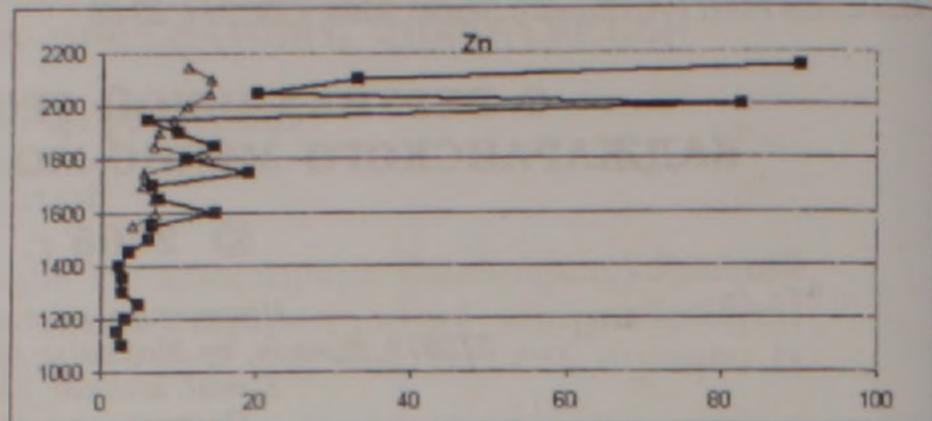
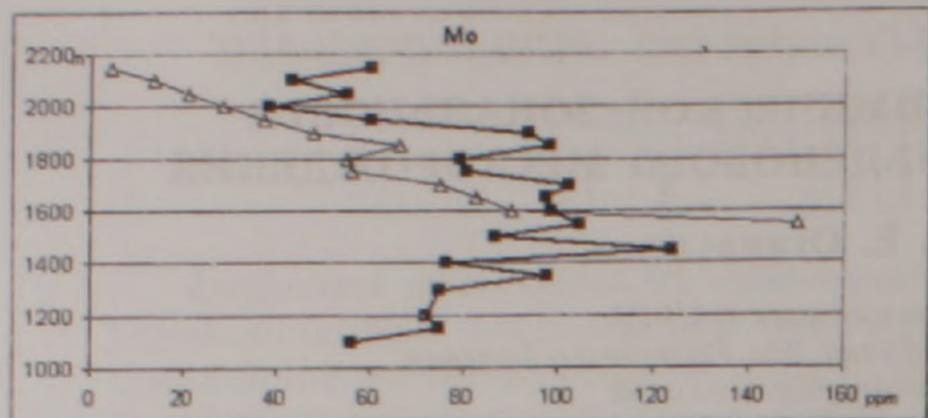


Рис 1 Графики изменения содержаний Mo, Cu и Pb с глубиной на Центральном и Левобережном участках Каджаранского медно-молибденового месторождения

Рис 2 Графики изменения содержаний Zn, Co и Ni с глубиной на Центральном и Левобережном участках Каджаранского медно-молибденового месторождения

мультипликативного коэффициента на Левобережном участке на глубину до 500 м уменьшается в 49 раз, а на Центральном участке – всего в 5 раз. Очевидно, что столь слабоконтрастная вертикальная зональность не может быть использована на практике с достаточной надежностью. В этой связи поиски коэффициентов для получения более контрастной вертикальной зональности были продолжены путем введения новых элементов-индикаторов (Ag, Co, Ni, W).

Серебро. В целом накапливается на верхних горизонтах Центрального участка. Начиная с горизонта 2150 м, содержание серебра падает довольно плавно до горизонта 1100 м. Исключение составляет горизонт 1350, где содержание серебра поднимается до уровня высших горизонтов. В целом содержание серебра с глубиной (до 1100 м) убывает на порядок. На участке Левобережья содержание Ag в целом также уменьшается с глубиной (рис.4).

Кобальт. На Центральном участке содержание кобальта возрастает с глубиной примерно в 4-5 раз. На участке Левобережья поведение кобальта не столь однозначно. Минимальное содержание установлено на уровне 1700 м, с незначительным увеличением с глубиной (рис.2).

Никель. На Центральном участке никель ведет себя как и кобальт – по мере увеличения глубины содержание никеля возрастает до 5 раз.

Такая картина наблюдается и на участке Левобережья (рис.2).

Вольфрам. На Центральном участке содержание вольфрама возрастает с глубиной в 1,5-2 раза, а на участке Левобережья от горизонта 2150 до 1500 м возрастает около 50 раз (рис.4).

У вышеупомянутых последних трех подрудных элементов – Co, Ni, W есть одна общая черта – их содержания возрастают с глубиной в несколько раз. Содержания надрудных элементов – Pb, Zn, Ag убывают с глубиной на порядок и более.

На основе вышеприведенных данных предложен следующий коэффициент четвертого порядка: $K_4 = Pb \times Zn \times Ag \times Cu / Mo \times Co \times Ni \times W$. Как следует из рис.5, с помощью этого коэффициента геохимическая зональность выявляется более контрастно, что особенно четко проявляется на Левобережном участке (контрастность более 1000). Полученная контрастность позволяет рекомендовать предложенный мультипликативный коэффициент для оценки уровня эрозионного среза геохимических аномалий рассмотренного типа оруденения.

Применительно к месторождению Каджаран графики, приведенные на рис.5, позволяют сделать вывод о несколько менее глубоком эрозионном

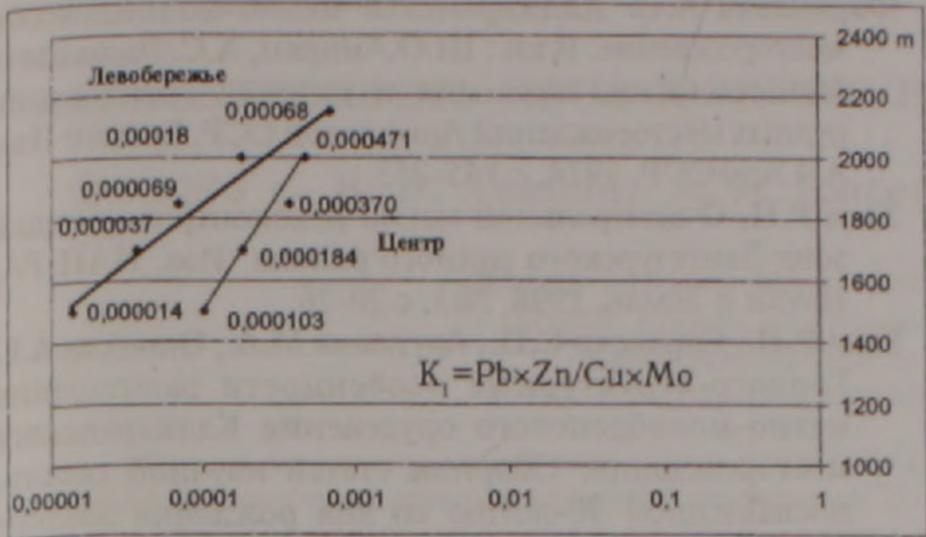


Рис 3. Графики изменения с глубиной коэффициента вертикальной геохимической зональности медно-молибденового оруденения

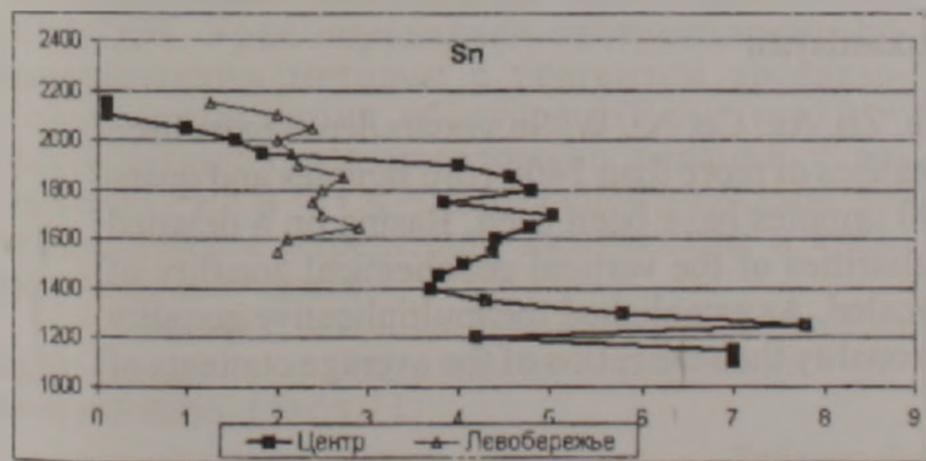
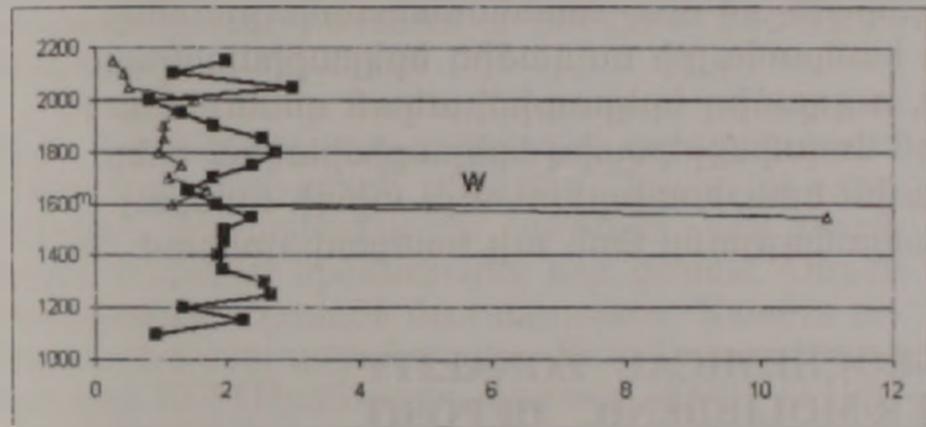
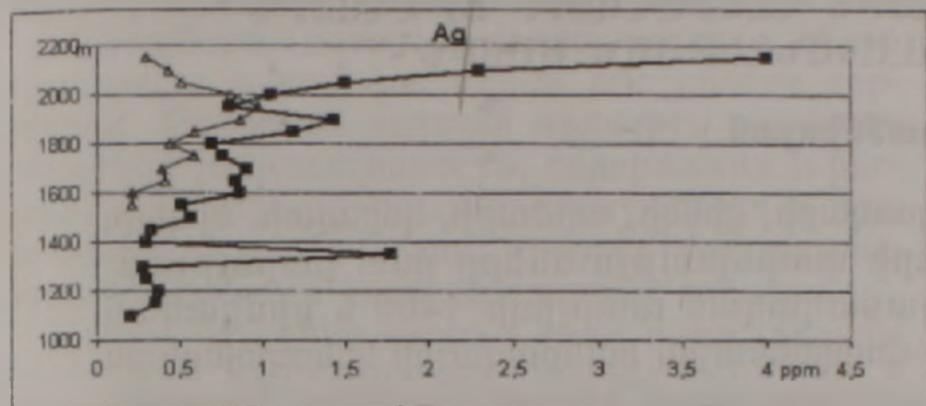


Рис 4. Графики изменения содержаний Ag, W и Sn с глубиной на Центральном и Левобережном участках Каджаранского медно-молибденового месторождения.

срезе Левобережного участка (по сравнению с Центральным) и о большем вертикальном размахе оруденения на Центральном участке.

Поскольку чувствительность спектрального анализа на вольфрам недостаточна, вместо него в коэффициенте был введен другой подрудный элемент-индикатор — олово.

Олово. На Центральном участке содержание олова от высших горизонтов до горизонта 1250 м возрастает с глубиной в 10-15 раз. На участке

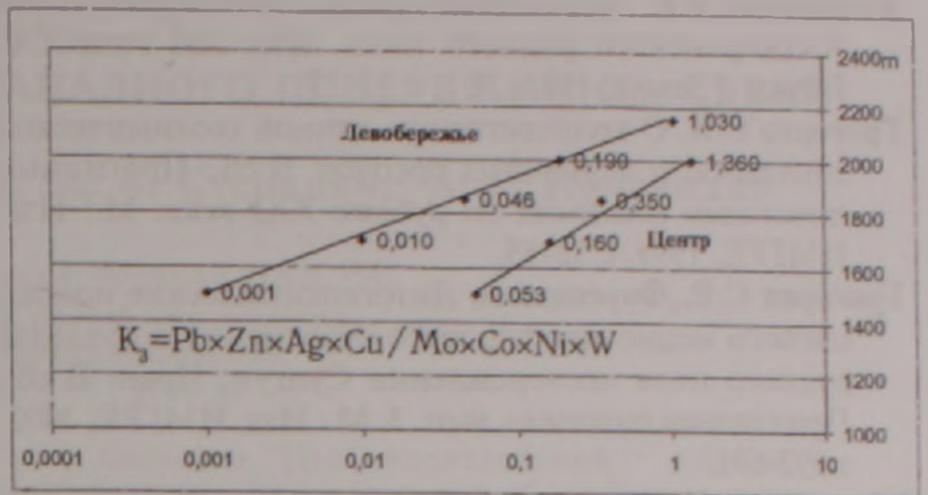


Рис 5. Графики изменения с глубиной коэффициента вертикальной геохимической зональности.

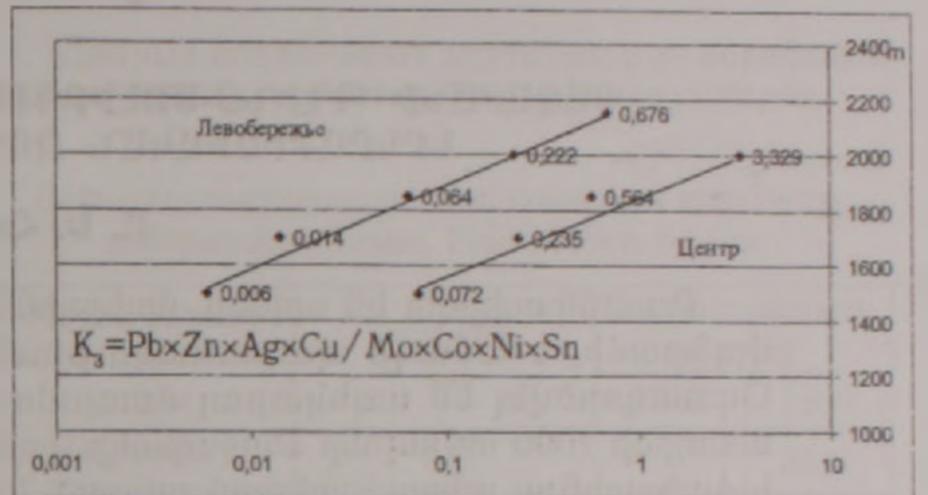


Рис 6. Графики изменения с глубиной коэффициента вертикальной геохимической зональности.

Левобережья содержание олова от горизонта 2150 до 1650 м возрастает около 2-3 раз (рис. 4).

Проведенные исследования позволяют при выявлении геохимической зональности медно-молибденового оруденения предложить в качестве элементов-индикаторов следующие элементы: Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Co, Ni, W, Sn.

Предложенные нами коэффициенты K_2 и K_3 выявляют более контрастную зональность, чем K_1 и рекомендуются для практического использования.

Использование предложенных мультипликативных коэффициентов дает основание считать, что в сравнении с Центральным участком Левобережье р. Вохчи менее эродировано, и, судя по полученным значениям мультипликативных коэффициентов (с возрастанием роли подрудных элементов, рис. 5, 6), размах вертикального оруденения на Левобережном участке значительно меньше, что не противоречит имеющимся геологическим данным.

В заключение автор выражает глубокую благодарность С. В. Григоряну, Р. Н. Таяну и М. А. Арутюнян за помощь и поддержку в выполнении исследований и в подготовке статьи.

ЛИТЕРАТУРА

- Авакян А. А., Вартанесов В. Е. Опыт применения тренд-анализа для изучения закономерностей пространственного распределения меди и молибдена на Левобережном участке Каджаранского месторождения. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1982, XXXV, N1, с. 45-52.

- Вартанесов В.Е. Эндогенные ореолы штокверковых руд Каджаранского рудного поля. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1983, №1, с.17-27.
- Григорян С.В. О количественно-единой геохимической зональности первичных ореолов. В сб.: Прогнозно-поисковая геохимия на рубеже XXI века. М.: Изд. ИМГРЕ, 1998, с.52-55.
- Григорян С.В., Фарсианна А. Литогеохимические поиски слепого медно-порфирирового оруденения в пределах рудного поля месторождения Сунгун, Иран. В сб.: Прикладная геохимия, вып. 3, М.: Изд. ИМГРЕ, 2002, с.592-601.
- Мкртчян С.С., Карамян К.А., Аревшатян Т.А. Каджаранское медно-молибденовое месторождение. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1969, 328 с.
- Фарамазян А.С. Каджаранское медно-молибденовое месторождение. В кн.: Ш.О.Амирян, А.С.Фарамазян. Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974, с.145-255.
- Таян Р.Н. О центральной магмо-рудоконтролирующей зоне Зангезурского рудного района. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1998, №3, с.20-26.
- Таян Р.Н., Саркисян С.П., Арутюнян М.А., Оганесян А.Е. Геолого-структурные особенности размещения медно-молибденового оруденения Каджаранского месторождения. Сборник статей научной сессии, посвященной 90-летию со дня рождения доктора геолого-минералогических наук С.А.Мовсисяна, Ереван: Изд. НАН РА, 2002, с.32-44.

ՔԱԶԱՐԱՆԻ ՊՂԻՆԶ-ՄՈԼԻԲԴԵՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՈՒՂՂԱԶԻԳ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՉՈՐԱԼԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա. Ե. Հովհաննիսյան

Ուսումնասիրվել են պղնձի, մոլիբդենի, կապարի, ցինկի, արծաթի, կոբալտի, նիկելի, վոլֆրամի, և անագի պարունակությունների փոփոխությունները ըստ խորության: Օգտագործվել են սպեկտրալ մոտավոր քանակական անալիզի 1400 և քիմիական անալիզի 1000 տվյալներ Քազարանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի կենտրոնական և ծախսաինյա տեղամասերում անցած 26 հետախուզական հորատանցքերից: Կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքում պարզվել են որոշ առանձնահատկություններ կապված Քազարանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի ուղղաձիգ երկրաքիմիական զոնալականության հետ: Մասնավորապես, ուղղաձիգ երկրաքիմիական զոնալականության հաշվարկի համար, օգտագործվել են մուլտիպլիկատիվ երկրաքիմիական երեք գործակից, որոնք հնարավորություն են տալիս երաշխավորելու այս տիպի հանքայնացման ուղղաձիգ երկրաքիմիական զոնալականությունը նաև այլ հանքավայրերում:

ABOUT THE VERTICAL GEOCHEMICAL ZONALITY OF THE KAJARAN COPPER-MOLIBDENIC DEPOSIT

A. E. Hovhannisyan

Vertical change of the contents of Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Co, Ni, W, Sn versus depth have been studied. The results of approximately-quantitative analyses of more than 1400 core samples and quantitative analyses for Cu and Mo of more than 1000 samples have been used. Basing on a detailed analyses of these results some characteristic peculiarities of the vertical geochemical zonality of Kajaran copper-molibdenic deposit have been revealed. As established the multiplicative zonality coefficients afford to reveal the stronger contrast zonality than the ratios of the average contents of the indicator-elements pairs.

РАДИОАКТИВНОСТЬ ПОЧВ ЮЖНОГО И ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖИЙ ОЗ. СЕВАН

© 2006 г. В. Л. Ананян, А. А. Кюрегян, А. А. Степанян, А. Г. Налбандян

Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА

375001, Ереван, ул. Абовяна, 68, Республика Армения

E-mail: ecocentr@sci.am, armiensch@yahoo.com

Поступила в редакцию 04.11.2005 г.

Объектом исследований являлись почвы Севанского бассейна. Цель исследований – выявить радиоэкологическую ситуацию на данной территории. Во взятых образцах почв определялась общая β-активность, проводился γ-спектрометрический анализ для выявления содержания ^{137}Cs , ^{226}Ra . Полученные результаты позволили сопоставить данные 1958-1959 гг. с современным уровнем распределения β-активности и содержания ^{137}Cs и ^{226}Ra .

Вопросы радиоактивного загрязнения биосферы требуют систематического исследования – мониторинга, который заключается в сборе информации о радиоактивной обстановке территории. Основной задачей являлись изучение суммарной радиоактивности, содержания и распределения естественных радионуклидов в почвах бассейна озера Севан, а также учет загрязнения продуктами распада ядерных взрывов.

Почвы бассейна озера Севан представлены в основном каштановыми, выщелоченными и карбонатными черноземами, горно-луговыми черноземовидными почвами и песчано-галечными обнаженными грунтами.

Бета-активность определялась счетчиком АС-2, помещенным в кювету, в которую насыпался воздушно-сухой образец. При этом охватывалась вся поверхность счетчика, чем достигалось большое превышение над фоном. Объем измеряемых образцов был одинаков. Кювета помещалась в свинцовый домик. Калибровка производилась КС1 (Налбандян, Ананян, 2000). С 1987 года измерения производили бета-радиометром РКБ4-1eM. Уран определяли экстракционно-фотометрическим методом с реагентом арсеназо-3 после разложения образцов HF-ом, торий – колориметрическим методом по реакции с арсеназо-3, ^{226}Ra и ^{137}Cs – гамма-спектральным, калий и рубидий определяли химическим и спектральными методами.

В образцах почв из 6-и пунктов бассейна было определено содержание естественных радионуклидов (табл.1).

Таблица 1.

Содержание естественных радионуклидов в почвах Севанского бассейна. Наверху – крайние показатели, ниже – среднее, Бк/кг

Уран	Радий	Торий	Калий	Рубидий	Сумма
30.7-51.2	36.3-77.0	28.5-31.1	247-372	36.6	по усредненным данным – 475 Бк/кг
41.1	56.6	29.9	309		по высоким показателям – 567 Бк/кг

Данные показывают значительные колебания в содержании естественных радионуклидов.

Таблица 2

Бета-радиоактивность почв южного и западного побережий оз. Севан, 1958-1959гг. Бк/кг.

