

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. ԽԱԶԻՅԱՆ, Ա.Ս. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ,  
Ս.Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ռ.Լ. ՄԵԼՔՈՆՅԱՆ, Ռ.Տ. ՄԻՐԻԶԱՆՅԱՆ,  
Ս.Ն. ՆԱԶԱՐԵԹՅԱՆ, Մ.Ա. ՍԱԹՅԱՆ, Հ.Հ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

*Ответственный редактор*  
**Р.Т. ДЖРБАШЯН**

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

*Ответственный секретарь*  
**Э.С. РОСТОМОВА**

*Редакционная коллегия*

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

Editor:  
**R.T. JRBASHYAN**

Deputy Editors:  
**S.V. GRIGORYAN, A.S. FARAMAZYAN**

Executive Secretary  
**E.S. ROSTOMOVA**

Editorial Board

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

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

---

© Издательство "Гитутюн" НАН РА  
Известия НАН РА, Науки о Земле, 2004



ԲՈՎԱՆԳԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

|                                                           |                                                                                                                            |    |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Կ.Գ.Շիրինյան, Ս.Հ.Կարասյեւոյան                            | Հրաբխային գործունեութեան վերականգնման վտանգի գնահատումը հայկական հրաբխային բարձրավանդակում .....                           | 3  |
| Մ.Ա.Հարությունյան, Ա.Խ.Մնացականյան, Ռ.Ն.Տայան             | Քաջարանի հանքային դաշտի էքսպլոզիվ բեկչանման մարմինները և նրանց ձևավորման պայմանները .....                                  | 9  |
| Վ.Ա.Աղամալյան                                             | Հայաստանի երկրակեղևի կազմավորման և զարգացման հիմնական փուլերը .....                                                        | 17 |
| Հ.Ս.Ավագյան                                               | Տարբեր թթվայնություն հրաբխածին ապարների բեթոնիտացման մասին Հայաստանի Սարիգյուղի և Նոյեմբերյանի հանքավայրերի օրինակով ..... | 23 |
| Հ.Վ.Շահինյան, Տ.Ն.Կյուրեղյան, Է.Ս.Խալաթյան, Լ.Ա.Գրիգորյան | Դառնու խմելու ջրերի որոշ հիդրոերկրաբանական բնութագրերի մասին .....                                                         | 28 |
| Հ.Պ.Գույումջյան, Ա.Ա.Ավագյան                              | Ջանգեզուրի ինտրուզիվ ապարների միներալոգիական պետրոգրաֆիական առանձնահատկութունները և կիրառման ոլորտները .....               | 34 |
| Յու.Ռ.Կազրամանով                                          | Օրգանիզմների մասսայական մահացության տիեզերական հնարավոր պատճառներից մեկի մասին .....                                       | 39 |
| Գ.Մ.Քարուրյան                                             | Սպիտակի հրկրաշարժի էպիկենտրոնի տարածքը Հայաստանում նավթի և գազի արդյունաբերական կուտակումների ուղղման առարկա .....         | 44 |
| Հ.Ս.Եղուկյան                                              | Հորատանցքերից հորատհանուկի ձևավորման գործոնները և լեռնային ասպարների դասակարգումը ըստ ստացման բարդությունների .....        | 49 |
| Ռ.Ձ.Հակոբյան                                              | Բնական թեքվող հորատանցքերի օրինաչափությունների հետազոտումը նրանց հետախուզական ցանցի տրված կետ հասցենելու նպատակով .....    | 52 |
| Ա.Կ.Մսրեոսյան                                             | Թափառող հոսանքների մեթոդով վեկտորային հանույթի արդյունքների մշակում, մեկնաբանում և ներկայացում .....                       | 55 |