Место взятия образцов почв, угодье	Глубина, см	Бета-активность, Бк/кг	
		1958	1959
Вершина Севанского перевала, целина	0-5		3641
	5-10		452
Сезан, сенокосный луг	0-5		1666
	5-15		559
Лчашен, вершина горы, целина	0-5		2416
	5-15		522
Середина горы	0-5		2097
	5-15		522
Низина, пашня	0-5		875
	5-15		819
	0-25	1080	733
	25-55	591	469
	55-98	491	411
Мадина, пашня	0-5		777
	5-15		572
	0-30		702
	30-45		580
	45-95		451
	95-135		380
Мартуни, пашня	0-25	847	838
	25-50	677	622
М. Маэра, пашня	0-5		611
	5-15		541
	15-25	377	594
	25-70	341	455

За естественный фон нами принята величина бета-радиоактивности по сумме естественных радионуклидов в почвах в пределах 600-650 Бк/кг (Давтян, Ананян, 1963; Налбандян, Ананян, 2000). В табл.2 приведены результаты измерений бета-активности образцов почв за

1958-1959гг. Четко виден резко повышенный уровень в поверхностном 0-5-сантиметровом слое целинных почв – 1666-3641 Бк/кг, что произошло в результате загрязнения глобальными радионуклидами. Ниже, в слое 5-10, 5-15см уровень естественный. На пашне, в результате перемешивания, радиоактивность ниже, естественный уровень наблюдается с глубины 45 см.

В 1990 – 1994гг. проведено измерение большого объема образцов почв Севанского бас-

сейна совместно с П.М. Каплянцем (ИГН НАНА). Образцы в основном представлены целинными почвами и обнаженными грунтами. Составлена карта (рис. 1). Для составления таблицы территорию разделили на сектора, рассчитали примерную площадь, число точек и уровень радиоактивности по градациям (табл.3).

Как видим, величины суммарной бета-активности почв выровнены, 90 % находятся в пределах 510 – 586 Бк/кг, т.е. имеют естественный

Таблица 3

Средние показатели бета-радиоактивности почв за 1990-1994 гг.

Регион	Показатели	Градация, Бк/кг			Число пунктов	Примерная площадь, кв. км.
		450-550	551-650	>650		
I. Юго-восток, Варденис	Бк/кг	536	559	686	12	216
	п	2	9	1		
	%	16	75	8		
II. Юг, Цовинар	Бк/кг	535	585	685	22	540
	п	11	10	1		
	%	50	45	4		
III. Юго-запад, Мартуни	Бк/кг	531	586	-	99	432
	п	13	86	-		
	%	13	87	-		
IV. Запад, Еранос, Камо	Бк/кг	532	585	673	73	360
	п	29	41	3		
	%	39	56	4		
V. Запад, Норадуз	Бк/кг	510	583	-	35	180
	п	12	23	-		
	%	34	66	-		
VI. Северо-запад, Севан	Бк/кг	519	572	-	37	192
	п	9	28	-		
	%	24	76	-		
VII. Восток, Шоржа	Бк/кг	539	576	-	20	88
	п	9	12	-		
	%	40	60	-		

радиоактивный фон. Только 2% пунктов показали повышенный (более 650 Бк/кг) уровень бета-активности. Доля калия составила примерно 49-90 % от суммарной бета-активности.

В сводных образцах почв за 1990-1994 гг., объединенных по отдельным регионам, гамма-спектральным методом определяли содержание ^{137}Cs и ^{226}Ra (табл.4)

Таблица 4

Содержание ^{137}Cs и ^{226}Ra в почво-грунтах бассейна оз. Севан, 1990-1994 гг.

Регион объединенных образцов	^{137}Cs , Бк/кг	Ra, Бк/кг	В % от бета-активности (650 Бк/кг)	
			^{137}Cs	Ra
Юго-запад, р-он Цаккара, N456-447	58.6	44.0	9.0	6.7
Запад, Норадуз N372-336	29.6	47.7	4.5	7.3
Северо-запад N324-330	57.0	не опр.	8.7	-
Восточный берег, Артаниш, N1475-1478	22.0	26.4	3.4	4.1

Приведенные данные показывают, что в образцах из Норадуза и Артаниша содержание ^{137}Cs почти вдвое ниже, чем в других регионах. В основном это песчанистые грунты прибрежных отложений, обладающих большой фильтрационной способностью. Два других образца представлены в основном черноземными почвами. Доля ^{137}Cs составила 3,4-9,0 % от суммарной бета-активности.

В 2003 году в южном и юго-западном побережьях оз.Севан в 7-и пунктах были сделаны прикопки по обе стороны дороги на расстоянии около 50 м, на целинных почвах и старых обнаженных грунтах. В табл.5 приведено описание образцов, взятых как с пахотных почв, так и с обнаженных, задерненных грунтов. Содержание гумуса во всех образцах колебалось в пределах 4,7-10,3 %. Из 14 образцов повышенный уровень бета-активности отмечен в 5-и образцах – 702-764 Бк/кг. Повышенный фон в песчаных грунтах объясняется наличием в них мхов – уровень ^{137}Cs колебался в пределах от 95,5 до 138 Бк/кг в образцах почв, 21,5-85,8 Бк/кг – на целинных участках, 54,2 Бк/кг – на пашне

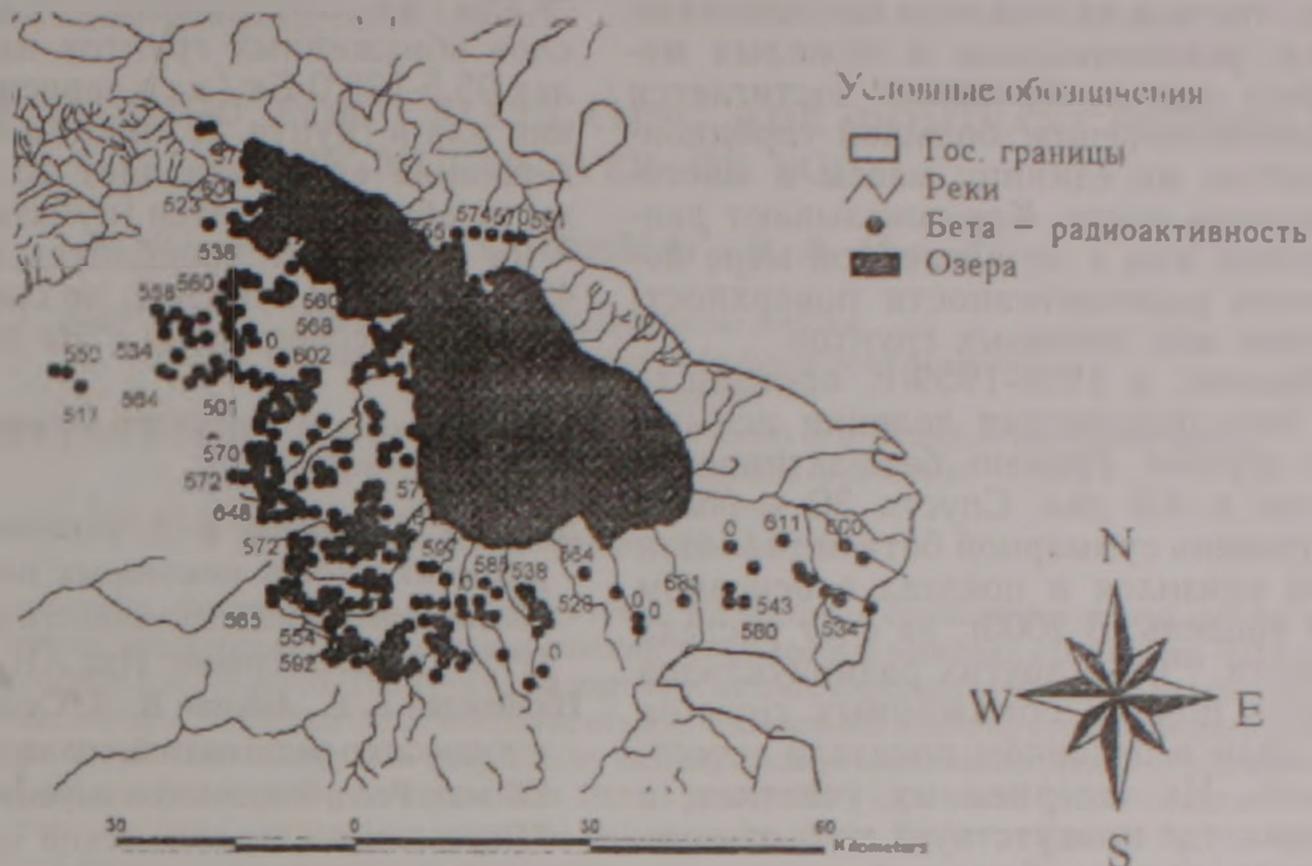
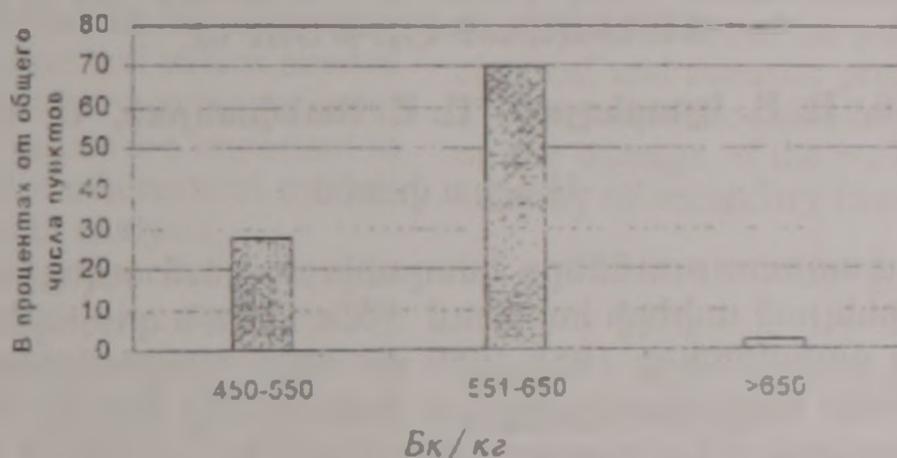


Рис.1. Бета-радиоактивность почв Севанского бассейна, Бк/кг, 1990-1994 гг.

Гистограмма распределения бета-активности



Повышенное содержание радия наблюдается в районе Лчашена, где также наблюдается низкое содержание Th-232 – 2,2-7,9 Бк/кг.

Таблица 5

Результаты анализа образцов почв, взятых в 2003 г.

Прикопка. N	Глубина, см	Гумус, %	Бк/кг				
			Σβ-активность	¹³⁷ Cs	% от Σβ	²²⁶ Ra	% от Σβ
1. Мартуни. Старое обнажение	0-5	4.7	738	130.0	17.6	97.0	13
	5-15	5	718	26.0	3.6	75.0	10.4
	15-25	4.8	-	не обн.	-	57.0	-
2. В 1км от пункта 1 в направлении к г.Гавару. Целина	0-5	6.7	702	21.5	3.1	43.5	6.2
	5-10	8.2	656	30.4	4.8	27.1	4.3
	10-25	-	656	23.1	13.5	-	-
3. В 13км, целина	0-10	-	743	85.8	11.5	37.9	5.1
4. В том же районе. Песчаный, задерненный грунт.	0-15	-	764	65.0	8.5	-	-
5. Норадуз Пашня.	0-15	8.2	676	54.2	8.0	31.0	4.6
6. Лчашен. Старое обнажение. Задерненный грунт.	0-5	7.7	662	138.0	20.8	32.7	5.0
	5-15	-	685	49.5	7.8	36.8	5.8
	15-25	-	659	не обн.	-	32.6	4.9
7. Там же, лес.	0-5	6.7	680	95.5	14.0	20.1	3.0
	5-15	-	684	28.1	4.1	42.9	6.3
	15-25	-	618	24.5	3.9	23.8	3.8

Известно, что мхи отличаются способностью к накоплению радионуклидов и тяжелых металлов. Эффект аккумуляции достигается воздушным типом питания, большой сорбционной поверхностью на единицу массы и многолетним характером роста. Как показывают данные, напочвенные мхи в определенной мере повышают уровень радиоактивности поверхностного слоя почвы или песчаных грунтов.

Таким образом, в 1958-1959 гг. произошло загрязнение почв продуктами деления испытаний ядерного оружия. Уровень бета-активности почв повысился в 4-8 раз. Спустя 30 и более лет, в 1994 г. уровень суммарной бета-активности почв бассейна снизился и показал в основном естественный уровень. В 2003 г. за счет распада и миграции части ^{137}Cs и других радионуклидов бета-активность почв и обнаженных грунтов бассейна оз. Севан в основном показала естественный уровень. На задерненных участках, а также на почвах, где присутствует мох, отмечается повышение уровня бета-активности до

764 Бк/кг. Содержание ^{137}Cs в поверхностном слое обнаженных грунтов находилось в пределах 95,5-138,0 Бк/кг в зависимости от присутствия мха в грунте. В нижнем слое (15-25 см) содержание его составляет 23,1-24,5 Бк/кг или же не обнаруживается (пункты 1,6). Содержание ^{226}Ra в грунтах колеблется в пределах 20,1-43,5 Бк/кг. В пункте 1, по сравнению с другими пунктами, содержание ^{226}Ra повышенное.

ЛИТЕРАТУРА

- Давтян Г. С., Ананян В. Л. Естественная бета- и гамма-радиоактивность некоторых почв Армении. В кн.: Исследования радиоактивности почв Армянской ССР (1958-1960 гг.). Ереван: Изд. АН АрмССР, 1963, 61 с.
- Налбандян А. Г., Ананян В. Л. Суммарная β -активность – индикатор радиоактивного загрязнения почв. В кн.: Сб. мат. Республиканской научно-практ. конференции "Перспективы экологической науки на рубеже XXI века". Изд. ЕГУ, 2000, с.24-28.

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ՀԱՐԱՎԱՅԻՆ ԵՎ ԱՐԵՎԵԼՅԱՆ ԱՓԵՐԻ ՀՈՂԵՐԻ ՌԱԳԻՈԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ

Վ. Լ. Անանյան, Ա. Ա. Կյուրեղյան, Ա. Ա. Ստեփանյան, Ա. Գ. Նալբանդյան

Ա ճ ղ ի ո ղ ի ո լ մ

Կատարված հետազոտությունները հնարավորություն տվեցին համադրել Սևանա լճի հարավային և արևելյան ափերի հողերում ^{137}Cs , ^{226}Ra և զումարային β -ակտիվության բաշխման ներկայիս մակարդակը 1958-1959 թթ. հետ: Արդյունքները ցույց տվեցին, որ 1958-1959 թթ. համեմատ ռադիոակտիվության մակարդակը նվազել է 4-8 անգամ: Հողերի մակերևութային շերտում ^{137}Cs -ի պարունակությունը գտնվում է 95,5-138,0 Բք/կգ սահմաններում՝ պայմանավորված մամռի առկայությամբ: Ավելի ցածր շերտերում նրա պարունակությունը տատանվում է 23,1-24,5 Բք/կգ կամ չի հայտնաբերվում: ^{226}Ra պարունակությունը կազմում է 20,1-43,5 Բք/կգ:

SOIL RADIOACTIVITY OF SOUTHERN AND EASTERN COSTS OF LAKE SEVAN

V. L. Ananyan, A. A. Kyureghyan, A.A. Stepanyan, A.G. Nalbandyan

Abstract

Soils of Lake Sevan basin represented subject of our study. The purpose of our investigation was to reveal radioecological situation on this territory. Measurements of gross β -activity and γ -spectrometric analysis to identify ^{137}Cs , ^{226}Ra and other γ -nuclides's concentrations were conducted. The results obtained allowed comparison of present gross β -activity level and ^{137}Cs , ^{226}Ra concentrations distribution with that of 1958-59.

A NEW METHOD FOR CALCULATING THE DOMINANT PERIODS OF MULTILAYER OF SOIL

© 2005 г. E. Y. Khachian*, R. A. Ahmad**

*Institute of Geological Sciences NAS RA,
375019, Yerevan, M. Bagramian ave., 24a, Republic of Armenia,
E-mail: edkhach@sci.am,

**Department of Structural Mechanics, Yerevan State University of Architecture and Construction,
375009, Yerevan, Teryan str., 105, Republic of Armenia,
raedali_2000@yahoo.com
Поступили в редакцию 28.07.2005 г.

After the large earthquake, damage surveys of buildings reveal the quality of construction, ground and soil conditions. Although, the ground and soil conditions are considered in the seismic design codes in numerous countries but still detailed study of the ground and soil conditions are required. The dynamic properties of soils are important in the design and theoretical studies. In view of the importance, we have performed the development of simplified methods of testing dynamic properties of heterogeneous soil foundation, for the division of soils into categories by the magnitude of predominant periods of vibrations and some concepts on the role of soil conditions during seismic effects. Here, a new method is proposed for the measurement of natural periods of soil. We have also discussed a comparison among the various used methods. We have supported our new approach with the solution of transitional equation and have found a good match.

Introduction

The natural periods of vibration of a soil profile are the most significant dynamic parameters involved in response analysis. Not only the numerical values needed for computations, but a comparison between experimentally determined and computed values are important to check the validity of simplified mathematical models which must be necessarily be used in analysis.

The importance of the dominant period as an indication of the dynamic behavior of soils is emphasized by the introduction of this parameter into seismic resistant construction codes. These natural periods are related to the structural damage during a strong earthquake and may significantly alter the soil period. The natural period measurements prior to the construction might make our buildings more stable during earthquake. Analysis of earthquake recordings show, that during the earthquakes at the areas practically with the same epicentral distances, the values of horizontal, vertical and rotatory displacements, velocities and ground accelerations depend on geological sections of the registration site, physical and mechanical strength, deformation and acoustic properties of the subsurface soil. The damage surveys after earthquakes have shown relation of soil conditions and structural construction that the damages are caused either by deposits, slopes, overtiring or by the formation of relative deformations and cracking along the whole body of the building. The soil conditions change the kinematics parameters of seismic effect and the type of damages of buildings and constructions. These conditions should be taken in the seismic codes for better design of buildings.

The main criteria for codes compilation should be the quantitative parameters of soil divisions into categories according to its seismic properties, maximum accelerations of upper layers of soils of different categories and relations of dynamic properties of soils and overgrown buildings.

Periods of vibrations of heterogeneous soil

The top surface soil plays an important role in con-

trolling the performance of buildings during the earthquake. The top surface of the soil transfers the seismic wave energy to the building. On the other hand, kinematic parameters of the soil depend on physical and mechanical and acoustic properties of subsurface layers. The period of the soil vibration is very much dependent on the damage of the building which is related to the velocity of secondary (transverse) wave.

$$T_0 = \frac{4H}{V_s}, \quad (1)$$

where $V_s = \sqrt{G/\rho}$ is the velocity of propagation of transverse waves.

From equation (1), one can get higher depth of the rocky soil which is directly proportional to the value of the dominant period of top soils, e.g. when $H=200\text{m}$ ($V=1000\text{ m/sec}$. for the rock), $T_0=0,8\text{ sec}$. The velocity of propagation of transverse waves V_s is also increased by increasing the depth and, secondly, the total volume of the earth is not affected due to earthquake since the soil is present up to certain depth only. Therefore for bedrock grounds the value H is recommended to take no more than 30-50 m, and for alluvial grounds up to the level of original rock – from 10 to 300 and more meters.

Transitional wave equation

Let us suppose that the foundation of the building consists of several layers. Every layer can be represented by its elastic-plastic properties. Let n be the number of layers, ρ_k , G_k and H_k – density (mass), shear modulus and thickness of k layers respectively (Fig.1).

The origin of reading will be assumed at the point of the upper side of the very top layer and it will be marked by $h_0 = 0$, $h_k = \sum_{i=1}^k H_i$, $h_n = H$ (Khachian, 2000).

The exact solution of the task for the estimation of free vibrations frequency spectrum is in the solution of wave equation of the type

$$\rho_k \frac{\partial^2 U_k}{\partial t^2} - G_k \frac{\partial^2 U_k}{\partial x^2} = 0, \quad k=1, 2, \dots, n, \quad h_{k-1} \leq x \leq h_k. \quad (2)$$

Particular solution of the equation (2) we define as:

$$U_k(x,t) = U_k(x)f(t). \quad (3)$$

Substituting (3) in (2) and dividing the variables, we get:

$$\begin{aligned} U_k''(x) + \lambda_k^2 U_k(x) &= 0 \\ f''(t) + P^2 f(t) &= 0 \\ k &= 1, 2, 3, \dots, n \end{aligned} \quad (4)$$

where n – is the number of layers. P – cyclic frequency of the vibration for the whole system and through λ_k the following is defined:

$$\lambda_k^2 = \frac{P^2 \rho_k}{G_k}. \quad (5)$$

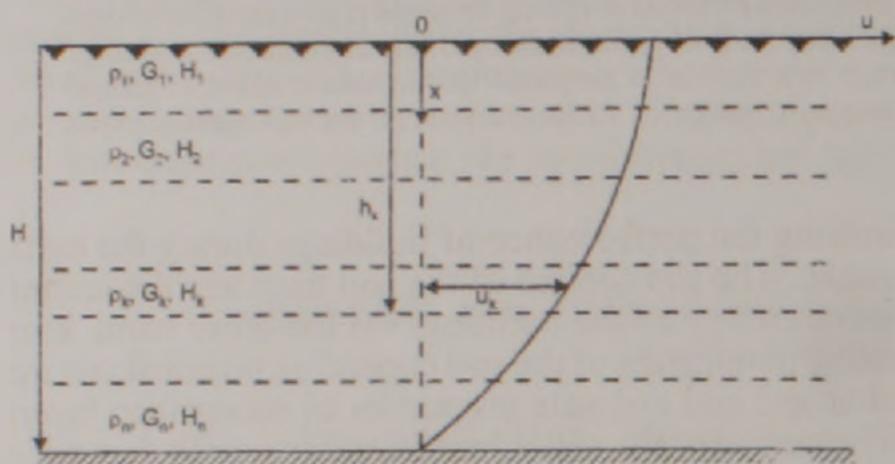


Figure 1: Layered model for estimation of soil's period equation.