## ՀԱՄԱԴՈՏ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ

**Յու 9 Աղբյուրան.** Որոշ բնական միներալների և սինթետիկ բյուրեղների ճառագայթման ունակությունը ..... 61

## ՀՈԲԵԼՅԱՆԱԿԱՆ ՏԱՐԵԹՎԵՐ

ՀՀ ԳԱԱ Թղթականի ցանկում Ռ.Լ.Մելքոնյանի ծննդյան 70 ամյակին ..... 62

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| К.Г.Ширинян, С.Г.Карапетян. О возможности возобновления вулканической деятельности на Армянском вулканическом нагорье                 | 3  |
| М.А.Арутюнян, А.Х.Мнацаканян, Р.Н.Таян. Эксплозивные брекчиевые тела Каджаранского рудного поля и условия их формирования             | 9  |
| В.А.Агамалян. Основные этапы формирования и эволюции земной коры Армении                                                              | 17 |
| Г.С.Авакян. О бентонитизации вулканогенных пород различной кислотности на примере Саригюхского и Ноемберянского месторождений Армении | 23 |
| Г.В.Шагинян, Т.Н.Кюрегян, Э.С.Халатян, Л.А.Григорян. О некоторых гидрогеохимических характеристиках Гарнийских питьевых вод           | 28 |
| О.П.Гуюмджян, А.А.Авакян. Минералого-петрографические особенности интрузивных пород Зангезура и области их применения                 | 34 |
| Ю.Р.Каграманов. Об одной возможно космической причине массового вымирания организмов                                                  | 39 |
| Г.М.Бабурян. Спитакская эпицентральный зона землетрясений – объект поисков промышленных скоплений газа и нефти в Армении              | 44 |
| О.С.Езакян. Факторы формирования керна буровых скважин и классификация горных пород по трудности его отбора                           | 49 |
| Р.З.Акопян. Исследование закономерностей естественно искривляющихся скважин с целью направления их в заданные пункты разведочной сети | 52 |
| А.К.Матевосян. Обработка, интерпретация и визуализация результатов векторной съемки методом блуждающих токов                          | 55 |

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Ю. Г. Агбалян. Излучательная способность некоторых природных минералов и синтетических монокристаллов 61

## ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ!

К 70-летию члена-корреспондента НАН РА Р.Л. Мелконяна



## TABLE OF CONTENT

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>K.G.Shirinyan, S.H.Karapetyan.</b> On the possibility of resumed volcanic activity in the Armenian volcanic highland .....                                         | 3  |
| <b>M.A.Haroutiunian, A.Kh.Mnatsakanyan, R.N.Tayan.</b> Explosive breccial bodies of the Kajaran ore field and conditions of their formation .....                     | 9  |
| <b>V.A.Agamalyan.</b> The main stages of formation and evolution of the earth crust in Armenia .....                                                                  | 17 |
| <b>H.S.Avagyan.</b> On the bentonization of volcanogenic rocks of diverse acidity rates by the example of the Sarigiugh and the Noyemberian deposits in Armenia ..... | 23 |
| <b>H.V.Shahinyan, T.N.Kyureghyan, E.S.Khalatyan, L.A.Grigoryan.</b> On some hydro-geochemical characteristics of drinking waters from Garni .....                     | 28 |
| <b>H.P.Gouyumjyan, A.A.Avagyan.</b> Intrusive rocks of Zanghezour as high-quality decorative facing slabs .....                                                       | 34 |
| <b>Yu.R.Kagramanov.</b> About one of possibly cosmic causes of extinction of organisms .....                                                                          | 39 |
| <b>G. M. Babouryan.</b> The Spitak epicenter zone of earthquakes – an object for search of commercial accumulations of oil and gas in Armenia .....                   | 44 |
| <b>H.S.Ezakyan.</b> Factors of boring core formation and classification of rocks by the core recovery complexity rate ...                                             | 49 |
| <b>R.Z.Hakobyan.</b> Study of natural well deviation regularities to direct the wells into the set points of the prospecting network .....                            | 52 |
| <b>A. K. Matevosyan.</b> Processing, interpretation and visualization of vector survey results by the stray currents method .....                                     | 55 |

## CHORT REPORTS

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>J.G.Agbaljan.</b> Radiating ability of some natural minerals and synthetic monocrystals ..... | 61 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## JUBILEES

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>To the 70<sup>th</sup> anniversary of R.L.Melkonyan</b> corresponding-member of NAS of AR ..... | 62 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|



## О ВОЗМОЖНОСТИ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА АРМЯНСКОМ ВУЛКАНИЧЕСКОМ НАГОРЬЕ

© 2004 г. К.Г.Ширинян, С.Г.Карапетян

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

e-mail: hrshah@sci.am

Поступила в редакцию 28.02.2004 г.

В статье рассматривается комплекс предвестников возможной реактивизации вулканизма на Армянском вулканическом нагорье в долгосрочном прогнозе, даётся оценка ожидаемой опасности при новых извержениях, что аргументируется на примере извержений прошлого цикла, выдвигается вопрос о необходимости организации целенаправленных исследований для разработок более надёжных критериев прогноза.

В ряду опасных природных явлений, оказывающих весьма существенное влияние на окружающую среду и жизнь людей, находятся извержения вулканов. В этом отношении вопрос возможного возобновления вулканических явлений в молодых горно-складчатых регионах считается весьма актуальным.

Во многих странах Мира, где имеется постоянная угроза возобновления вулканических извержений, ведутся соответствующие исследования с учетом негативных последствий, которые имели место при предшествующих извержениях. Такая задача актуальна и для всего Армянского вулканического нагорья, и территории Республики Армения в частности, где наиболее молодая вулканическая деятельность, обусловленная позднеколлизией геодинамикой, проявлялась в голоцене и даже в историческое время.

В условиях продолжительной конвергенции двух крупных – Афро-Аравийской и Евразийской плит, земная кора в пределах Армянского нагорья была раздроблена на блоки разной величины, что сопровождалось ее дифференциальными поднятиями, образованием новых разломов и активизацией старых. Темп общего поднятия, за все плиоцен-плейстоценовое время, составил 10 см. за 50 лет или 2 км. за млн. лет (Асланян, 1977).

Вулканизм в пределах Армянского нагорья проявлялся интенсивно и в большом феноменологическом разнообразии.

В настоящее время на территории Армении прямые признаки, которые обычно предшествуют вулканическим явлениям, пока что не установлены. Но, вместе с тем, имеются определенные настораживающие обстоятельства, указывающие на то, что реактивизацию вулканизма в области всего Армянского нагорья, в долгосрочном прогнозе, исключить нельзя.

Такое заключение опирается, прежде всего, на том общепринятом факте, что вулканические извержения, как и все катастрофические явления, происходящие на Земле, проявляются циклично. Подготовка нового извержения начинается со времени прекращения старого. Само извержение является конечным этапом продолжительного процесса его подготовки.

Разные вулканы извергаются с различной периодичностью. Известно, что пробуждение вулкана Сент-Хеленс в США (Свансон, Касадевалл и др., 1980) произошло после 123-летнего затишья и за 40-50 тыс. лет со дня его первой активности, периоды покоя были равными или несколько превосходили обычный ритм. В Йеллоустонском Парке, в течение последних 2 млн. лет, действовали три огромные кальдеры, с продолжительностью покоя в 7 тыс. лет (Smith, Christiansen, 1980).

Считается, что потенциально активными являются даже те вулканы, о которых не имеются сведения об извержениях в историческое время, но имеются хорошо сохранившиеся центры и лавовые потоки (Мархинин и др., 1967). Таких вулканов в Армении много сотен. Разнообразные по типам извержений вулканы и их продукты занимают до 2/3 площади Республики Армения. Вулканическими образованиями сложены наиболее крупные горные сооружения нашей страны. Это простирающиеся с СЗ на ЮВ – Кечутское, Арагацкое, Гегамское, Варденисское и Сюникское вулканические нагорья, слагающие 350-километровый вулканический пояс страны.