The solution of the first equation (4) will be:

$$U_k(x) = A_k \sin \lambda_k x + B_k \cos \lambda_k x. \quad (6)$$

For the definition of $2n$ coefficients A_k , B_k and cyclic frequency P we have two boundary conditions: when

$$x = H, U_k(H) = 0, \text{ and } x = 0, U_k'(0) = 0 \quad (7)$$

and $2n-2$ are the conditions of deflection continuity and

$$n = 3$$

$$\sqrt{\frac{\rho_1 G_1}{\rho_2 G_2}} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_1 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_2 + \sqrt{\frac{\rho_2 G_2}{\rho_3 G_3}} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_2 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_3 + \sqrt{\frac{\rho_1 G_1}{\rho_3 G_3}} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_1 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_3 - 1 = 0 \quad (11)$$

$$n = 4$$

$$\begin{aligned} &\sqrt{\frac{\rho_1 G_1}{\rho_2 G_2}} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_1 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_2 + \sqrt{\frac{\rho_1 G_1}{\rho_3 G_3}} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_1 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_3 + \sqrt{\frac{\rho_1 G_1}{\rho_4 G_4}} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_1 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_4 + \sqrt{\frac{\rho_2 G_2}{\rho_3 G_3}} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_2 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_3 + \\ &+ \sqrt{\frac{\rho_2 G_2}{\rho_4 G_4}} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_2 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_4 + \sqrt{\frac{\rho_3 G_3}{\rho_4 G_4}} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_3 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_4 - \sqrt{\frac{\rho_1 G_1 \rho_3 G_3}{\rho_2 G_2 \rho_4 G_4}} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_1 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_2 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_3 \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} \alpha_4 - 1 = 0 \end{aligned} \quad (12)$$

here

$$\alpha_1 = H_1 \sqrt{\frac{\rho_1}{G_1}}, \quad \alpha_2 = H_2 \sqrt{\frac{\rho_2}{G_2}}, \quad \alpha_3 = H_3 \sqrt{\frac{\rho_3}{G_3}}, \quad \alpha_4 = H_4 \sqrt{\frac{\rho_4}{G_4}}.$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{P} \text{ – free vibrations period of whol system.}$$

A new method

Since, there are no suitable relation which deals with the dynamic properties of multilayer heterogeneous soil

lateral force on the line dividing two next layers:

$$\begin{aligned} U_k(h_k) &= U_{k+1}(h_k) \\ G_k U_k'(h_k) &= G_{k+1} U_{k+1}'(h_k) \\ k &= 1, 2, 3, \dots, n-1 \end{aligned} \quad (8)$$

Substituting equation (6) into the boundary conditions given by equation (7) and into the conditions of continuity (8) we get the system of homogeneous equations for the definition of $2n$ coefficient A_k, B_k and cyclic frequency P :

$$A_n \sin \lambda_n H + B_n \cos \lambda_n H = 0$$

$$A_1 = 0$$

$$\begin{aligned} A_k \sin h_k \lambda_k + B_k \cos h_k \lambda_k &= A_{k+1} \sin h_k \lambda_{k+1} + B_{k+1} \cos h_k \lambda_{k+1} \\ A_k G_k \lambda_k \cos \lambda_k h_k - B_k G_k \lambda_k \sin \lambda_k h_k &= \\ &= A_{k+1} G_{k+1} \lambda_{k+1} \cos \lambda_{k+1} h_k - B_{k+1} G_{k+1} \lambda_{k+1} \sin \lambda_{k+1} h_k \\ k &= 1, 2, 3, \dots, n-1 \end{aligned} \quad (9)$$

Equating the determinant of the system (9) to zero, we obtain the complicated transitional equation in relation to cyclic frequency P . The solution of this equation is significantly complicated by increasing the number of layers. Even for the simple two-layer foundations the exact estimation of dominant periods is connected with the root calculation of the transitional equation (Khachian, 1963; Madera, 1970).

$$\operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} H_1 \sqrt{\frac{\rho_1}{G_1}} \operatorname{tg} \frac{2\pi}{T_0} H_2 \sqrt{\frac{\rho_2}{G_2}} = \sqrt{\frac{\rho_1 \rho_2}{G_1 G_2}}, \quad (10)$$

Similarly we find the solution of transitional equation for 3 and 4 layers as given in (11) and (12) respectively (Khachian, 2000; 2001)

foundation. We have made efforts to develop a suitable equation based on the solution of transitional equation for 2 layers. Let us consider a model consists of 2 layers

as shown in figure 2. The soil period for the first layer is

$$T_1 = \frac{4H_1}{V_1} = 4H_1 \sqrt{\frac{\rho_1}{G_1}} \quad (13.1)$$

The soil period for the second layer is:

$$T_2 = \frac{4H_2}{V_2} = 4H_2 \sqrt{\frac{\rho_2}{G_2}} \quad (13.2)$$

Substituting equations (13.1) and (13.2) in equation (10), the following equation will be estimated:

$$\operatorname{tg} \frac{\pi T_1}{2 T_0} \operatorname{tg} \frac{\pi T_2}{2 T_0} = \frac{\rho_2 H_2 T_1}{\rho_1 T_2 H_1} = \frac{\rho_2 H_2 T_1}{\rho_1 H_1 T_2}$$

Now considering:

$$\frac{\pi T_1}{2 T_0} = x, \quad \frac{H_1}{H_2} = \alpha, \quad \frac{T_1}{T_2} = \beta, \quad T_2 = \frac{T_1}{\beta}, \quad \frac{\rho_2}{\rho_1} = \gamma$$

Considering $\rho_2/\rho_1 \approx 1$, so the final equation will be given as follows:

$$\operatorname{tg} x \operatorname{tg} \frac{x}{\beta} = \frac{\beta}{\alpha} \quad (14)$$

Following simplified equation can be used to esti-

mate period of soil as a function of first layer soil period as follows:

$$T_{0i} = \frac{\pi}{2x_i} T_1 \quad (15)$$

While x_i is the root of transitional equation. Now by knowing the dynamic properties of each layer of any soil profiles, we can very simply calculate the most closest answer to transitional solution. We have computed the ratio of T_{0i}/T_1 versus ratios of first layer period T_1 and second layer period T_2 in the following range $0.025 \leq \beta = T_1/T_2 \leq 25$, with varying 2 layers thicknesses ratios in range $0.025 \leq \alpha = H_1/H_2 \leq 100$, where H_1 and H_2 are the thickness for the first and second layer respectively. The results are shown in figure 2.

To simplify the new adopted method for users a total of $91 \times 64 = 5824$ variants ($\alpha - 91$ and $\beta - 64$) have been used and the roots of transitional equation have been estimated. These data $\pi/2x_i$ or T_{0i}/T_1 have been analyzed to obtain the final simplified equation. The final estimated function takes the following form as given in the following equation (16).

$$\frac{T_{0i}}{T_1} = a \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{-b} \quad \text{or} \quad T_{0i} = a T_1 \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{-b} \quad (16)$$

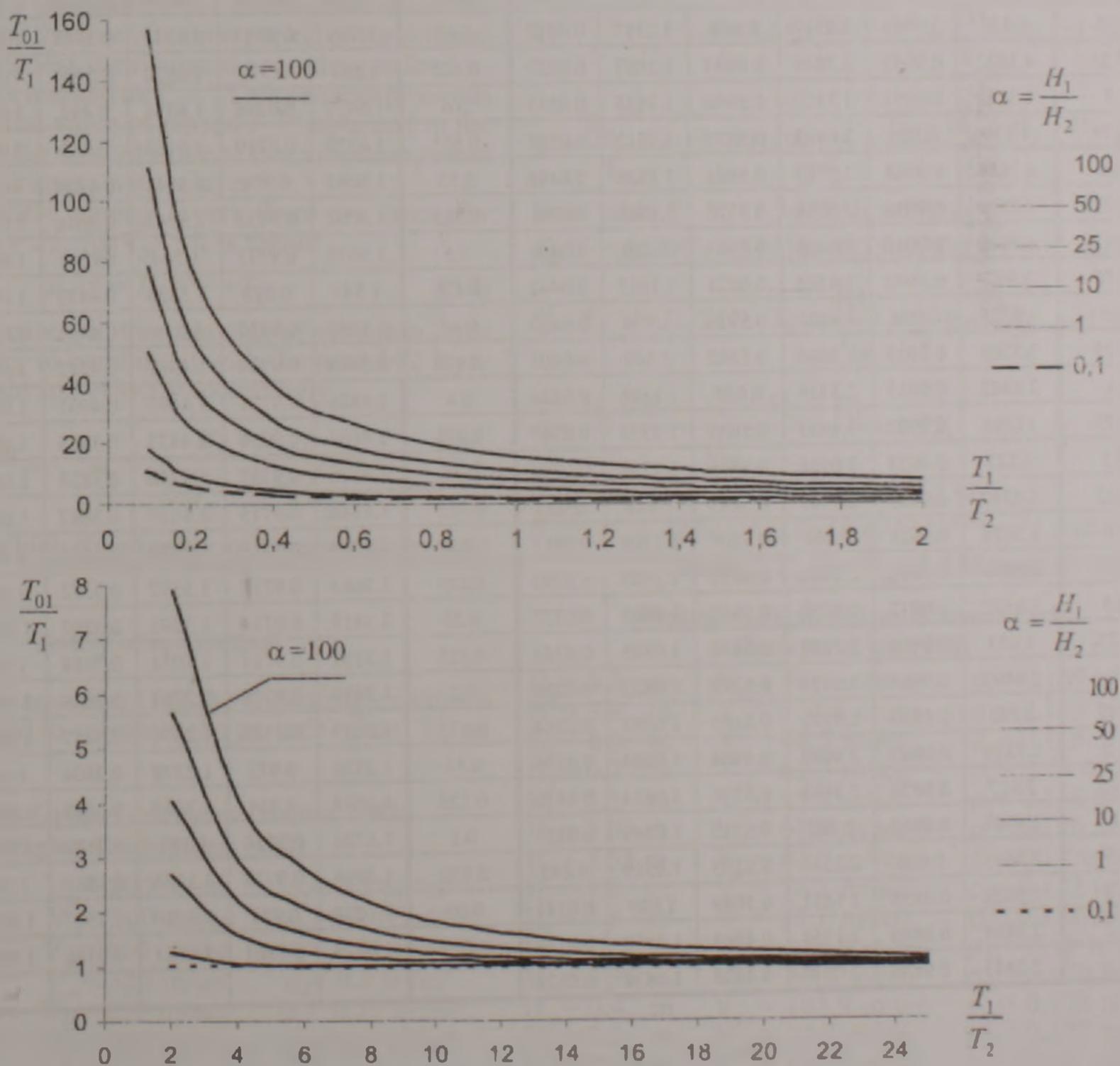


Figure 2 The adopted main curves of 2- layers soil's periods

Table 1: The values of "a" and "b" for calculation of T_{01}/T_1 using equation (16)

$\alpha = \frac{H_1}{H_2}$	a_1	b_1	a_2	b_2	a_3	b_3	$\alpha = \frac{H_1}{H_2}$	a_1	b_1	a_2	b_2	a_3	b_3
100	15.751	0.9995	15.341	0.9404	5.124	0.4654	1.5	2.2314	0.9836	2.0329	0.4697	1.0407	0.0118
90	14.947	0.9995	14.52	0.9344	4.6367	0.4385	1.4	2.1748	0.9829	1.9801	0.4551	1.0381	0.0111
80	14.097	0.9995	13.648	0.9266	4.1578	0.4088	1.3	2.1166	0.9821	1.9263	0.4395	1.0352	0.0102
70	13.192	0.9994	12.727	0.9179	3.6899	0.376	1.2	2.0567	0.9813	1.8711	0.4229	1.0325	0.0095
60	12.387	0.98	11.732	0.9062	3.2355	0.3394	1.1	1.9947	0.9804	1.8147	0.4052	1.0296	0.0086
50	11.166	0.9993	10.649	0.8904	2.7975	0.2986	1	1.9309	0.9794	1.9135	0.5988	1.027	0.0079
25	7.9378	0.9985	7.335	0.8116	1.7993	0.1722	0.975	1.9145	0.9791	1.8974	0.5935	1.0263	0.0077
20	7.1182	0.9982	6.4947	0.779	1.621	0.1419	0.95	1.898	0.9789	1.8808	0.5877	1.0256	0.0075
15	6.1913	0.9976	5.5645	0.7342	1.451	0.1096	0.925	1.8813	0.9786	1.8645	0.5826	1.025	0.0073
10	5.0982	0.9965	4.4781	0.6625	1.2901	0.0751	0.9	1.8645	0.9783	1.8478	0.5768	1.0243	0.0071
9.75	5.05373	0.9964	4.4187	0.6578	1.2824	0.0734	0.875	1.8475	0.9781	1.8312	0.5712	1.0236	0.0069
9.5	4.9758	0.9963	4.3585	0.6529	1.2747	0.0716	0.85	1.8304	0.9778	1.814	0.565	1.0227	0.0066
9.25	4.9134	0.9962	4.2976	0.6479	1.267	0.0698	0.825	1.8131	0.9775	1.7968	0.5586	1.0223	0.0065
9	4.8502	0.9961	4.2363	0.6428	1.2592	0.068	0.8	1.7955	0.9772	1.7794	0.5522	1.0216	0.0063
8.75	4.7861	0.996	4.1738	0.6375	1.2514	0.0662	0.775	1.7778	0.9769	1.7619	0.5456	1.0209	0.0061
8.5	4.7213	0.9959	4.1109	0.632	1.244	0.0644	0.75	1.7601	0.9771	1.744	0.5388	1.0202	0.0059
8.25	4.6554	0.9958	4.0473	0.6263	1.2364	0.0626	0.725	1.7418	0.9762	1.7261	0.5315	1.0194	0.0057
8	4.5886	0.9957	3.983	0.6205	1.2287	0.0608	0.7	1.723	0.976	1.7083	0.5248	1.0189	0.0055
7.75	4.5209	0.9956	3.918	0.6143	1.2213	0.059	0.675	1.7049	0.9756	1.6896	0.5166	1.0181	0.0053
7.5	4.452	0.9954	3.8517	0.608	1.2137	0.0572	0.65	1.686	0.9753	1.6712	0.5088	1.0175	0.0051
7.25	4.3822	0.9953	3.7849	0.6014	1.2057	0.0552	0.625	1.667	0.975	1.6522	0.5004	1.0169	0.005
7	4.3112	0.9951	3.7172	0.5946	1.1986	0.0535	0.6	1.6477	0.9746	1.6331	0.492	1.0162	0.0047
6.75	4.239	0.995	3.6485	0.5875	1.1912	0.0516	0.575	1.6379	0.9719	1.6136	0.483	1.0155	0.0045
6.5	4.1656	0.9948	3.5789	0.5801	1.1836	0.0498	0.55	1.6084	0.974	1.5941	0.4739	1.0148	0.0043
6.25	4.0908	0.9946	3.5084	0.5725	1.1764	0.048	0.525	1.5902	0.9732	1.5745	0.4646	1.0141	0.0042
6	4.0146	0.9944	3.4424	0.5641	1.169	0.0461	0.5	1.5677	0.9733	1.554	0.4543	1.0135	0.004
5.75	3.937	0.9942	3.4584	0.6025	1.1615	0.0442	0.475	1.547	0.973	1.5333	0.4437	1.0128	0.0038
5.5	3.8577	0.994	3.3822	0.5936	1.154	0.0423	0.45	1.5259	0.9727	1.516	0.4461	1.0121	0.0035
5.25	3.7769	0.9937	3.3046	0.5842	1.147	0.0405	0.425	1.5045	0.9724	1.4912	0.4212	1.0114	0.0034
5	3.6942	0.9935	3.3316	0.635	1.1396	0.0386	0.4	1.4826	0.9721	1.4695	0.4091	1.0107	0.0032
4.75	3.6096	0.9932	3.1453	0.5639	1.1324	0.0367	0.375	1.4603	0.9719	1.4473	0.3963	1.0101	0.003
4.5	3.523	0.9928	3.0516	0.5516	1.1252	0.0349	0.35	1.4376	0.9717	1.4248	0.3828	1.0094	0.0028
4.25	3.4342	0.9925	2.9797	0.5413	1.118	0.033	0.325	1.4144	0.9715	1.4017	0.3687	1.0087	0.0026
4	3.3429	0.9921	2.894	0.5289	1.1108	0.0311	0.3	1.3906	0.9714	1.3782	0.3536	1.008	0.0024
3.75	3.2493	0.9916	2.8982	0.5757	1.1037	0.0292	0.275	1.3663	0.9713	1.3537	0.3372	1.007	0.0022
3.5	3.1527	0.9912	2.8052	0.5612	1.0963	0.0272	0.25	1.3413	0.9714	1.3292	0.3207	1.0067	0.002
3.25	3.053	0.9906	2.7103	0.5456	1.0895	0.0253	0.225	1.3157	0.9715	1.3034	0.3018	1.006	0.0018
3	2.9492	0.9901	2.6126	0.5288	1.0823	0.0234	0.2	1.2893	0.9718	1.2769	0.2819	1.0054	0.0016
2.75	2.843	0.9893	2.5121	0.5104	1.0752	0.0214	0.175	1.2619	0.9723	1.2674	0.3057	1.0047	0.0014
2.5	2.7319	0.9885	2.4085	0.4904	1.0684	0.0196	0.15	1.2336	0.973	1.2378	0.2804	1.004	0.0012
2.25	2.617	0.9874	2.3988	0.5571	1.0614	0.0176	0.125	1.2038	0.974	1.2065	0.2518	1.0034	0.001
2	2.4945	0.9865	2.282	0.5315	1.0544	0.0157	0.1	1.1724	0.9756	1.173	0.2188	1.0027	0.0008
1.9	2.4443	0.986	2.2341	0.5205	1.0519	0.015	0.075	1.1394	0.9778	1.1376	0.1816	1.002	0.0006
1.8	2.3929	0.9855	2.1851	0.5089	1.049	0.0141	0.05	1.1032	0.981	1.0986	0.1367	1.0014	0.0004
1.7	2.3405	0.9849	2.1354	0.4965	1.0462	0.0134	0.025	1.0623	0.9861	1.0541	0.0796	1.0006	0.0002
1.6	2.2843	0.9846	2.0846	0.4835	1.0434	0.0126							

The values of a and b for various α are given in table 2, for $T_1/T_2 < 1$ one must use the values of a_1 and b_1 from the table, and for $T_1/T_2 > 1$ – the values of a_2 and b_2 , and for $T_1/T_2 > 1 \leq 25$ – the values of a_1 and b_2 ; finally, for $T_1/T_2 > 25$, $a=1$, $b=0$.

A procedure to define the value of free vibrations period for any thickness with n layers is performed in the following sequence. First of all, according to data from boring or other geotechnical methods on the basis of layers capacities H_k , shear wave velocities V_{sk} or shear modulus G_k and density ρ_k , the free vibration periods of each layer (as homogeneous environment) are determined according to the formula

$$T_k = \frac{4H_k}{V_{sk}}, \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (17)$$

Then, at first it is considered that the thickness consists of the top two layers with their H_1 and H_2 , T_1 and T_2 . Next, by T_1/T_2 relationships for given relationship H_1/H_2 , the values of a and b parameters are determined according to the table 1, and the free vibration period of conditional two-layer thickness (from the first two layers) is calculated according to the formula (16). This period is marked as T_{01}^{1-2} . Further, the top two layers are considered as one equivalent layer with capacity H_1+H_2 and period T_{01}^{1-2} , and it is now considered with the third layer with capacity H_3 and period T_3 . Similarly, by relationships T_{01}^{1-2}/T_3 and $(H_1+H_2)/H_3$ the new values of a and b parameters are determined from the same table 1, and the free vibration period of conditional three-layer thickness is calculated according to the formula (16) and is marked as T_{01}^{1-3} . This process proceeds for all layers. The value of period T_{01}^{1-n} obtained in the last step will be the desired value of free vibration period of the whole thickness with n layers.

In case where among layers there are ones, for which $T_{01}^{k-1}/T_k > 25$, for T_{01}^{1-k} it is taken:

$$T_{01}^{1-k} = T_{01}^{1-(k-1)} + T_k \quad (18)$$

In exceptional cases, in the presence of very thin layer k , it is necessary to combine it with the next $k+1$ layer with given height and velocity accordingly:

$$\bar{H}_k = H_k + H_{k+1}, \quad \bar{V}_{sk} = \frac{H_k + H_{k+1}}{\frac{H_k}{V_{sk}} + \frac{H_{k+1}}{V_{sk+1}}}, \quad (19)$$

as a result of which the number of layers is decreased by one unit.

Testing of new method

To test the equation (16) the following examples have been solved to calculate the periods of soil T_{01} as follows.

Example 1. Gyumri – Armenia (Hajian, 1993; Yegian, Ghahraman, 1992)

$H_1 = 5.5$ m	$V_{s1} = 200$ m/sec	$\rho_1 = 0.2$ ts ² /m ⁴
$H_2 = 7$ m	$V_{s2} = 300$ m/sec	$\rho_2 = 0.2$ ts ² /m ⁴
$H_3 = 12.5$ m	$V_{s3} = 450$ m/sec	$\rho_3 = 0.21$ ts ² /m ⁴
$H_4 = 25$ m	$V_{s4} = 350$ m/sec	$\rho_4 = 0.2$ ts ² /m ⁴
$H_5 = 100$ m	$V_{s5} = 550$ m/sec	$\rho_5 = 0.21$ ts ² /m ⁴
$H_6 = 200$ m	$V_{s6} = 800$ m/sec	$\rho_6 = 0.21$ ts ² /m ⁴

$$1) \quad T_1 = \frac{4H_1}{V_{s1}} = 0.11, \quad T_2 = \frac{4H_2}{V_{s2}} = 0.09333,$$

$$\alpha = \frac{H_1}{H_2} = 0.7857, \quad \beta = \frac{T_1}{T_2} = 1.17857 > 1,$$

from table 1 $a_1 = 1.76939$, $b_1 = 0.5484248$

$$T_{01}^{1-2} = 1.76939 \times 0.11 \times (1.17857)^{0.5484248} = 0.177862 \text{ sec.}$$

$$2) \quad T_{01}^{1-2} = 0.177862, \quad T_3 = \frac{4H_3}{V_{s3}} = 0.1111,$$

$$\alpha = \frac{H_1 + H_2}{H_3} = 1, \quad \beta = \frac{T_{01}^{1-2}}{T_3} = 1.6 > 1,$$

from table 1 $a_2 = 1.9135$, $b_2 = 0.5988$

$$T_{01}^{1-3} = 1.9135 \times 0.177862 \times (1.6)^{0.5988} = 0.2567781 \text{ sec.}$$

$$3) \quad T_{01}^{1-3} = 0.2567786, \quad T_4 = \frac{4H_4}{V_{s4}} = 0.2857143,$$

$$\alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3}{H_4} = 1, \quad \beta = \frac{T_{01}^{1-3}}{T_4} = 0.898725 < 1,$$

from table 1 $a_1 = 1.9309$, $b_1 = 0.9804$

$$T_{01}^{1-4} = 1.9309 \times 0.2567786 \times (0.898725)^{0.9804} = 0.55053 \text{ sec.}$$

$$4) \quad T_{01}^{1-4} = 0.55053, \quad T_5 = \frac{4H_5}{V_{s5}} = 0.7272727,$$

$$\beta = \frac{T_{01}^{1-4}}{T_5} = 0.7569788 < 1, \quad \alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4}{H_5} = 0.5,$$

from table 1 $a_1 = 1.5677$, $b_1 = 0.9733$

$$T_{01}^{1-5} = 1.5677 \times 0.55053 \times (0.7569788)^{0.9733} = 1.1317 \text{ sec.}$$

$$5) \quad T_{01}^{1-5} = 1.1317, \quad T_6 = \frac{4H_6}{V_{s6}} = 1, \quad \beta = \frac{T_{01}^{1-5}}{T_6} = 1.1317,$$

$$\alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{H_6} = 0.75,$$

from table 1 $a_2 = 1.744$, $b_2 = 0.5388$

$$T_{01}^{1-6} = 1.744 \times 1.1317 \times (1.1317)^{0.5388} = 1.8464 \text{ sec.}$$

Finally $T_{01}^{1-6} = T_{01} = 1.8464 \text{ sec}$

Example 2 Mexico City – Alameda Park (Butcher et al, 1988)

$H_1 = 5.5$ m	$V_{s1} = 76.9$ m/sec	$\rho_1 = 0.169$ ts ² /m ⁴
$H_2 = 3.6$ m	$V_{s2} = 114.4$ m/sec	$\rho_2 = 0.153$ ts ² /m ⁴
$H_3 = 6.6$ m	$V_{s3} = 48.5$ m/sec	$\rho_3 = 0.119$ ts ² /m ⁴
$H_4 = 0.7$ m	$V_{s4} = 62.3$ m/sec	$\rho_4 = 0.18$ ts ² /m ⁴
$H_5 = 3.3$ m	$V_{s5} = 55.2$ m/sec	$\rho_5 = 0.118$ ts ² /m ⁴
$H_6 = 3.85$ m	$V_{s6} = 61.0$ m/sec	$\rho_6 = 0.126$ ts ² /m ⁴
$H_7 = 3.55$ m	$V_{s7} = 62.5$ m/sec	$\rho_7 = 0.12$ ts ² /m ⁴
$H_8 = 1.9$ m	$V_{s8} = 76.7$ m/sec	$\rho_8 = 0.122$ ts ² /m ⁴
$H_9 = 4.4$ m	$V_{s9} = 77.7$ m/sec	$\rho_9 = 0.119$ ts ² /m ⁴
$H_{10} = 4.7$ m	$V_{s10} = 148.9$ m/sec	$\rho_{10} = 0.18$ ts ² /m ⁴
$H_{11} = 3.35$ m	$V_{s11} = 87.0$ m/sec	$\rho_{11} = 0.129$ ts ² /m ⁴
$H_{12} = 0.4$ m	$V_{s12} = 105.9$ m/sec	$\rho_{12} = 0.178$ ts ² /m ⁴
$H_{13} = 3.3$ m	$V_{s13} = 93.8$ m/sec	$\rho_{13} = 0.127$ ts ² /m ⁴
$H_{14} = 2.45$ m	$V_{s14} = 138.4$ m/sec	$\rho_{14} = 0.13$ ts ² /m ⁴

$$1) T_1 = \frac{4H_1}{V_{s1}} = 0.286086, T_2 = \frac{4H_2}{V_{s2}} = 0.125874, \alpha = \frac{H_1}{H_2} = 1.52778, \beta = \frac{T_1}{T_2} = 2.2728,$$

from table 1 $a_2 = 2.05, b_2 = 0.47$

$$T_{01}^{1-2} = 2.05 \times 0.286086 \times (2.2728)^{-0.47} = 0.39872 \text{ sec.}$$

$$2) T_{01}^{1-2} = 0.39872, T_3 = \frac{4H_3}{V_{s3}} = 0.54433, \alpha = \frac{H_1 + H_2}{H_3} = 1.37879, \beta = \frac{T_{01}^{1-2}}{T_3} = 0.7325,$$

from table 1 $a_1 = 2.17, b_1 = 0.9828$

$$T_{01}^{1-3} = 2.17 \times 0.39872 \times (0.7325)^{0.9828} = 1.155678 \text{ sec.}$$

$$3) T_{01}^{1-3} = 1.155678, T_4 = \frac{4H_4}{V_{s4}} = 0.0449438, \alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3}{H_4} = 22.42857, \beta = \frac{T_{01}^{1-3}}{T_4} = 25.966 > 25,$$

accepting:

$$T_{01}^{1-4} = T_{01}^{1-3} + T_4 = 1.155678 + 0.0449438 = 1.200616 \text{ sec.}$$

$$4) T_{01}^{1-4} = 1.200616, T_5 = \frac{4H_5}{V_{s5}} = 0.23913043, \beta = \frac{T_{01}^{1-4}}{T_5} = 5.02076, \alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4}{H_5} = 4.97,$$

from table 1 $a_2 = 3.33, b_2 = 0.635$

$$T_{01}^{1-5} = 3.33 \times 1.200616 \times (5.02076)^{-0.635} = 1.435 \text{ sec.}$$

$$5) T_{01}^{1-5} = 1.435, T_6 = \frac{4H_6}{V_{s6}} = 0.25246, \beta = \frac{T_{01}^{1-5}}{T_6} = 5.68417, \alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{H_6} = 5.1169,$$

from table 1 $a_2 = 3.338, b_2 = 0.587$

$$T_{01}^{1-6} = 3.338 \times 1.435 \times (5.68417)^{-0.587} = 1.72722 \text{ sec.}$$

$$6) T_{01}^{1-6} = 1.72722, T_7 = \frac{4H_7}{V_{s7}} = 0.2272, \beta = \frac{T_{01}^{1-6}}{T_7} = 7.6022, \alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6}{H_7} = 6.633,$$

from table 1 $a_2 = 3.61615, b_2 = 0.5875$

$$T_{01}^{1-7} = 3.61615 \times 1.72722 \times (7.6022)^{0.5875} = 1.91755 \text{ sec.}$$

$$7) T_{01}^{1-7} = 1.91755, T_8 = \frac{4H_8}{V_{s8}} = 0.09909, \beta = \frac{T_{01}^{1-7}}{T_8} = 19.3516 > 10, \alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7}{H_8} = 14.263,$$

from table 1 $a_1 = 1.4273, b_1 = 0.1045$

$$T_{01}^{1-8} = 1.4273 \times 1.91755 \times (19.3516)^{-0.1045} = 2.008168 \text{ sec.}$$

$$8) T_{01}^{1-8} = 2.008168, T_9 = \frac{4H_9}{V_{s9}} = 0.2265, \beta = \frac{T_{01}^{1-8}}{T_9} = 8.86608, \alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8}{H_9} = 6.591,$$

from table 1 $a_2 = 3.60423, b_2 = 0.5828$

$$T_{01}^{1-9} = 3.60423 \times 2.008168 \times (8.86608)^{0.5828} = 2.028965 \text{ sec.}$$

$$9) T_{01}^{1-9} = 2.028965, T_{10} = \frac{4H_{10}}{V_{s10}} = 0.12626, \beta = \frac{T_{01}^{1-9}}{T_{10}} = 16.07 > 10,$$

$$\alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + H_9}{H_{10}} = 7.1064,$$

from table 1 $a_3 = 1.20162, b_3 = 0.05422$

$$T_{01}^{1-10} = 1.20162 \times 2.028965 \times (16.07)^{-0.05422} = 2.09726 \text{ sec.}$$

$$10) T_{01}^{1-10} = 2.09726, T_{11} = \frac{4H_{11}}{V_{s11}} = 0.154023, \beta = \frac{T_{01}^{1-10}}{T_{11}} = 13.6165 > 10,$$

$$\alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + H_9 + H_{10}}{H_{11}} = 11.3731,$$

from table 1 $a_1 = 1.33429, b_1 = 0.08457$

$$T_{01}^{1-11} = 1.33429 \times 2.09726 \times (13.6165)^{-0.08457} = 2.24385 \text{ sec.}$$

$$11) T_{01}^{1-11} = 2.24385, T_{12} = \frac{4H_{12}}{V_{s12}} = 0.0151, \beta = \frac{T_{01}^{1-11}}{T_{12}} = 148.6 > 25,$$

$$\alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + H_9 + H_{10} + H_{11}}{H_{12}} = 103.625,$$

accepting:

$$T_{01}^{1-12} = T_{01}^{1-11} + T_{12} = 2.24385 + 0.0151 = 2.25895 \text{ sec.}$$

$$12) T_{01}^{1-12} = 2.25895, T_{13} = \frac{4H_{13}}{V_{s13}} = 0.140725, \beta = \frac{T_{01}^{1-12}}{T_{13}} = 16.0522 > 10,$$

$$\alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + H_9 + H_{10} + H_{11} + H_{12}}{H_{13}} = 12.682$$

from table 1 $a_1 = 1.3764, b_1 = 0.0936$

$$T_{01}^{1-13} = 1.3764 \times 2.25895 \times (16.0522)^{-0.0936} = 2.3978 \text{ sec.}$$

$$13) T_{01}^{1-13} = 2.3978, T_{14} = \frac{4H_{14}}{V_{s14}} = 0.070809, \beta = \frac{T_{01}^{1-13}}{T_{14}} = 33.863 > 25,$$

$$\alpha = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + H_9 + H_{10} + H_{11} + H_{12} + H_{13}}{H_{14}} = 8.42857$$

accepting:

$$T_{01}^{1-14} = T_{01}^{1-13} + T_{14} = 2.3978 + 0.070809 = 2.4686 \text{ sec.}$$

$$\text{Finally } T_{01}^{1-14} = T_{01} = 2.4686 \text{ sec.}$$

Table 2

Relationship among T_{01}, T_{02} and T_{03} for 2 layers when $V_2 = 800$ & $V_1 \leq 800$ ($V_1/V_2 \leq 1$)

V_1	$\frac{H_1}{H}$	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
50	T_{01}/T_{02}	1.88	2.71	2.96	3.05	3	3.02	3.00	2.95	2.99	3.12	3
	T_{01}/T_{03}	3.15	3.25	5.15	5.07	4.94	4.99	5.00	4.92	5.10	5.20	5
100	T_{01}/T_{02}	1.54	1.69	3.27	2.87	2.98	2.99	3.00	3	3.00	2.99	3
	T_{01}/T_{03}	3.48	3.37	5.27	3.73	4.77	4.98	4.99	5.00	5.00	5	5
150	T_{01}/T_{02}	1.99	1.67	1.77	2.39	2.87	2.97	2.98	2.99	2.99	3	3
	T_{01}/T_{03}	3.43	3.67	3.53	3.43	3.92	4.73	4.95	4.99	5	5	5
200	T_{01}/T_{02}	2.42	1.92	1.79	2.09	2.62	2.91	2.98	2.99	3	3	3
	T_{01}/T_{03}	3.56	3.62	3.79	3.57	3.64	5.57	4.83	4.98	4.99	5	5
400	T_{01}/T_{02}	2.94	2.74	2.52	2.22	2.27	2.50	2.88	2.94	2.99	3	3
	T_{01}/T_{03}	4.6	4.14	4.00	4.18	4.13	4.01	4.2	4.65	4.98	5	5
600	T_{01}/T_{02}	2.98	2.95	2.87	2.68	2.58	2.61	2.71	2.87	2.96	3	3
	T_{01}/T_{03}	4.9	4.76	4.56	4.47	4.56	4.54	4.46	4.57	4.82	5	5
700	T_{01}/T_{02}	3	2.97	2.93	2.84	2.75	2.72	2.79	2.9	2.96	3	3
	T_{01}/T_{03}	5	4.89	4.77	4.67	4.74	4.70	4.67	4.70	4.88	5	5

Table 2

Relationship among T_{01} , T_{02} and T_{03} for 2 layers when $V_1 = 800$ & $V_2 \leq 800$ ($V_1/V_2 \geq 1$)

V_2	$\frac{H_1}{H}$	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	1
		50	T_{01}/T_{02}	3.02	3.06	3.13	3.34	3.66	4.09	4.68	5.55	6.97	10.06
	T_{01}/T_{03}	5.09	5.24	5.45	6.02	6.76	7.73	8.99	10.8	20.44	17.64	24.5	5
100	T_{01}/T_{02}	3.02	3.06	3.13	3.34	3.65	4.08	4.67	5.52	12.79	8.55	6.41	3
	T_{01}/T_{03}	5.09	5.24	5.45	6.01	6.75	7.70	8.96	10.71	26.57	20.8	12.3	5
150	T_{01}/T_{02}	3.02	3.06	3.13	3.34	3.65	4.07	4.64	5.46	6.65	6.13	4.64	3
	T_{01}/T_{03}	5.09	5.23	5.44	6	6.73	7.67	8.87	6.65	9.51	10.22	8.87	5
200	T_{01}/T_{02}	3.02	3.12	3.12	3.33	3.63	4.04	4.60	5.35	6.06	4.87	3.85	3
	T_{01}/T_{03}	5.08	5.23	5.44	5.98	6.70	11.1	8.68	8.99	8.06	9.06	7.19	5
400	T_{01}/T_{02}	3.01	3.05	3.11	3.29	3.54	6.73	4.19	4.26	6.73	3.30	3.07	3
	T_{01}/T_{03}	5.07	5.02	5.38	5.85	6.40	8.73	6.44	6.34	8.73	5.89	5.28	5
600	T_{01}/T_{02}	3.01	3.03	3.07	3.20	3.52	3.51	3.54	3.41	3.21	3.04	3.00	3
	T_{01}/T_{03}	5.05	5.14	5.27	5.57	7.72	5.61	5.56	5.71	5.59	5.18	5.03	5
700	T_{01}/T_{02}	3.00	3.02	3.05	3.14	3.24	3.30	3.29	3.2	3.09	3.01	3.00	3
	T_{01}/T_{03}	5.03	5.10	5.19	5.36	5.39	5.32	5.34	5.41	5.28	5.06	5.01	5

Table 3

Calculated predominant periods $T_{01} = \frac{4H}{V_1} k_1$ for the first 30th m when ($V_2 = 800$ & $V_1 \leq 800$)
and correction factors k_1

V_1	$\frac{H_1}{H}$	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
		25	k_1	1.63	3.22	4.82	6.42	8.01	9.61	12.40	16.02	19.19	22.42
50	k_1	1.04	1.66	2.45	3.24	4.04	4.94	6.34	8.02	9.61	11.06	13.08	14.22
100	k_1	1.00	1.07	1.34	1.70	2.09	2.48	3.27	4.56	4.84	5.63	6.42	7.20
150	k_1	0.99	1.01	1.09	1.27	1.49	1.73	2.24	2.75	3.26	3.78	4.30	4.81
200	k_1	0.99	1.00	1.03	1.11	1.24	1.39	1.75	2.11	2.49	2.86	3.24	3.62
300	k_1	0.99	0.99	1.03	1.02	1.06	1.13	1.30	1.51	1.74	1.97	2.18	2.43
400	k_1	0.99	0.99	0.99	1.00	1.01	1.04	1.13	1.25	1.39	1.53	1.69	1.84
500	k_1	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.05	1.11	1.20	1.29	1.39	1.49
600	k_1	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	1.01	1.04	1.08	1.14	1.20	1.26
700	k_1	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	1.04	1.07	1.10

Table 3

Calculated predominant periods $T_{01} = \frac{4H}{V_2} k_2$ for the first 30th m when ($V_1 = 800$ & $V_2 \leq 800$)
and correction factors k_2

V_2	$\frac{H_1}{H}$	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95
		25	k_2	32.15	32.3	32.4	32.4	32.31	32.15	31.5	30.3	28.4	25.72	21.9
50	k_2	16.08	16.14	16.2	16.2	16.16	16.07	15.74	15.13	14.2	12.87	10.96	8.08	5.85
100	k_2	8.04	8.07	8.09	8.09	8.08	8.02	7.78	7.57	7.11	6.45	5.51	4.1	3.02
150	k_2	5.36	5.38	5.39	5.04	5.39	5.36	5.25	5.06	4.76	4.33	3.71	2.8	2.12
200	k_2	4.02	4.03	4.05	4.05	4.04	4.02	3.95	3.8	3.59	3.3	2.83	2.2	1.69
300	k_2	2.68	2.69	2.7	2.7	2.7	2.7	2.64	2.55	2.42	2.23	1.96	1.57	1.32
400	k_2	2	2.02	2.03	2.03	2.03	2.02	1.99	1.93	1.85	1.72	1.55	1.31	1.17
500	k_2	1.61	1.16	1.62	1.62	1.62	1.62	1.6	1.57	1.51	1.43	1.31	1.17	1.09
600	k_2	1.33	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.32	1.29	1.24	1.17	1.09	1.05
700	k_2	1.15	1.15	1.16	1.16	1.17	1.17	1.16	1.15	1.14	1.11	1.08	1.04	1.02

It is known that for homogeneous basis for vibration periods of second and third modes the ratios are:

$$T_2 = \frac{T_1}{3}, \quad T_3 = \frac{T_1}{5}. \quad (20)$$

On the example of two-layer basis the relationships T_1/T_2 and T_1/T_3 for heterogeneous basis with common capacity $H=H_1+H_2=30m$ have been determined at various H_1/H and V_{s1}/V_{s2} relationships. The obtained results are presented on table 2 and show that the relationships (20) vary sharply, when $H_1/H < 0.4$ at $V_{s1} < V_{s2}$ and when $H_1/H > 0.5$ at $V_{s1} > V_{s2}$.

The influence of a very thin layer on the periods of all system has been also investigated. It is shown that if the thickness of a thin layer is less than $0.05H$ and it is located in the upper part of a thickness (the first layer) its influence can be neglected. The influence of a thin layer is essential if it is located in the lower part of a thickness. For these two arrangements of a thin layer all correction factors k_1 and k_2 have been calculated by equation (10) depending on H_1/H and V_{s1}/V_{s2} , which results are shown on table 3.

The carried out calculations have shown that at identical values of V_{s1} and H_1/H , the vibration periods of two-layer basis with V_{s2} equal to $800m/sec$ or $1000m/sec$ almost do not differ from each other. It indirectly testifies that the lower limit of transverse waves velocity for soils of I category by seismic properties can be accepted equal to $V_{s1}=800 m/sec$.

CONCLUSIONS

- The new method to define the predominant period of multilayered soil thickness is developed by its sequential reduction to two-layer thickness. The practical application of the method is shown on two examples with $n=6$ and $n=14$ number of layers.

- It is shown that the relationships T_1/T_2 and

T_1/T_3 essentially differ from 3 and 5, when $H_1/H < 0.4$, $V_{s1} < V_{s2}$ and when $H_1/H > 0.5$, $V_{s1} > V_{s2}$.

- The analysis of dynamic characteristics of 30-meter standard basis with shear wave velocities of the lower layer equal to $800m/sec$ or $1000m/sec$ has shown that at $H_1/H > 0.4$ the distinction between the predominant periods is negligible. Therefore, the value of $V_{s1}=800m/sec$ can be considered as the lower limit for soils of I category.

REFERENCES

- Butcher G., Hopkins D., Jury R., Massey W., McKay G., McVerr G. The September 1985 Mexico Earthquakes: Final Report of the New Zealand Reconnaissance Team. Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering, vol.21, N1, March, 1988, pp.3-30.
- Hadjian A.H. The Spitak, Armenian Earthquake of 7 december 1988 - why so much destruction. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 12, 1993, pp.1-24.
- Khachian E. Applied Seismology. "Gitutijun" publisher, Yerevan, 2001, 312p. (in Armenian).
- Khachian E. On the Dominant Periods the Ground Vibrations during the Earthquake. "Seismostojkoe Stroitel'stvo. Bezopasnost' Sooruzheniy" Scientific and Technical Journal, Moscow, 2000, N4, pp.10-15 (in Russian).
- Khachian E. Some applied problems of the Theory of Building Seismic Resistance. Yerevan, 1963, p.128. (in Russian).
- Madera G. Fundamental period and amplification of Peak Acceleration in Layered Systems. Research report R70-37, Chapter 2 June 1970. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts 02139, pp.27-77.
- Yeghian M.K., Ghahraman V.G. The Armenian Earthquake of December 1988. Northeastern University, Boston, Massachusetts. October, 1992, p.216.

ԲԱԶՄԱՇԵՐՏ ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՀԻՄՆԱՏԱԿԻ ԳԵՐԱԿՇՈՒՈՂ ՊԱՐԲԵՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿՄԱՆ ՆՈՐ ԵՂԱՆԱԿ

Է. Ե. Խաչիյան, Ռ. Ա. Ահմադ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածը նվիրված է բազմաշերտ գրունտային հիմնատակի (նկ.1) ազատ տատանումների պարբերությունների հաշվարկման նոր եղանակի մշակմանը՝ նպատակ ունենալով խուսափել բարձր աստիճանի դետերմինանտների ձևով ներկայացվող հաճախությունների սրանսցենդենտ հավասարումների արմատների որոնումները համակարգիչի օգնությամբ: Եղանակի էությունը կայանում է նրանում, որ բազմաշերտ հիմնատակը հաջորդաբար բերվում է երկշերտանի հիմնատակի, որի համար ստացված է հաճախությունների (պարբերությունների) (10) ճշգրիտ սրանսցենդենտ հավասարումը: Այդ հավասարման համար ստացվել են արմատների մեծությունները H_1/H_2 և T_1/T_2 արժեքների բոլոր հնարավոր 5824 տարբերակների դեպքում: Ստացված արդյունքների հիման վրա երկշերտ հիմնատակի տատանման առաջին ձևի T_{01} պարբերության համար ստացված է (16) բանաձևը, որի մեջ մտնող a և b գործակիցների արժեքները բերված են աղյուսակ 1-ում ($T_1/T_2 < 1$ դեպքում օգտագործվում են a_1 և b_1 արժեքները; $1 < T_1/T_2 < 25$ - a_2 և b_2 արժեքները և $T_1/T_2 > 25$ դեպքում a_3 և b_3 արժեքները):

Ցանկացած ո բվով շերտերով հիմնատակի ազատ տատանումների պարբերության մեծության որոշման գործընթացը իրականացվում է հետևյալ հաջորդականությամբ: Սկզբում հորատացման կամ այլ գեոտեխնիկական եղանակներով որոշվում են

կտրվածքի բոլոր շերտերի H_k հզորությունները, G_k սարքի մոդուլի արժեքները, ρ_k խտությունները և V_{sk} սարքի ալիքի տարածման արագությունները և տվյալ շերտի պայմանական պարբերությունները $T_k = 4H_k/V_{sk}$, $k=1,2,\dots,n$ բանաձևով: Այնուհետև ընդունում ենք, որ հիմնատակը բաղկացած է միայն վերին երկու շերտերից՝ իրենց H_1 , H_2 և T_1 , T_2 արժեքներով: Աղյուսակ 1-ից T_1/T_2 և H_1/H_2 հարաբերություններով որոշվում են a և b գործակիցների արժեքները և (16) բանաձևի օգնությամբ որոշում պայմանական երկշերտանի հիմնատակի պարբերությունը՝ նշանակելով այն T_{01}^{1-2} : Հաջորդ քայլում վերին երկու շերտերը միասին դիտարկվում է որպես մեկ պայմանական շերտ T_{01}^{1-2} պարբերությամբ ու $H_1 + H_2$ հզորությամբ և այն դիտարկվում երրորդ T_3 պարբերությամբ և H_3 հզորությամբ շերտի հետ: Այժմ նման ձևով T_{01}^{1-2}/T_3 և $(H_1 + H_2)/H_3$ հարաբերությունների հիման վրա օգտվելով նույն աղյուսակից և (16) բանաձևից որոշվում է առաջին երեք շերտերից բաղկացած պայմանական հիմնատակի T_{01}^{1-3} պարբերությունը: Այս գործընթացը հաջորդաբար շարունակվում է հիմնատակի բոլոր շերտերի համար: Վերջին փուլում ստացված T_{01}^{1-n} արժեքը ընդունվում է որպես ամբողջ n -շերտանոց հիմնատակի ազատ տատանման պարբերության իրական մեծություն: Հոդվածի 45-47 էջերում որպես օրինակ բերված են 6 (Գյումրի) և 14 (Մեխիկո) շերտանի հիմնատակերի պարբերությունների որոշման հաշվարկումները:

НОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕОБЛАДАЮЩИХ ПЕРИОДОВ МНОГОСЛОЙНОГО ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ

Э. Е. Хачиян, Р. А. Ахмад

Резюме

Статья посвящена разработке нового метода определения периода свободных колебаний многослойного грунтового основания (рис.1). Цель метода – избежать определения с помощью компьютера корней трансцендентных частотных уравнений в виде детерминантов высоких порядков. Сущность метода заключается в последовательном приведении многослойного основания к двухслойному, для которого в зависимости от всевозможных отношений H_1/H_2 и T_1/T_2 5824 вариантов вычислены все корни трансцендентного частотного уравнения (10). Результаты этих вычислений приведены на рис.2, в табл.1, а их аналитическая интерпретация – согласно формуле (16).

Процедура определения значения периода свободных колебаний для любой толщи с n слоями производится в следующей последовательности. Сначала по данным бурения или других геотехнических методов на основании мощностей слоев H_k , скоростей волн сдвига V_{sk} , модулей сдвига G_k и плотностей ρ_k определяются периоды свободных колебаний каждого слоя (как однородной среды) по формуле $T_k = 4H_k/V_{sk}$.

Затем, сначала считается, что толщина состоит из верхних двух слоев со своими H_1 и H_2 и T_1 и T_2 . По отношениям T_1/T_2 , для данного отношения H_1/H_2 согласно таблице 1, определяются значения параметров a и b и по формуле (16) вычисляется период свободного колебания условной двухслойной толщи (из первых двух слоев). Этот период обозначается через T_{01}^{1-2} . Далее, верхние два слоя рассматриваются как один эквивалентный слой с мощностью $H_1 + H_2$ и периодом T_{01}^{1-2} и рассматривается уже с третьим слоем с мощностью H_3 и периодом T_3 . Аналогичным образом, по отношениям T_{01}^{1-2}/T_3 и $(H_1 + H_2)/H_3$ по той же таблице 1 определяются новые значения параметров a и b и по той же формуле (16) вычисляется период свободных колебаний условной трехслойной толщи, который обозначается T_{01}^{1-3} . Этот процесс продолжается для всех слоев. Полученное в последнем этапе значение периода T_{01}^{1-n} и будет искомое значение периода свободных колебаний всей толщи с n слоями. На страницах 45-47 статьи в качестве примеров приведена процедура определения периодов для 6-ти – (Гюмри) и 14-тислойных оснований (Мехико).

ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ԵՐԿՐԱՄԱՍԳՆԻՍԱԿԱՆ ՆԱԽԱՆՇԱՆՆԵՐԻ ՄՏԱՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ

© 2006 թ. Ս. Ռ. Հովհաննիսյան, Կ. Կ. Պետրոսյան

Северный департамент агентства "Национальной службы сейсмической защиты" УЧС РА
377510, г. Гюмри, ул. В. Саркисяна, 5а, Республика Армения
E-mail: ndnssp@shirak.am
Поступила в редакцию 22.12.2005 г.

Առաջարկվում է բանաձև, որի օգնությամբ նախօրոք կարելի է հաշվել սպասվող երկրաշարժի երկրամագնիսական նախանշանի մեծությունը: Այդ հիմքի վրա ճշտված են նախանշանների ի հայտ գալու օրինաչափությունները կապված երկրաշարժերի հետ:

Բացահայտված են օրինաչափ կապեր երկրամագնիսական դաշտի պարամետրերի և կազմավորվող օջախների պարամետրերի հետ:

Ներածություն

Մինչև այժմ եղած սլատկերացումները տեկտոնական երկրաշարժերի երկրամագնիսական նախանշանների մասին հենվում են տեկտոնամագնիսական տեսության վրա, ըստ որի տեկտոնական առածգական լարումների փոփոխությունը երկրակեղևում առաջ է բերում ալյարների մնացորդային մագնիսականության փոփոխություն, որը երկրի մակերևույթի վրա դիտվում է լոկալ ժամանակավոր անոմալիաների տեսքով (Рикк-таке, 1979; Сковородкин, 1985; Паркинсон, 1986): Երկրամագնիսական նախանշաններն ուսումնասիրող բոլոր հետազոտողների մոտ տեկտոնամագնիսական էֆեկտը ներկայացվում է որպես մոնոտոն աճող, կամ նվազող կորի տեսքով, որը հասնելով իր աճման կամ նվազման էքստրեմալ կետին փոփոխվում է իր սկզբնական գործընթացին հակառակ: Նմանատիպ պատկերացումները ստիպում են երևույթները դիտել ստատիկ տեսանկյունից: Նման մոտեցումն անբավարար է և թերի, քանզի անտեսվում է երևույթի դինամիկ կողմը: Այդ պարզ պատճառով ուսումնասիրվել է տեկտոնամագնիսական էֆեկտի կազմավորման ստատիկ և դինամիկ հստակությունները գործընթացի ամբողջության մեջ, որը հնարավորություն է տվել անջատել տեկտոնամագնիսական էֆեկտի փոփոխական և հաստատուն բաղադրիչներն իրարից:

Տեկտոնամագնիսական դաշտի վարքի ուսումնասիրությունները 1994-2005թթ. ժամանակահատվածում թույլ են տալիս հայտնաբերել այդ դաշտի բազմաթիվ յուրահատկություններ, որոնք մինչ այդ անհայտ էին:

Դաշտի վարքագիծն ուսումնասիրելիս առանձնանում են տարբեր հաճախականությամբ և ամպլիտուդային արժեքներով հարմոնիկ փոփոխություններ: Դրանցից շատերը, սրունք նախորդում են սեյսմիկ իրադարձությունների ընդունվում են որպես տվյալ իրադարձության նախանշան: Նման մոտեցումը թույլ է տալիս տեկտոնամագնիսական դաշտի բազմաբնույթ փոփոխություններից անջատել շատ, ակնհայտ երևացող երկրաշարժերի նախանշաններն, այն էլ այն դեպքում, երբ հետազոտողն ունի բազմաթիվ տարիների փորձ և գիտական ինտուիցիա: Այդպիսի մեթոդը սովորաբար օպտիմալ չէ, դժվար է ընկալվում այլ մասնագետների կողմից և պրակտիկ չէ սեյսմիկ պաշտպանության խնդիր-

ների լուծման համար: Այդ պատճառով էլ ծնվում է անհրաժեշտություն ստեղծել այնպիսի մեթոդ, որը թույլ կտա ցանկացած հերթապահ օպերատորին ինքնուրույն հայտնաբերել երկրամագնիսական նախանշանը, որն անհրաժեշտ է սպասվող սեյսմիկ վտանգի արագ գնահատման համար:

Երկրաշարժերի օջախային գոտիներում առածգական տեկտոնական լարումներով լիցքավորման և լիցքաթափման գործընթացներն անընդհատ են, պայմանավորված երկրակեղևում գործող ռեգիոնալ լարումների փոփոխության անընդհատությամբ, որը նրանում որոշակի անհամասեռ ներքին ծավալներում ստեղծում է առավել մեծ արժեքով գործող դոմինանտ լարումներ, կոնսոլիդացնելով այդ ծավալները (ապագա երկրաշարժերի օջախային գոտիներ): Այս վարկածը հնարավոր է այնքանով, որքանով որ այն բխում է Ռեյդի, Դոբրովոլսկու, Կոստրովի և ուրիշների տեկտոնական երկրաշարժերի օջախների մոդելներում ներկայացված օջախների կազմավորման գործընթացի ֆիզիկական և երկրաբանական պատկերացումներից (Reid, 1911; Костров, 1975; Добровольский, 1991):

Առաջնորդվելով այդ պատկերացումներով և հիմնվելով տեկտոնամագնիսականության հիմնական սկզբունքների վրա փորձ է արվել առանձնացնել յուրաքանչյուր կազմավորվող երկրաշարժի օջախին համապատասխանող տեկտոնամագնիսական էֆեկտի, կամ որ միևնույն է երկրամագնիսական նախանշանի ամպլիտուդային արժեքը:

1. Երկրամագնիսական նախանշանների հայտնաբերման մեթոդական թերությունները և դրանց վերացման միջոցները

Տեկտոնական երկրաշարժը դա երկրակեղևում որևէ հարթությամբ դինամիկ զարգացող խզումն է, որը ձևավորվում է այդ խզումից շատ ավելի մեծ գծային չափսեր ունեցող կոնսոլիդացված ծավալում (Добровольский, 1991):

Մինչև գլխավոր հարվածը, այսինքն մինչև գլխավոր խզումը կոնսոլիդացիոն ծավալի կենտրոնական մասում առաջանում են բազմաթիվ տարբեր հզորությամբ ճեղքեր (երկրաշարժեր տարբեր մագնիտուդների), որոնք հետագայում միավորվելով կազմում են գլխավոր երկրաշարժի խզվածքը, որի մագնիտուդը ամենամեծն է մինչ այդ եղածներից (Նկ.1):

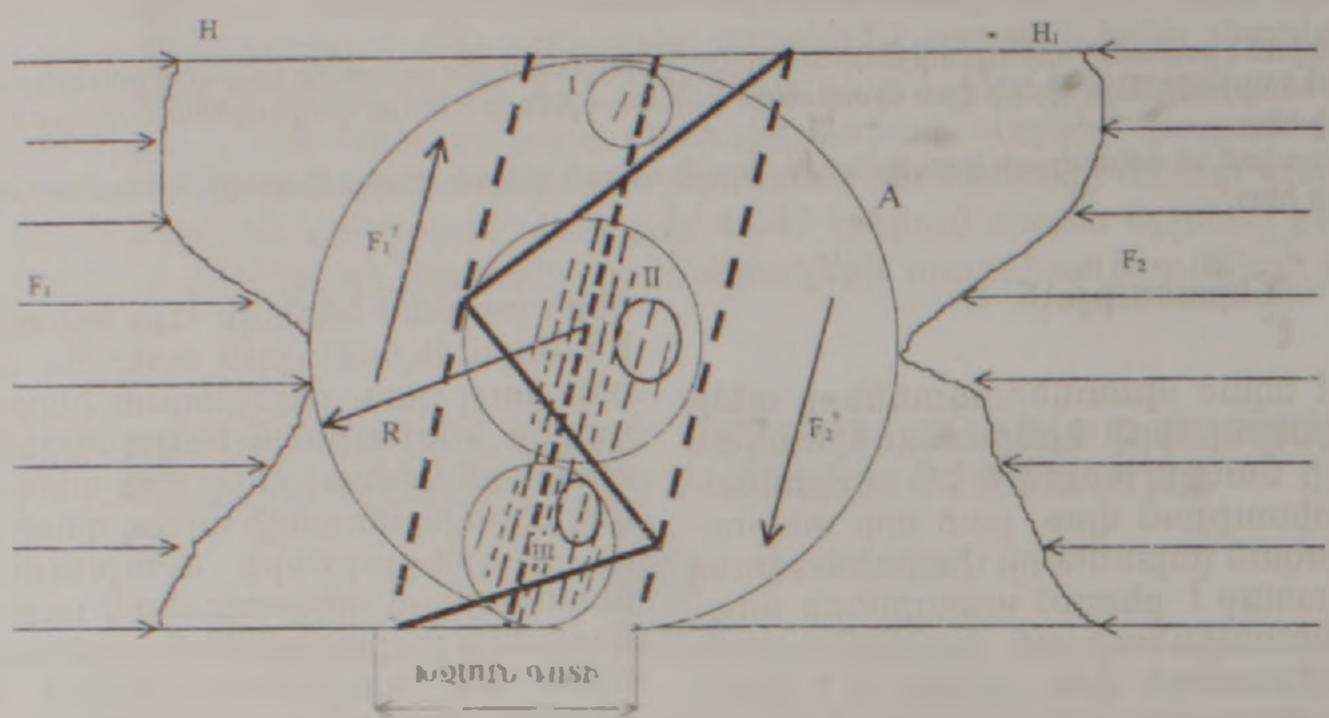
(F_1 և F_2)-ը ռեգիոնալ գործող ուժերն են: (F_1' և F_2')-ը խզումը զարգացնող ուժերն են: հոծ գծերը բաժանում են իրարից կառչման մեջ գտնվող ծավալները; (I, II և III)-ը նկ.2-ում ներկայացված նախանշաններին համապատասխանող կազմավորվող օջախներն են:

Ճեղքագոյացման կամ ներքին սահիքի գործընթացը սկսվելուց առաջ յուրաքանչյուր երկրաչարժի օջախում (օրինակ նկ.1-ում I; II; III) առաջ

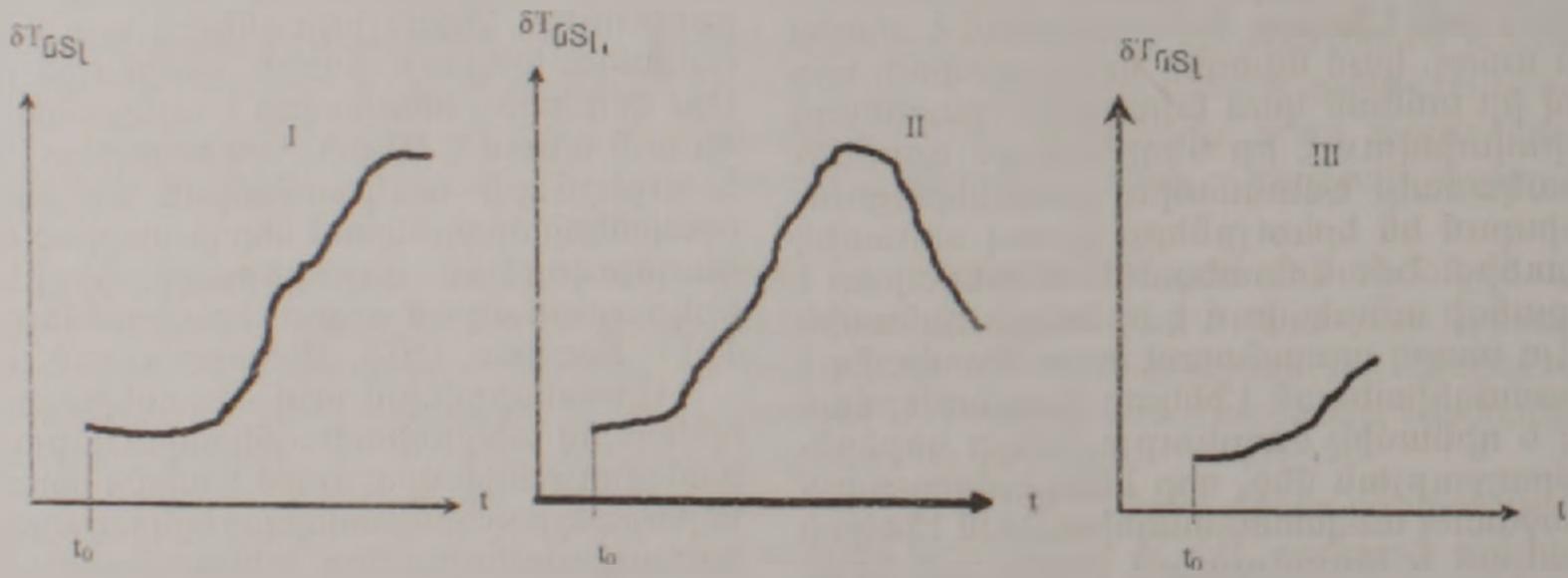
են գալիս տեկտոնամագնիսական էֆեկտներ, որոնք միմյանց նկատմամբ ժամանակի մեջ գտնվում են իրենց զարգացման տարբեր փուլերում (նկ.2):

Այդ փուլերում գտնվող էֆեկտները վերադրված ձևով գրանցվում են մագնիսաչափական կայանի կողմից և ստացվում է՝

$$\sum_{n=1}^I \delta T_n = \delta T_1 + \delta T_2 + \delta T_3 + \dots + \delta T_I \quad (1)$$



Նկ 1. Երկրակեղևի ուղղաձիգ կտրվածքի խզման գոտում



Նկ.2. Նույն ժամանակահատվածում տարբեր օջախների կազմավորման տեկտոնամագնիսական էֆեկտի զարգացման փուլերը:

Մեր խնդիրը կայանում է այս գոմարի մեջ մտնող առանձին գոմարելիների անջատումը իրարից, որից հետո կարելի կլինի ուսումնասիրել հետևյալ ֆունկցիոնալ կախվածությունները:

$$\delta T_1 = f(M_1); \delta T_2 = f(M_2); \dots \delta T_n = f(M_n).$$

Տեկտոնամագնիսական դաշտի և երկրաչարժերի օջախների պարամետրերի միջև եղած կորելյացիոն կապը հնարավորություն է տալիս հայտնաբերել օջախների կազմավորման գործընթացները (Оганесян, Саргсян, 1999): Այդ աշխատանքում երկրաչարժերի օջախների հայտնաբերման մեթոդիկան ունի մի շարք թերություններ, որոնք սահմանափակում են ուսումնասիրվող երկրաչարժերի քանակը: Հայտնաբերվում են այն երկրաչարժերի օջախների կազմավորման գործընթացները, որոնք տեղի են ունենում:

չարժերի օջախների կազմավորման գործընթացները, որոնք տեղի են ունենում:

1. տեկտոնամագնիսական դաշտի թմբածև փոփոխության մինիմումի պահին, երբ դաշտի արժեքները վերադառնում են նախնական մակարդակին,

2. սեյսմիկ իրադարձությունների հաճախականության ցածր մակարդակի ժամանակ, երբ բացակայում են միաժամանակ գրանցվող նույն մագնիտուդով երկրաչարժերը,

3. երկու և ավել մագնիսաչափական կայաններում տեկտոնամագնիսական էֆեկտի գրանցման դեպքում:

Այս սահմանափակումները թույլ չեն տալիս ուսումնասիրել՝

1. տեկտոնամագնիսական դաշտի օրական դինամիկան, որը հնարավորություն կտա անջատելու այդ դաշտի փոփոխական և հաստատուն բաղադրիչները,

2. $M \leq 3$ մագնիտուդով, մագնիսաչափական կայանին մոտ (մինչև 20 կմ) գտնվող երկրաշարժերի օջախների առաջացրած ավելի մեծ էֆեկտները, քան հեռու (մեծ 20 կմ-ից) գտնվող $M > 3$ մագնիտուդով երկրաշարժերի օջախներինը,

3. օջախների մագնիտուդների և տեկտոնամագնիսական էֆեկտների ամպլիտուդների միջև հայտնաբերված օրինաչափությունը, հաստատել այն տվյալների վիճակագրությամբ,

4. տարածության և ժամանակի մեջ իրար մոտ գտնվող օջախների երկրամագնիսական նախանշանները, դրանք իրարից անջատելու համար:

Շարադրված փաստերից հետևում է. որ կոնկրետ կազմավորվող օջախին համապատասխանող երկրամագնիսական նախանշանն իր իրական արժեքով տեկտոնամագնիսական դաշտի վարիացիայից անջատելու համար անհրաժեշտ է լուծել հետևյալ խնդիրները:

1. Անջատել տեկտոնամագնիսական դաշտի դինամիկ (փոփոխական) բաղադրիչը նրա հաստատուն մասից:

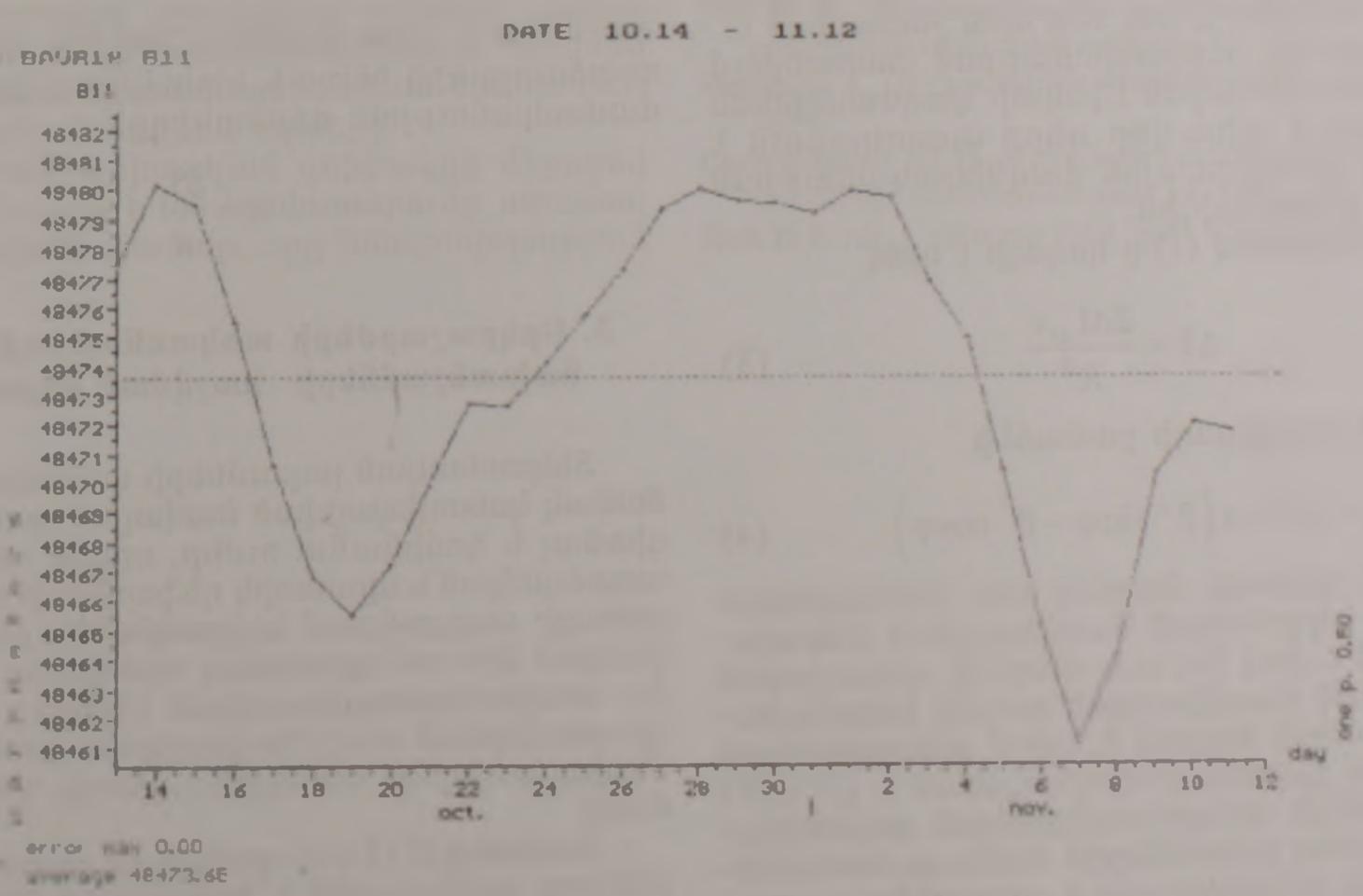
2. Տեկտոնամագնիսական վարիացիայից անջատել նախանշան ներկայացնող փոփոխությունները:

3. Գնահատել կազմավորվող օջախի ազդեցության չափը մագնիսաչափական կետի տարածքում կազմավորվող տեկտոնամագնիսական էֆեկտի ամպլիտուդի վրա կախված այդ կետի օջախից ունեցած հեռավորությունից և մագնիտուդից:

4. Գտնել օրինաչափ կապ տեկտոնամագնիսական դաշտի արժեքների դինամիկայի և օջախների մագնիտուդների արժեքների միջև:

2. Տեկտոնամագնիսական դաշտի հատկությունները

Պինդ մարմնի ֆիզիկայում հաստատված դեֆորմացիաների և լարումների փոփոխության վերաբերյալ օրենքը, որի համաձայն մարմնի ներքին ծավալում ճեղքագոյացման կամ ներքին չոր սահքի երևույթները կազմավորվում են շունենալով ժամանակային խիստ հերթականություն կիրառելի է երկրակեղևի համար, եթե հաշվի է առնվում նրա անհամասեռությունը (Кузнецова, 1969; Рац. Чернышев, 1970. Журков и др., 1990): Դա նշանակում է, որ տեկտոնական լարումների աճի պրոցեսում երկրակեղևում հնարավոր են առաձգական լարումների կուտակումներ գուգորդված սլաքատիկ դեֆորմացիաներով, որոնք համաձայն տեկտոնամագնիսականության տեսության, դաշտի մեջ առաջ են բերում արժեքների աճ և անկում համապատասխանաբար: Այդ գործընթացը կարող է տեղի ունենալ երկրակեղևի մեջ տարբեր տեղերում ժամանակի մեջ անկանոն դասավորությամբ, ինչը արդեն բարդացնում է կոնկրետ նախանշանի անջատումը: Այսպիսի փոփոխությունը գումարվում է երկրի մագնիսական դաշտին և մակերևույթի վրա պիտվում առանձին դաշտի՝ տեկտոնամագնիսական դաշտի ձևով, որը կախված երկրակեղևում լարումների աճից և անկումից սկզբում աճում է, կայունանում և հետո նվազում: Այդ փոփոխության միջինացված կորը թմբած է, որի միջին արժեքից մեծ և փոքր արժեքների հաջորդականությունը ժամանակի մեջ, տարբեր ամպլիտուդաներով և հաճախականությամբ կազմում է տեկտոնամագնիսական դաշտի դինամիկան (նկ.3): Թմբած միջինացված կորն ունի ամպլիտուդի սրույնի հաստատուն մեծություն, որը կախված է սվյալ թմբած փոփոխության ընթացքում



Նկ.3. Տեկտոնամագնիսական վարիացիայի տիպական ակտիվ փուլը:

տեղի ունեցած երկրաշարժերի քանակից և ամպլիտուդից: Նմանատիպ բմբաձև փոփոխությունները տարիների ընթացքում հաջորդում են մեկը մյուսին ստեղծելով ժամանակի մեջ որոշակի ամպլիտուդահաճախային քվազիհարմոնիկ վարիացիա:

Թմբաձև փոփոխություններն առանձնանում են մեկը մյուսից և մնացած այլ պարբերությամբ տեկտոնամագնիսական վարիացիաներից սկզբում և վերջում ամպլիտուդի շեշտադրված կարճատև (2-6օր) միմիմումներով, որոնք հասնում են 30-40ՆՏլ-ի: Մենք ցույց ենք տվել, որ սկզբում դիտվող դաշտի արժեքների կտրուկ աճը և վերջում նմանատիպ կտրուկ անկումը համապատասխանում են կոնկրետ որևէ սեյսմիկ ակտիվ ցիկլի սկզբին և ավարտին (Оганесян, 2004):

Եթե հաշվի առնենք ապարների պլեզոմագնիսական հատկությունների ուսումնասիրության արդյունքները. (Оганесян и др., 1984: Сковородкин, 1985), ապա միանշանակ կարելի է ասել, որ տեկտոնամագնիսական դաշտի նկարագրված փոփոխությունները, որոնք կորելացվում են տեկտոնական երկրաշարժերի օջախների պարամետրերի հետ ցանկացած պահի արտացոլում են ուսումնասիրվող տարածաշրջանում երկրակեղևում տեկտոնական լարումների փոփոխությունը, ժամանակի մեջ առաջ ընկնելով օջախի կազմավորման գործընթացից:

Երկրակեղևի մեջ ցանկացած գնդաձև ծավալով և I_0 մնացորդային մագնիսականությամբ երկրաբանական մարմնի վրա տեկտոնական առաձգական լարումների ազդեցության ժամանակ կազմավորվում է տեկտոնամագնիսական էֆեկտ, որի մեծությունը հաշվվում է հետևյալ՝ ձևով՝

$$\Delta T = \frac{2\Delta M}{R^3} \quad (2)$$

որտեղ ΔM -ը այդ երկրաբանական մարմնի մագնիսական մոմենտն է, իսկ R -ը նրա շառավիղն է:

Հայաստանի Հանրապետության տարածքում տեկտոնամագնիսական էֆեկտի կազմավորման գործընթացում գլխավոր դերը պատկանում է ապարների մնացորդային մագնիսականության ինդուկտիվ բաղադրիչին:

Այդ պատճառով (1)-ը կարելի է գրել՝

$$\Delta T = \frac{2\Delta I_{ni} v}{R^3} \quad (3)$$

Համաձայն Կապիցայի բանաձևի

$$\Delta I_{ni} = \chi_0 T \Delta \sigma (\beta^+ \sin \varphi - \beta^- \cos \varphi) \quad (4)$$

որտեղ χ_0 -ն գնդաձև մարմնի մեջ տեղադրված ապարների սկզբնական մագնիսական ընկալունակությունն է, իսկ T -ն այդ մարմնի տեղադրված վայրում Երկրի մագնիսական դաշտի ինդուկցիայի լրիվ վեկտորի մոդուլն է, $\Delta \sigma$ -ն տեկտոնական առաձգական լարման փոփոխությունն է, (β^+ և β^-) այդ ապարների պլեզոմագնիսական գործակիցներն են գործող լարումներին համապատասխանող ուժերին ուղղահայաց և զուգահեռ ուղղություններով, φ -ն \vec{T} վեկտորով և տեկտոնական լարումներին համապատասխանող ուժերի արդյու-

նարար վեկտորով կազմված անկյունն է:

(2) և (3)-ից կստանանք՝

$$\Delta T_{ni} = 8\chi_0 T \Delta \sigma (\beta^+ \sin \varphi - \beta^- \cos \varphi) \quad (5)$$

Ինչպես երևում է ստացվածից տեկտոնամագնիսական էֆեկտի մեծությունը կախված է հիմնականում տեկտոնական լարումների փոփոխությունից:

(5)-ի մեջ մտնող մնացած մեծությունները դիտարկման կեսում հաստատուն են: Ելնելով դրանից միշտ կարելի է գրել $\Delta T \sim f(\Delta \sigma)$

Մինչև երկրաշարժի պահի տեկտոնական լարման փոփոխությունը մենք չենք կարող չափել: Այն ստացվում է միայն անջատված սեյսմիկ էներգիան հաշվելուց հետո, որի համար որպես էներգետիկական պարամետր հանդիսանում է կամ երկրաշարժի դասը (K) կամ մագնիստոդր (M), որոնք տեկտոնական լարման հետ գտնվում են ուղիղ համեմատական կապի մեջ: Ելնելով դրանից և հաշվի առնելով ΔT -ի մեծության հակադարձ համեմատական կապը երկրաշարժի օջախից ունեցած հեռավորությունից կարելի է գրել

$$\delta T \sim \frac{M}{R} \quad \text{կամ} \quad \delta T = a \frac{M}{R} \quad (6)$$

a -ն համեմատականության գործակիցն է, որի չափման միավորը համաձայն (6)-ի ՆՏլ.կմ-ն է: Եթե տվյալ կայանում գրանցված տեկտոնամագնիսական էֆեկտը արտացոլում է երկրակեղևում տեկտոնական լարումների փոփոխության պատկերը, ապա a գործակիցը պետք է կայանի համար լինի հաստատուն:

Նշանակենք $M/R = n$ և անվանենք մագնիսաչափական կետի վրա սեյսմիկ ազդեցության գործակից՝

$$\delta T = an$$

δT -ն և n -ը միշտ կարելի է հաշվել սեյսմիկ իրադարձությունից հետո և հետևաբար հաշվել համեմատականության գործակիցը՝

$$a = \frac{\delta T}{n} \quad (7)$$

3. Երկրաշարժերի տեկտոնամագնիսական նախանշանների հաշվման մեթոդիկան

Տեկտոնական լարումների փոփոխության ժամանակ կոնսոլիդացված ծավալում գործում են ռեզիոնայ և դոմինանտ ուժեր, որոնք ստեղծում են առաձգական և պլաստիկ դեֆորմացիա: Այս գործընթացի արդյունքում երկրակեղևից մագնիսաչափական կետում գրանցվող օգտակար ազդանշանը՝ տեկտոնամագնիսական էֆեկտը հասնում է կազմավորման տարբեր փուլերում գտնվող օջախներից տարբեր ամպլիտուդների գումարային ձևով:

Համաձայն (1) -ի օջախային գոտու ստեղծած էֆեկտը գումարային է, հետևաբար հնարավոր չէ իրական արժեքներով անջատել յուրաքանչյուր օջախին համապատասխանող տեկտոնամագնիսական էֆեկտի աճը և անկումը: Այդ պարզ պատ-

ճառով (1) գումարը դիտարկվում է միայն մոդուլային արժեքներով:

(1) – գումարի յուրաքանչյուր անդամին համապատասխանում է որոշակի ազդեցության գործակից (n): Հետևաբար (1)-ի գումարային էֆեկտը ստեղծած ազդեցությունը կլինի՝

$$\sum_{k=1}^l = n_1 + n_2 + \dots + n_l \quad (8)$$

համաձայն (7)-ի (1) –ից և (8) ից կարելի է գրել

$$a = \frac{\sum_{k=1}^l |\delta T_k|}{\sum_{k=1}^l n_k} \quad (9)$$

(9)-ով հաշվվել են «Բավրա», «Դյուլագարակ» և «Արթիկ» մագնիսաչափական կայանների, 1994-2000թթ. ժամանակահատվածի տվյալներով *a* գործակիցները:

Դրանք յուրաքանչյուր կայանի համար հաստատուն են՝

$$a_{\text{Բ}} = 31.91 \text{ նՏլ}; \quad a_{\text{Դ}} = 58.44 \text{ նՏլ}; \quad a_{\text{Ա}} = 64.11 \text{ նՏլ} \quad (1)$$

Ունենալով տվյալ կայանի հաստատունը միշտ կարելի է հաշվել տեղի ունեցած ցանկացած երկրաչարժի տեկտոնամագնիսական էֆեկտը:

a-հաստատուն գործակիցը տրամաբանորեն կանվանենք տվյալ մագնիսաչափական կետի տեկտոնամագնիսական հաստատուն:

Եզրակացություն

Նկարագրված մեթոդիկայով հնարավոր է ոչ միայն հաշվարկել արդեն տևող ունեցած երկրաչարժերի երկրամագնիսական նախանշաններն, այլև օգտագործելով տեկտոնամագնիսական գործակիցը նախօրոքը գրանցված անոմալ փոփոխությամբ ստանալ սպասվող կոնկրետ սեյսմիկ իրադարձության երկրամագնիսական նախանշանի բացարձակ մեծության արժեքը:

Տեկտոնամագնիսական գործակիցի միջուցով արդեն հնարավոր է (6) հավասարումը ստանալ կոնկրետ կայանի համար, որը հնարավորություն

կտա ունեցած հարուստ վիճակագրությամբ կատարել ապրոկսիմացիա երկրաչարժերի տեկտոնամագնիսական նախանշանների և նրանց համապատասխանող մագնիտոդներին միջև, ստանալ $\delta T = f(R)$ ֆունկցիոնալ կախվածությունը ցանկացած *M* մագնիսոդի համար: Դա հնարավորություն կտա նախօրոք գնահատել սպասվող սեյսմիկ վտանգի կարգը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Добровольский И.П. Теория подготовки тектонического землетрясения. М., 1991, 224 с.

Журков Ф.Н., Куксенко В.С., Петров В.А. Концентрационный критерий объемного разрушения твердых тел. В кн. Физические процессы в очаге землетрясения. М.: Наука, 1980, с.78-87.

Костров Б.В. Механика очага тектонического землетрясения. М.: Наука, 1975, 176 с.

Кузнецова К.И. Закономерность разрушения упруго-вязких тел и некоторые возможности приложения их к сейсмологии. М.: Наука, 1969, 88 с.

Оганесян С.Р. Оценка текущей сейсмической опасности на основе изучения динамики геомагнитного поля. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. докт. геол. наук. Ереван: ИГН НАН РА, 2004, 50 с.

Оганесян С.Р., Хачикян Г.В., Симонян А.О., Шахмендян К.В. Магнитоупругий эффект при изгибе базальтовых балок. Изв. АН. АрмССР, Науки о Земле, 1984, №5, с.61-66.

Оганесян С.Р., Саргсян Г.В. Гаспарян В.Р., Хачатрян К.К. Зависимость интенсивности локальной временной аномалии геомагнитного поля от энергетического класса, эпицентрального расстояния землетрясений. В сб. научных тр. конф. 12-14 октября 1999г. Изд. Гитутюн, НАН РА, Гюмри, 1999, с.207-212.

Паркинсон У. Введение в геомагнетизм М.: Мир, 1986, 527 с.

Раи М.В., Чернышев С.М. Трещиноватость и свойства трещиноватых горных пород. М.: Недра, 1970, 164 с.

Рижитаке Т. Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1979, 388 с.

Сковородкин Ю.П. Изучение тектонических процессов методами магнитометрии. М. 1985, 196 с.

Reid H.F. *publ. California Publ. Bul. Dept. Geol.*, 6, 413, 1911.

МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ГЕОМАГНИТНЫХ ПРЕДВЕСТНИКОВ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

С. Р. Оганесян, К. К. Петросян

Резюме

Изучено поведение тектономагнитного поля, связанного с сейсмической активностью исследуемого региона. Выяснено, что в пределах одного сейсмоактивного цикла отношение сумм амплитудных величин динамических изменений тектономагнитного поля и коэффициента сейсмического воздействия на магнитометрический пункт является постоянным и нами названо тектономагнитным постоянным данного пункта геомагнитных наблюдений.

Эта постоянная дала возможность обработать статистические данные за 1994-2004 гг. и на основе этих результатов получить эмпирическую формулу, в которой установлена функциональная связь между параметрами очага землетрясений и тектономагнитным полем, что позволило вычислить величину геомагнитного предвестника прошедших и текущих землетрясений.

METHOD FOR OBTAINING THE GEOMAGNETIC PRECURSORS OF TECTONIC EARTHQUAKES

S. R. Hovhannissian, K. K. Petrosian

Abstract

The behavior of tectonomagnetic field is already investigated which is connected with the seismic activity of the investigated region. It is cleared out that in the frame of one seismo active cycle the sum relationship of amplitude values of dynamic changes of tectomagnetic field and seismic influence coefficient on magnetometric point is constant and we call it techtonomagnetic constant of the given point of geomagnetic investigations.

The constant gave an opportunity to process the static data for 1994-2004 and on the basis of its results to get an empiric formula. In the formulam, there is a functional connection between the parameters of earthquake source and tectonomagnetic field, which allowed to calculate the value of geomagnetic precursors of previous and current earthquakes.

ՔԱՋԱՐԱՆԻ ՔԱՑԱՀԱՆՔՈՒՄ ՄԱԿԱՐԱՑՄԱՆ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՏԵՂԱՓՈԽՄԱՆ ԳՈՐԾՐՆԹԱՑՆԵՐԻ ԿԱՏԱՐԵԼԱԳՈՐԾՄԱՆ ՈՒՂԻՆԵՐԸ

© 2006 թ. Ա. Չ. Հակոբյան

Государственный инженерный университет Армении
375009, Ереван, ул. Теряна, 105, Республика Армения
E-mail: hakashot@list.ru
Поступила в редакцию 07.10.2005 г.

Քննարկվում են նոր տեխնիկատեխնոլոգիական միջոցառումներ, որոնք ուղղված են բացահայտում մակաբացման ապարների տեղափոխման աշխատանքների ծախսերի կրճատմանը: Առաջարկվում է բացահայտում առկա 4 հանքիջանցքներից մեկը օգտագործել մակաբացման ապարները տեղափոխելու համար: Այդ նպատակով հանքուղու արևելյան թևում նախատեսվում է անցկացնել թեթ փորվածք, որը կապ կհաստատի հանքուղու և լցակույտի միջև: Թեթատում ապարների տեղափոխման համար նախատեսվում է տեղադրել կոնվեյեր: Արդյունքում համեմատվում են գործող և առաջարկվող տեղափոխման տարրերակների տեխնիկատնտեսական ցուցանիշները:

Վերջին տարիներին հանրապետությունում նոր քափ ստացավ լեռնահանքային արդյունաբերությունը: Վերագործարկվեցին մի շարք լեռնահանքային ձեռնարկություններ (Ագարակի, Կապանի և ԼՂԿ-ները): Հանրապետության հանքարդյունաբերական ձեռնարկությունների շարքում իր վճռորոշ տեղն ունի Չանգեզուրի պղնձամոլիբդենային կոմբինատը (ՉՊՄԿ): Մոլիբդենի պաշարներով և արտադրական հզորությամբ ՉՊՄԿ-ը խոշորագույններից է աշխարհում: Հանրապետության համար ճգնաժամային տարիներին ձեռնարկությունը ուժ գտավ դիմակայելու օրահաս դժվարությունները՝ ապահովելով արտադրական գործընթացների կազմակերպման անընդհատությունը: Այսօր արդեն ձեռնարկությունը ոչ միայն վերականգնել է նախագծային հզորությունը, այլև հասել է արտադրանքի որակի բարձրացման և արտադրական որոշ ծախսերի նվազեցման: Կարևորագույն ձեռքբերումներից են մոլիբդենի եռօքսիդի արտադրամասի գործարկումը, թողարկվող պղնձի խտանյութում նույնանուն մետաղի պարունակության բարձրացումը (նախկին՝ 15–17%–ից մինչև 28–30%): Կան նոր ձեռքբերումներ և առաջընթաց, սակայն արտադրական գործընթացների կազմակերպման կատարելագործման հնարավորությունները դեռևս սպառված չեն:

ՉՊՄ կոմբինատի 2003թ. գործունեության վերլուծությունից պարզ է դառնում, որ հանքաքարի ինքնարժեքում զգալի են հատկապես դատարկ ապարների տեղափոխման վրա կատարված ծախսերը:

Անհրաժեշտ է նշել, որ երկրաբանական կառուցվածքի բարդությամբ Քաջարանի հանքավայրը վերագրվում է 2-րդ խմբին: Հանքամարմինը ներկայացված է շտովներով, որի տարածքում առկա են գգալի քանակի մինչև հանքային տարակազմ դայկաներ, ինչպես նաև ոչ կոնդիցիոն միջակայքեր: Հանքաքարի համախառն հանույթի դեպքում մակաբացման միջին շահագործական գործակիցը կազմում է 0.8 տ/տ, իսկ ընտրողական (սելեկտիվ) հանույթի ժամանակ՝ 0.93-0.94 տ/տ (0.93-0.94 հանքաբերության միջին գործակիցի մեծության դեպքում), ինչը կապահովի արդյունահանվող հանքաքարում օգտակար բաղադրիչի միջին պարունակության համապատասխան բարձրացում:

1-ին նկարում բերված է Քաջարանի բացահանքում արտադրական գործընթացների իրականացման գործող սխեման: Քաջարանի բացահանքում հանքաքարի տեղափոխումը իրականացվում

է համակցված եղանակով՝ ավտոտրանսպորտ (հանրախորշից մինչև ուղղաձիգ հանքիջանցք), հանքիջանցք (գրավիտացիայի ազդեցությամբ), երկաթգծային տրանսպորտ (հանքուղով մինչև խոշոր ջարդման և տեղափոխման արտադրամասի ընդունման կետ), կոնվեյերային տրանսպորտ (մինչև հարստացուցիչ ֆաբրիկա): Մակաբացման ապարները տեղափոխվում են ավտոտրանսպորտով մինչև լցակույտ (5 կմ), որտեղ իրականացվում է բուլդոզերային լցակույտաձևավորում:

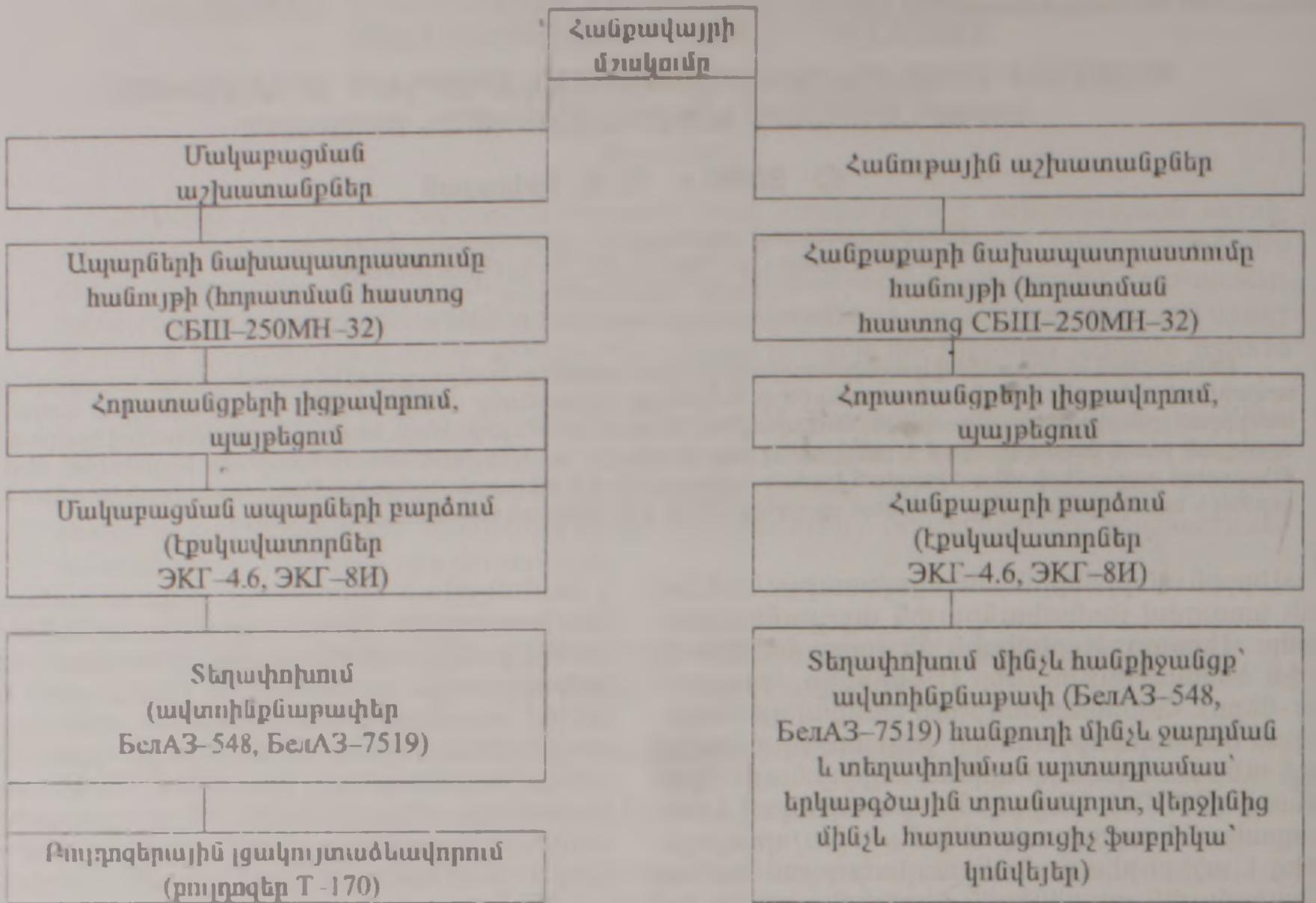
Մակաբացման ապարները տեղափոխվում են լցակույտ BelAZ-548 մակնիշի ավտոխնդանավորով: 1 մ³ մակաբացման ապարների 1 կմ տեղափոխման արժեքը կազմում է մոտ 0.25 ԱՄՆ դոլար (\$): Ակնհայտ է, որ վառելիքային հումք չունեցող Հայաստանի համար նման հեռավորությամբ և ծավալներով մակաբացման աշխատանքների իրականացումը ավտոտրանսպորտի միջոցով ծախսատար է:

Քաջարանի բացահանքում կառուցվել է 4 հանքիջանցք, որոնցից ներկայումս գործում են 3-ը: 4-րդ հանքիջանցքը չի օգտագործվում, քանի որ այն գտնվում է հանքամարմնի եզրային մասում փողը բացված չէ և հանքաքարի տեղափոխումը այդ հանքիջանցքով տնտեսապես նպատակահարմար չէ: Դա պայմանավորված է շահագործվող տեղամասերի և հանքիջանցքի միջև եղած հեռավորության ու բացարձակ նիշերի մեծ տարբերությամբ: 4-րդը նախատեսված էր որպես պահուստային և շահագործման համար անհրաժեշտ է միայն բացել հանքիջանցքի փողը: Նշենք նաև, որ մնացած 3 հանքիջանցքները իրենց թողունակությամբ լիով ապահովում են բացահանքի ներկայիս արտադրողականությունը:

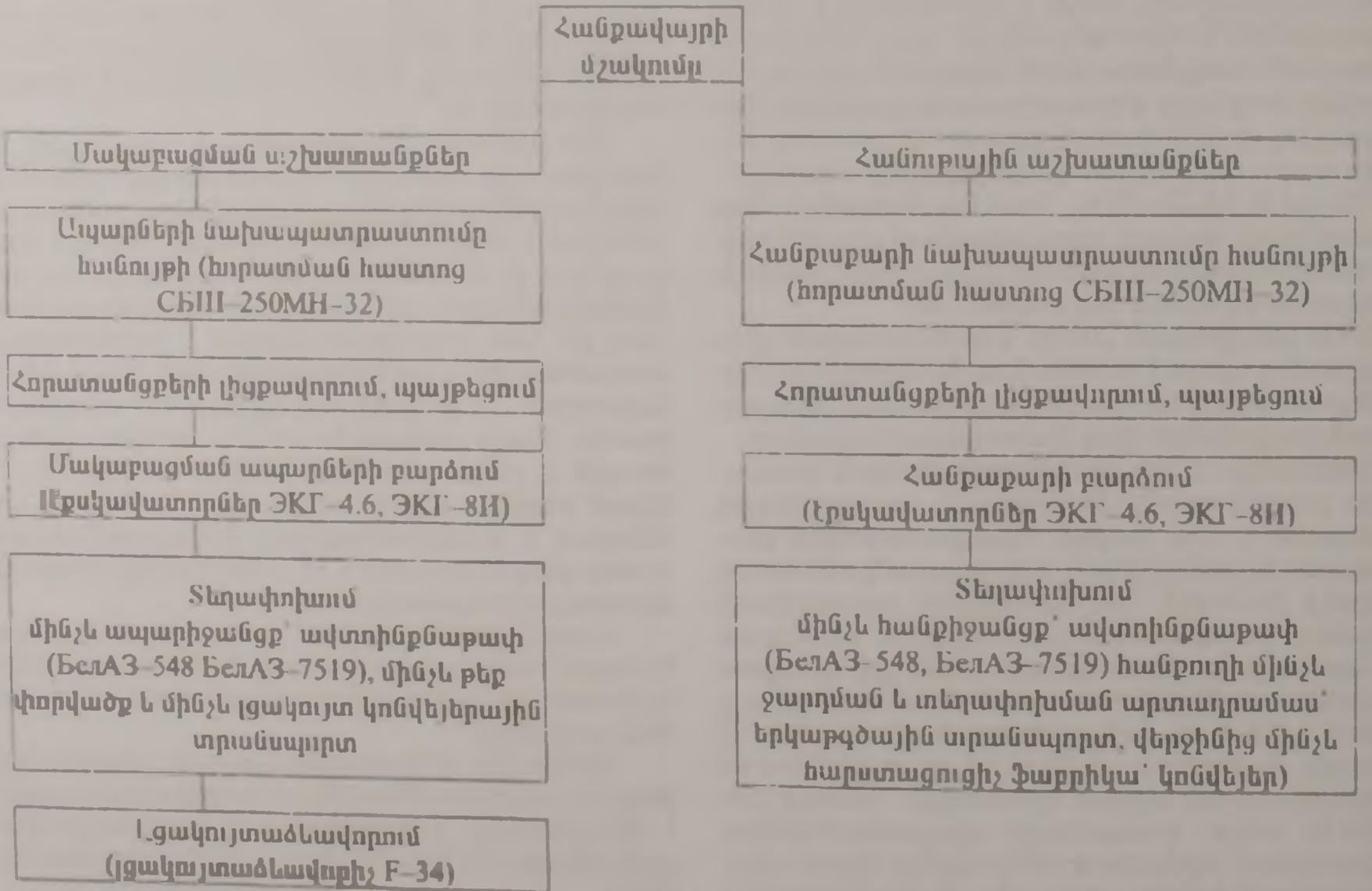
Ստորև հիմնավորվում են Քաջարանի բացահանքում մակաբացման ապարների տեղափոխման աշխատանքների արդյունավետության բարձրացման ուղիները:

Ծախսերի կրճատման և առկա ռեսուրսների լիարժեք օգտագործման նպատակով առաջարկվում է Քաջարանի բացահանքում արտադրական գործընթացների կազմակերպման հետևյալ սխեման (նկ.2):

1-ին նկարում բերված սխեմայի կատարելագործման նպատակով առաջարկվում է դատարկ ապարների տեղափոխման աշխատանքների համար օգտվել բացահանքում առկա 4-րդ հանք-



Նկ 1. Քաջսրսնի բացահանքում արտադրական գործընթացների կազմակերպման գործող սխեման



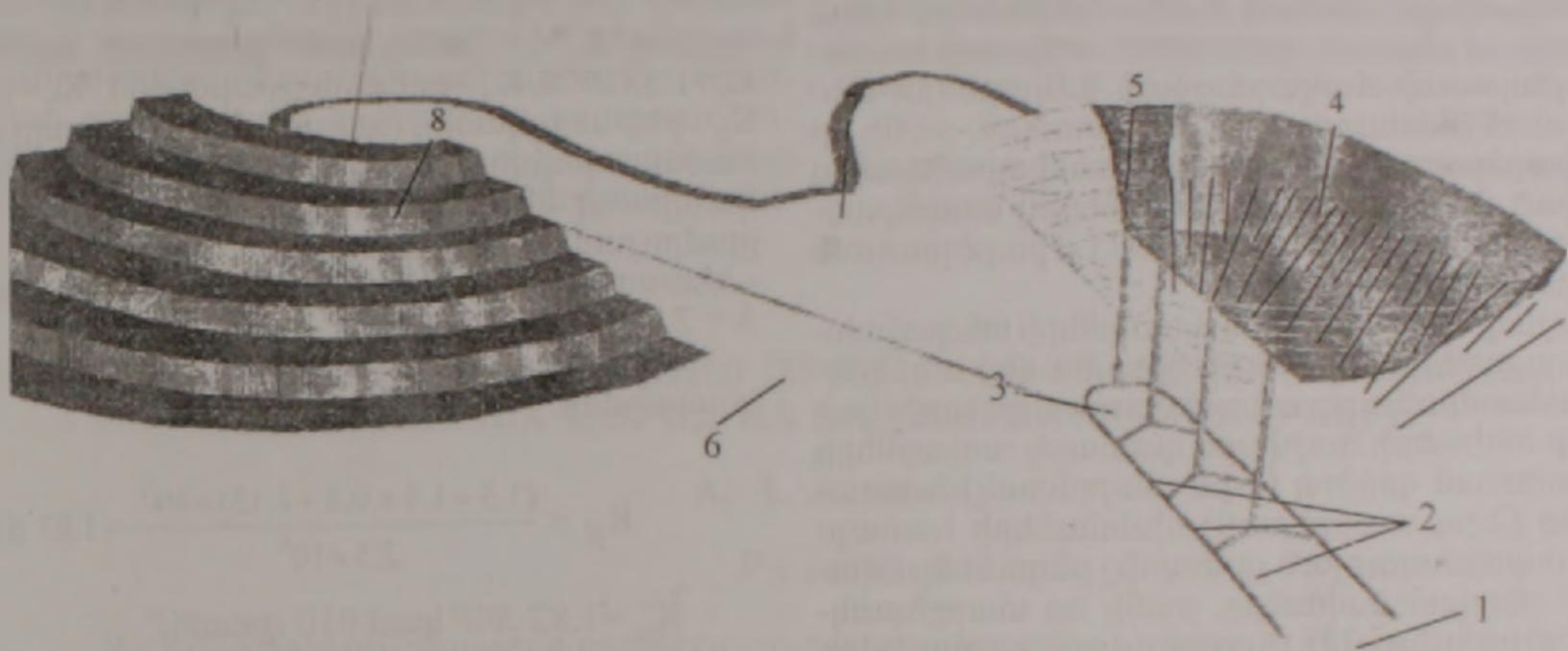
Նկ 2. Քաջարանի բացահանքում արտադրական գործընթացների կազմակերպման առաջարկվող սխեման

իջանցքից և թեք կոնվեյերով դրանք տեղափոխել լցակույտ: Ինչպես նշվել էր, 4-րդ հանքիջանցքը գտնվում է հանքավայրի հյուսիսային մասում և պարփակված է մակաբացման ապարներով, ինչը առավել հարմար է շահագործել, որպես ապարիջանցք՝ մակաբացման ապարներ տեղափոխելու համար:

Նախատեսվում է ապարիջանցքի բացթողնման կետից ցածր տեղադրել կոնական ջարդիչ, հանքուղու արևելյան թևից դեպի լցակույտ անցկացնել թեք փորվածք (կոնվեյերի տեղադրման նպատակով) և լցակույտաձևավորումը իրականացնել F-34 մակնիշի լցակույտաձևավորիչի միջոցով (նկ.3):

Մակաբացման ապարները հանքախորշից ավտոինքնաթափերով կտեղափոխվեն մինչև ապարիջանցք: Հանքիջանցքից դուրս եկող ապարները կեն-

թարկվեն նախնական չափադասման, այսինքին՝ կանցնեն նախնական թրթռաբարձադման (грохочение) գործընթաց: Մինչև 300 մմ չափեր ունեցող ապարակտորները կտեղափոխվեն անմիջապես կոնվեյեր, իսկ առավել խոշոր կտորները կենթարկվեն ջարդման: Ջարդիչի ելքից մանրացված ապարակտորները կտեղափոխվեն հիմնական կոնվեյեր: Տվյալ աշխատանքների համար կարելի է օգտագործել ККА-1500/180 մակնիշի կոնական ջարդիչ: Դատարկ ապարների տեղափոխման համար նախատեսվում է օգտագործել 1050 մմ լայնությամբ ռետինեճուպանային կոնվեյերային ժապավեն: Կոնվեյերի տեխնիկական արտադրողականությունը կազմում է 800 մ³/ժ (Мельников, 1982), որն ապահովում է նախագծային հզորությունը (կոնվեյերի տարեկան արտադրողականությունը խոշորացված հաշվարկներով կազմում է 7×10^6 մ³, որը



Նկ 3. Մակաբացման ապարների տեղափոխման առաջարկվող սխեման

1 - հանքուղի, 2 - հանքիջանցք, 3 - ապարիջանցք, 4 - բացահանք, 5 - թեքաս, 6 - թեք փորվածք կոնվեյերի տեղադրման համար, 7 - ավտոնապարի դեպի լցակույտավայր, 8 - լցակույտ:

կրկնակի անգամ գերազանցում է բացահանքի մակաբացման ապարների ներկայիս տարեկան արտադրողականությունը):

Հանքուղու արևելյան թևից նախատեսվում է անցկացնել $\alpha=13^\circ$ թեքությամբ փորվածք: Հանքուղու սկզբնամասի ընթացքով նիշը 1865 մ է: Թեք փորվածքը կապ կհաստատի լցակույտի և հանքուղու միջև: Վերջինիս լայնական կտրվածքի մակերեսը ընտրվել է, ելնելով այնտեղ աշխատող մեքենասարքավորումների (կոնվեյերի) տեխնիկական պարամետրերից: 1050 մմ լայնությամբ կոնվեյերների տեղադրման համար թեք փորվածքի կտրվածքի լայնությունը ընդունվել է 6.5 մ² (2.5x2.6), որն ապահովում է տեխնիկայի անվտանգության պայմանները:

Լցակույտաձևավորումը նախատեսվում է կատարել F-34 մակնիշի լցակույտավորիչի օգնությամբ, որը հնարավորություն ունի իր տեղադիրքից 34 մ բարձրության վրա կատարել լցակույտաձևավորում: Լցակույտաձևավորիչի կիրառումը կբերի ներկա լցակույտի (Դարազամի) տարողունակության ևս 40 մլն. մ³-ով մեծացմանը: Դարազամի լցակույտը մոտակա ժամանակներում կլցվի, հետևաբար, նոր լցակույտավայր ստեղծելու խնդիր է ծագում: Լցակույտաձևավորիչի կիրառումը հնարավորություն կտա այդ խնդրի լուծման համար ունենալ որոշակի պահուստային

ժամանակ: Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ տարեկան մակաբացման ծավալները կազմում են 2.5 մլն. մ³, լցակույտաձևավորիչի կիրառումը հնարավորություն կընձեռի ևս 16 տարի օգտվել: Դարազամի լցակույտից: Նոր լցակույտ գտնելը դյուրին գործ չէ, և այն տեղաբախշված կլինի սովելի մեծ հեռավորության վրա: Դա կհանգեցնի դատարկ ապարների տեղափոխման հետագա ծախսերի մեծացմանը: Հետևաբար, Դարազամի լցակույտի լրիվ տարողության օգտագործումը կարող է համարվել հրատապ և կարևոր խնդիր:

Նշենք նաև, որ միջազգային պրակտիկայում կան շատ հանքավայրեր, որտեղ ապարների տեղափոխման համար կառուցվել են թեք փորվածքներ և կոնվեյերային տրանսպորտ: Օրինակ, նմանատիպ տեղափոխման տարբերակ է կիրառվել Մեքսիկայի "Կանանեա" պղնձի հանքավայրում: Հանքաքարը (առավելագույն կտորի չափը 1.5 մ) 6x6 մ կտրվածք ունեցող հանքիջանցքով տեղափոխվում է ստորգետնյա ջարդիչի հորիզոն, ուր ջարդվում և տեղափոխվում 200-250 մմ անցքեր ունեցող թրթռաբարձադմ: Մաղի վերևի ելքը ենթարկվում է կրկնակի ջարդման, իսկ ներքևին թեք ռետինեճուպանային կոնվեյերի օգնությամբ (15° թեքման անկյամբ) տեղափոխվում է 1.5 կմ հեռավորության վրա գտնվող հարստացուցիչ ֆարրիկա (Шелканов, 1982):

Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ ՋՊՄԿ-ի ռազմավարական ծրագրում նախատեսվում է արտադրական ծավալների կրկնակի մեծացում, ապա առաջարկվող տարբերակի կիրառումը առավել հրատապ է դառնում: Ներկայումս հեռացվող մակարագման ապարների ծավալները գրեթե հավասարվել են հանութային աշխատանքների և դեռ ավելին՝ հանքավայրի անվտանգ և լիարժեք շահագործման պայմաններից բխում է, որպեսզի մակարագման աշխատանքների ծավալները մեծանան: Դա պայմանավորված է ճգնաժամային տարիներին մակարագման ապարների հեռացման ծավալների զգալի կրճատմամբ:

Բացահանքի ներսում տեղափոխման աշխատանքների արդյունավետության բարձրացման նպատակով առաջարկվում է նաև Դեբարիկնյան բեկվածքի վրա՝ միջանկյալ հատվածում, 2100 մ բարձրության վրա գտնվող հանքաստիճանից մինչև 2025 հորիզոն բերասի կառուցում: Թեքատի կառուցումը կնպաստի մակարագման ապարների տեղափոխման հեռավորության կրճատման, քանի որ 2100 մ բարձրության վրա գտնվող հանքաստիճանից ստիպված չեն լինի սերպանտիններով մակարագման ապարները տեղափոխել 2025 մ բարձրության վրա գտնվող ապարիջուցք:

Որոշենք մակարագման ապարների տեղափոխման առաջարկվող սխեմայի կիրառումից ակնկալվող տնտեսական արդյունավետությունը: Նախ կատարենք ծախսերի հաշվարկ դաւտարկ ապարների տեղափոխման գործող (1-ին տարբերակ) և առաջարկվող (2-րդ տարբերակ) սխեմաների համար: Որպես օպտիմալության չափանիշ ընդունենք նվազագույն բերված ծախսերը, քանի որ տարբերակները միմյանցից չեն տարբերվում բողարկվող արտադրանքի որակով և քանակով (Агабалян, 1994): Քննարկենք տարբերակները առանձին.

Տարբերակ 1. Հաշվի առնելով, որ բուլդոզերների աշխատանքի ծախսը, ավտոտրանսպորտի համեմատությամբ, չնչին մաս է կազմում, այստեղ հաշվարկվում են միայն ավտոտրանսպորտի գծով բերված ծախսերը:

$$S_1 = C_1 + \epsilon_n K_{11} \quad (1)$$

որտեղ P_1 – ավտոտրանսպորտի բերված ծախսերն են, E_n – կապիտալ ներդրումների այդպիսի անվտանգության ընդունելի նորմատիվային գործակիցն է ($E_n = 0,2$), K_{11} – ավտոտրանսպորտի տեսակարար կապիտալ ներդրումներն են, որոնք խոշորացված հաշվարկներով կազմում է $K_{11} = 500$ դրամ, C_1 – 1 մ³ մակարագման ապարների՝ մինչև թափոնավայր տեղափոխման ինքնարժեքն է Քաջարանի բացահանքի պայմաններում, որը իր հերթին հավասար է՝

$$C_1 = C_2 \times L \quad (2)$$

որտեղ L – մինչև լցակույտ տեղափոխման հեռավորությունն է ($L=5$ կմ), C_2 – Քաջարանի բացահանքում 1 մ³ մակարագման ապարների 1 կմ տեղափոխման արժեքն է ավտոտրանսպորտի դեպքում, $C_2=125$ դրամ:

$$C_1 = 125 \times 5 = 625 \text{ դրամ/մ}^3,$$

Տեղադրելով համապատասխան արժեքները, 1-ի տարբերակի համար կստանանք.

$$P_1 = 625 + 0.2 \times 500 = 725 \text{ դրամ/մ}^3:$$

Այսպիսով, ավտոտրանսպորտի բերված ծախսերը կկազմեն 725 դրամ/մ³, կամ 1.45 \$/մ³: Հաշվարկների համար ԱՄՆ 1 \$-ն ընդունվել է համարժեք 500 ՀՀ դրամին:

Տարբերակ 2.

$$S_2 = C_2 + \epsilon_n K_{22} \quad (3)$$

որտեղ P_2 – տեղափոխման բերված ծախսերն են, C_2 – 1 մ³ մակարագման ապարների տեղափոխման ինքնարժեքն է, $C_2 = 100$ դրամ/մ³, K_{22} – տեսակարար կապիտալ ներդրումներն են.

$$K_{22} = \frac{(K_1 + K_2 + K_3 + K_4)}{A} \quad (4)$$

որտեղ K_1 – կոնական ջարդիչի արժեքն է, $K_1 = 1.5 \times 10^6$ \$, K_2 – կոնվեյերի արժեքն է, $K_2 = 1.5 \times 10^6$ \$, K_3 – թեք և ուղղաձիգ (ապարիջուցքի փողը բացելու համար) փորվածքի անցկացման վրա կատարված կապիտալ ներդրումներն են, $K_3 = 0.3 \times 10^6$ \$, K_4 – լցակույտաձևավորիչի արժեքն է, $K_4 = 1.15 \times 10^6$ \$, A – հեռացվող դատարկ ապարի տարեկան ծավալն է, $A = 2.5 \times 10^6$ մ³:

Տեղադրելով համապատասխան արժեքները՝ կստանանք.

$$K_{22} = \frac{(1.5 + 1.5 + 0.4 + 1.15) \times 10^6}{2.5 \times 10^6} = 1.82 \text{ $/մ}^3$$

$$K_{22} = 1.82 \text{ $/մ}^3 \text{ կամ } 910 \text{ դրամ/մ}^3$$

$$S_2 = 100 + 0.2 \times 910 = 282 \text{ դրամ/մ}^3 \text{ կամ մոտ } 0.56 \text{ $/մ}^3$$

K_1, K_2, K_4 – արժեքները որոշվել են, հաշվի առնելով դրանց շուկայական գինը, տեղափոխման և մոնտաժման աշխատանքների վրա ծախսերը:

Փորվածքի անցկացման արժեքը K_3 որոշվել է Կապանի լեռնահարստացման կոմբինատում (Կապանի ԼՀԿ) համանման աշխատանքների կատարման տվյալների համաձայն: Թեք փորվածք անցկացնելու համար 1 մ³ ինքնարժեքը, հաշվի առնելով կապիտալ փորվածքի ամրակապումը, կկազմի 45 \$: $S=6.5$ մ³ կտրվածքով, $L=1000$ մ երկարությամբ թեք փորվածքի անցկացման արժեքը խոշորացված հաշվարկներով կկազմի 0.3×10^6 \$: Թեք փորվածքի անցման և ապարիջուցքի փողի բացման համար անհրաժեշտ կապիտալ ներդրումները՝ չնախատեսված ծախսերի հաշվառմամբ, ընդունվում է $K_3 = 0.4 \times 10^6$ \$:

Առաջարկի ներդրումից սպասվող սալեկան տնտեսական արդյունավետությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$S = (P_1 - P_2) \times A \quad (5)$$

որտեղ P – 1 տարվա կտրվածքով սպասվող տնտեսական արդյունավետություն է, կստանանք՝

$$S = (1.45 - 0.56) \times 2.5 \times 10^6 = 2.225 \times 10^6 \text{ $/տարի}$$

Ակնհայտ է, որ առկա ռեսուրսների ռացիոնալ օգտագործումը կարող է ձեռնարկության զարգացման նոր խթան հանդիսանալ: Այսպիսով, առա-

ջարկվող տարբերակի կիրառումը հնարավորություն կտա տարեկան կտրվածքով կատարել ֆինանսական միջոցների $2,225 \times 10^6$ ԱՄՆ դոլարին համարժեք տնտեսում: Առաջարկվող տարբերակի ներդրման համար կապիտալ ծախսերը կկազմեն 4.45×10^6 \$ և ընդամենը 2 տարի է անհրաժեշտ կապիտալ ներդրումների ետզնման համար:

Տեղափոխման նոր տարբերակի կիրառումը առավել անվտանգ կդարձնի աշխատանքների կազմակերպումը: Ավտոտրանսպորտի կիրառման դեպքում տեղափոխման աշխատանքները մեծ կախվածություն են ունենում կլիմայական պայմաններից, ճանապարհների անցանելիությունից, բացքույունակությունից, իսկ ձմռան ամիսներին պահանջվում են ճանապարհների ամենօրյա մաքրման աշխատանքներ: Առատ ձյունը, հորդառատ անձրևները կարող են պատճառ հանդիսանալ տեղափոխման աշխատանքների կազմակերպման բարդացմանը, առանձին դեպքերում նույնիսկ ժամանակավոր խափանմանը: Առաջարկվող տարբերակի կիրառումը հնարավորություն է տալիս տեղափոխման աշխատանքների անխափան կազմակերպում՝ ցանկացած կլիմայական պայմաններում: Այս տարբերակի առավելությունը պայմանավորված է նաև բացահանքի մեծ արտադրողականությամբ և ցածր ինքնարժեքով: Քաջարանի բացահանքում ներկայիս մակաբացման աշխատանքները ետ են մնում պլանային մակաբացման աշխատանքներից: Այդ բացը կարող է լրացվել առաջարկվող տեղափոխման նոր տարբերակի կիրառմամբ:

Կարևոր է նշել նաև, որ նոր տարբերակով ապարների տեղափոխման աշխատանքների կազմակերպման համար կապիտալ շինարարությունը ոչնչով չի խոչընդոտի գործող տեղափոխման տարբերակի և արտադրական մնացած գործընթացների բնականոն կազմակերպմանը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Агабалин Ю.А. Теория и практика оптимального освоения недр. М.: Недра, 1994, 174 с.
Мельников Н.В. Краткий справочник по открытым горным работам. 4-е доп. изд., М.: Недра, 1982, 412 с.
Щелканов В.А. Подземные выработки на карьерах. М.: Недра, 1982, 128 с.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД НА КАДЖАРАНСКОМ КАРЬЕРЕ

А. З. Акопян

Резюме

В статье рассматривается ряд технико-технологических мероприятий, направленных на сокращение затрат по процессам перевозок вскрышных пород в отвалы. Предлагается использовать один из рудоспусков в качестве породоспуска, а с горизонта транспортной штольни пройти наклонную выработку, с установкой в ней ленточного конвейера, с помощью которого пустые породы, после предварительного дробления, перемещаются в породные отвалы. Произведенные технико-экономические расчеты показали, что применение нового варианта обеспечит предприятию значительный экономический эффект.

IMPROVING OF TRANSPORTATION PROCESS OF WASTE ROCKS IN KAJARAN MINE

A. Z. Hakobyan

Abstract

New technical and technological measures are suggested to reduce the transportation cost. These measures imply the usage of one of four existing ore passes for the transportation of the overburden rocks. It is envisaged to construct the inclination starting from the eastern part of the adit to install a conveyer. The rocks will be transported via conveyer from the ore passes to waste dump. The technical and technological factors of the existing and planned transportation options are compared and the expected profitability of the suggested option is presented.

ИССЛЕДОВАНИЕ РУД ЦЕНТРАЛЬНОГО УЧАСТКА КАДЖАРАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОБОГАТИМОСТЬ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ АЭРОФЛОТОВ И АЭРОПРОМОТОРОВ

© 2006 г. А. В. Папян

Государственный инженерный университет Армении
375009, Ереван, ул. Теряна, 105, Республика Армения
Поступила в редакцию 30.11.2005 г.

После многократных опытов нами было установлено, что применение ксантогената в больших количествах, с последующей дозировкой в процесс реагента Аеро+ 407 на обогатительной фабрике Зангезурского медно-молибденового комбината (в лабораторных условиях) приводит к повышению извлечения меди и молибдена соответственно на 1,4% и 2%, по сравнению с фабричным режимом, при увеличении времени флотации с 23 до 30 минут

Практика работы медно-молибденовых обогатительных фабрик показала, что применение различных аэрофлотов и аэропромоторов повышает эффективность процесса флотации.

На Алмалыкской обогатительной фабрике с положительным результатом были испытаны аэрофлоты как отдельно, так и в сочетании с ксантогенатами (Резник, 1974). А на 4-х медно-молибденовых обогатительных фабриках дитиофосфаты используют в сочетании с ксантогенатами или нефтяным маслом (Поспелов и др., 1985)

Анализ работы обогатительной фабрики Зангезурского медно-молибденового комбината с целью определения путей потерь металлов выявляет, что частные извлечения меди и молибдена из коллективного концентрата высокие (Пшцишб, 2004). В связи с этим актуальным является повышение извлечения металлов в коллективном цикле.

В 2004-2005гг. нами были проведены работы по изучению возможности применения различных аэрофлотов и аэропромоторов при флотации медно-молибденовых руд Каджаранского месторождения.

Многократными опытами, которые были проведены нами с целью повышения эффективности флотации, были исследованы возможные пути повышения извлечения меди и молибдена при применении новых аэропромоторов. Опыты были

проведены в лаборатории обогащения благородных и редких металлов ЗАО "Лернаметаллургия институт". Химические анализы были проведены в центральной хим. лаборатории Зангезурского медно-молибденового комбината. Для выявления влияния различных аэрофлотов промоторов на результаты флотации с применением сочетаний собирателей медно-молибденовых руд Каджаранского месторождения (аэропромоторов с ксантогенатом) проводили серии опытов. При этом нами было обнаружено явление снижения некоторых технологических показателей.

Были испытаны нижеприведенные реагенты: AEROFLOAT+238 Promoter, AEROFLOAT+211 Promoter, AERO+407 Promoter, AERO+7279 Promoter, AERO+3477 Promoter, AEROFLOAT+242 Promoter, AEROFLOAT+208 Promoter.

При флотации содержание класса – 0,074 мм составило 55%.

Первоначально опыты по флотации ставились с применением сочетаний аэрофлот (аэро) промоторов и бутилового ксантогената в соотношении 1:2.

Однако, результаты этих опытов были отрицательными, и добавки реагентов не влияли на повышение извлечения меди и молибдена (табл. 1).

На втором этапе испытания были проведены с применением аэрофлот (аэро) промоторов и

Таблица 1

Обобщенные результаты проведенных опытов 1-ой серии

Реагентный режим	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		Cu	Mo	Cu	Mo
Режим фабричный	4.69	2.7	1.35	87.03	89.87
с А-238	3.53	3.6	1.63	84.20	86.86
с А-208	3.63	3.4	1.73	81.04	88.27
с А-211	3.61	3.27	1.83	80.60	88.33
с А-407	3.7	3.4	1.9	82.35	91.25
с А-7279	4.08	3.4	1.53	86.41	88.57
с А-3477	3.24	3.93	1.97	82.80	88.26
с А-242	3.67	3.6	1.5	86.16	86.26

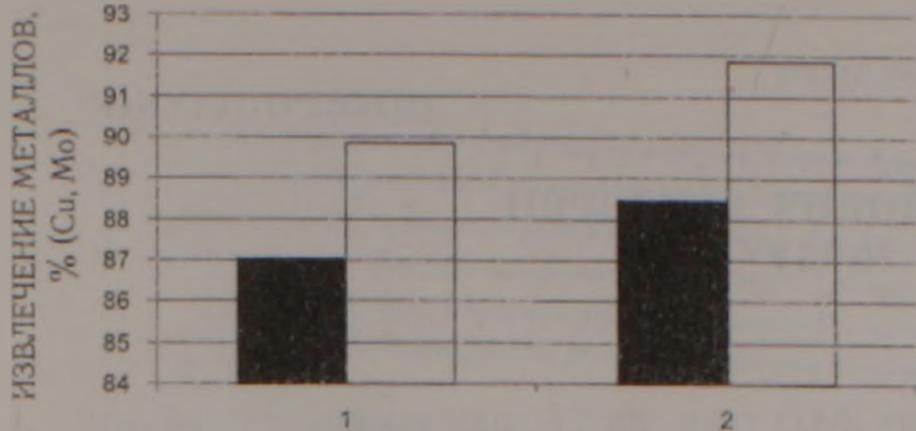


Рис 1. Зависимость извлечения металлов от применяемых режимов; 1 – фабричный режим, 2 – предлагаемый режим.

бутиловым ксантогенатом в отдельности.

При этом была применена подача бутилового ксантогената в 1-ой основной флотации, а аэропроторы подавались в дальнейших операциях (2-ая основная флотация, 1-2 контрольные флотации).

Из испытанных аэрореагентов наиболее эффективным оказался AERO+407 Promoter.

После многократных опытов нами было установлено, что применение ксантогената в больших количествах, с последующей дозировкой в процесс реагента Aero+407 на обогатительной фабрике Зангезурского медно-молибденового комбината в лабораторных условиях приводит

к повышению извлечения меди и молибдена соответственно на 1,4% и 2%, по сравнению с фабричным режимом, при увеличении времени флотации с 23 до 30 мин. (рис.1).

В заключение автор выражает свою благодарность Генеральному директору Зангезурского медно-молибденового комбината М.А.Акопяну, директору Капанского горно-обогатительного комбината М.А.Акопяну, мэру г.Капана и Общеармянскому молодежному фонду (исполнительный директор А.Погосян) за содействие в работе и финансовую помощь.

ЛИТЕРАТУРА

- Резник Р.З. Флотация медно-молибденово-пиритных руд Калмакырского месторождения на Алмалыкской обогатительной фабрике по коллективно-селективной схеме с применением новых реагентов, М.: Цветметинформация, 1974.
- Поспелов М.Д., Глазунов А.А., Томазова И.С. Обогащение медно-молибденовых руд за рубежом, с учетом формирования месторождений. М.: 1985, 63 с.
- Պապյան Ա.Վ. Պղնձ-մոլիբդենային հանքաքարերի ֆլոտացիայի արդյունավետության բարձրացման հնարավոր ուղիները Ջանգեզուրի պղնձ-մոլիբդենային կոմբինատի հարստացուցիչ ֆաբրիկայում «Հայաստանի ԽՍՀՄ-ում քային ռեսուրսների արդյունավետ օգտագործման հարցերը» գրքում: Երևան, Գ.ԵՕԻՒ, 2004թ. էջ 28-36.

ՔԱՉԱՐԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ԿԵՆՏՐՈՆԱԿԱՆ ՏԵՂԱՄԱՍԻ ՀԱՆՔԱՔԱՐԵՐԻ ՀԱՐՍՏԱՅՎԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆ ՏԱՐՔԵՐ ԱԵՐՈՖԼՈՏՆԵՐԻ ԵՎ ԱԵՐՈՊՐՈՄՈՏՈՐՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՍԵ

Ա. Վ. Պապյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Բազմաթիվ փորձերից հետո մեր կողմից հաստատվել է, որ մեծ քանակություններով քսանտոգենատի կիրառությունը ֆլոտացիայի հետագա գործընթացում Aero+407 ռեագենտի տրամաբ Զանգեզուրի պղնձ-մոլիբդենային կոմբինատի հարստացուցիչ ֆաբրիկայում (լաբորատոր պայմաններում) ի համեմատ գործող ռեժիմի բերում է պղնձի և մոլիբդենի կորզումների աճի՝ համապատասխանաբար 1.4% և 2%-ով՝ ֆլոտացիայի ժամանակի՝ 23-ից մինչև 30 րոպե ավելացնելու դեպքում:

STUDYING ORES OF CENTRAL SECTOR OF KAJARAN DEPOSIT FOR DRESSING THROUGH DIFFERENT AEROFLOATS AND AEROPROMOTERS

A. V. Papyan

Abstract

Multiple experiments we performed allow establishing that the application of large amounts of xanthogenate with further dosed addition of a reagent Aero+407 to the process at a dressing plant of the Zangezur copper-molybdenum group of enterprises (in lab conditions) leads to the increase in copper and molybdenum extraction level by 1,4 and 2% respectively vs. plant regime, floatation time getting increased from 23 to 30 minutes.

**ЛЕОНИД АРТАВАЗДОВИЧ ГРИГОРЯН
(1929 – 2005)**



25 декабря 2005 года, на 77 году жизни, скончался один из старейших сотрудников НАН РА и Института геологических наук, ученый секретарь Отделения Наук о Земле НАН РА, кандидат геол.-мин. наук Леонид Артаваздович Григорян.

Л.А.Григорян родился 20 февраля 1929 года в Ереване, в семье рабочего.

В 1950 году поступил на Геологический факультет ЕГУ, но скоро, по семейным обстоятельствам, оставил учебу и поступил на работу в Институт геологических наук АН АрмССР. В 1957 году, продолжая работать, Л.А.Григорян поступает на Географический факультет Армянского государственного заочного института. После его окончания и до конца своей жизни Л.А.Григорян работал в Отделении Наук о Земле АН АрмССР ученым секретарем, совмещая с исследовательской работой в Институте геологических наук НАН РА.

В 1970 году Л.А.Григорян защитил кандидатскую диссертацию по теме: "Применение ландшафтно-геохимического районирования при геохимических поисках (на примере Алавердского рудного района АрмССР)". Ему была присуждена ученая степень кандидата геолого-минералогических наук.

Наряду с работой в Отделении Наук о Земле АН АрмССР Л.А.Григорян вел научно-исследовательскую работу по геохимии вторичных ореолов и потоков рассеяния элементов в разных рудных районах Армении. Его научные работы были посвящены разработке методики гидрогеохимических поисков и составлению прогнозных гидрогеохимических карт с целью использования вторичных геохимических ореолов при поисках рудных месторождений.

В дальнейшем Л.А.Григорян занимался геохимией вторичных ореолов бассейна оз.Севан. В результате многолетних исследований, им вместе с соавторами, в 1977г. была опубликована монография "Природные воды бассейна оз.Севан", которая вызвала большой интерес у специалистов.

В последние годы Л.А.Григорян занимался вопросами разработки научных основ стандартизации параметров качества питьевых вод. Эти работы проводились в рамках Госбюджетной темы "Разработка научных принципов Государственной стандартизации вод питьевого-хозяйственного назначения территории РА", которой руководил Л.А.Григорян.

Л.А.Григорян является автором и соавтором более 15 опубликованных научных работ и многочисленных отчетов.

Он обладал исключительной доброжелательностью, жизнерадостностью и оптимизмом, относился к работе с чувством высокой ответственности и долга. Л.А.Григорян заслуженно пользовался большим авторитетом и уважением своих коллег.

Светлый образ Л.А.Григоряна навсегда останется в памяти коллег и всех тех, с кем он общался.

**ПРЕЗИДИУМ НАН РА
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
НАУК НАН РА**