Изучение закономерностей проявления вулканизма прошлого позволяет нам не только решать ряд фундаментальных задач вулканологической науки, но и представить возможную опасность, которая ожидает при возобновлении вулканизма в будущем, ибо, как гласит известный афоризм, прошлое – это настоящее и будущее.

Существует определенная закономерность в периодичности проявления вулканизма Земли. Основной задачей в этом вопросе следует считать выявление длительности затишья между отдельными этапами извержений.

В настоящее время мы располагаем определенными данными, которые, при отсутствии прямых признаков подготовки новых извержений, нельзя не учитывать.

Важным обстоятельством следует прежде всего считать то, что Армянское вулканическое нагорье, как и весь Кавказ, по данным Е.Е. Милановского (1965), находится в зрелой орогенной стадии развития. А это значит, что первопричина магматических и вулканических явлений продол-



жает оставаться в стадии повышенной активности.

Доказательством такой активности являются продолжающиеся горизонтальные и вертикальные дифференцированные движения земной коры (Hempton, 1987; Mc Glusky et al., 2000; Lilienberg, 2001 и др.). Вектор движения земной коры на территории Армении имеет северо-восточную направленность, при скорости  $10 \pm 2$  мм/год (Mc Glusky et al., 2000).

В области Восточной Анатолии Армянского нагорья известны вулканы, действовавшие в историческое время, и вулканы, которые все еще проявляют фумарольную активность (Тондуерек, Сипан, Немрут). В кальдере вулкана Немрут имеется термальное озеро (Гущенко, 1978; Yilmaz Y., 1988). Последнее извержение Немрута имело место в 1441г (Oswald, 1906). В конце I в. нашей эры произошло извержение одного из крупнейших центров Восточной Анатолии — вулкана Эрджияс (Гущенко, 1978). Можно упомянуть и фреатическое извержение вулкана Sutlubijan (Hantike, 1962), с образованием на вершине двух кратерных воронок. Имеются сведения о наличии на Сюникском вулканическом нагорье вулканов голоценового и археологических возрастов (Мкртчян и др., 1969; Karakhanian, Jrbashian et al., 2002). Согласно представлениям Р. А. Арутюняна (2000), "Армянское нагорье является регионом активного вулканизма, где на всем протяжении исторического периода многократно происходили вулканические извержения" (с. 51). Он же указывает, что среднее время затишья между вулканическими извержениями в вулканическом поясе Армянского нагорья составляет около 250 лет (2000, с. 52), однако такой вывод не подкреплен конкретными фактами. Рассмотрение всех таких условностей, допущенных в его работах (2000, 2001 и др.), не является задачей нашей статьи, и мы ограничиваемся лишь отрицанием двух конкретных примеров, ссылаясь на данные турецких специалистов, результаты которых помещены в специальном выпуске авторитетного издания — "Journal of volcanology and geothermal research" (1998, vol 85, NOS-1-4).

По утверждению Арутюняна (2000, 2001 и др.), последнее извержение Арарата имело место в 1840г., тогда как, по данным турецких вулканологов, в статье, помещенной в указанном журнале (Yilmaz, Güner, Saroglu, 1998, p. 173-210), продукты наиболее молодых извержений Арарата датированы >10000 лет. В этой же работе отсутствуют какие либо сведения о подводных извержениях, имевших место на дне моря Хлат (озеро Ван), о чем также указывается в работе Арутюняна (2001).

Неуверенность в своих выводах об указанных и других исторических извержениях (вулкан Бам, Вайоцсар и др.) следует из утверждения самого Арутюняна о том, что "До сего времени единственно известным и описанным в историко-литературных источниках бесспорным извержением было извержение вулкана Немрут в 1441г." (2001, с. 4).

На молодой возраст позднеколлизийного вулканизма указывают данные о неполноте

остывших магматических очагах, расположенных на разных глубинах земной коры Армении (Бадалян, 1977; Ширинян и др., 1984). Отражение тепла этих очагов фиксируется на поверхности земли аномально высокими значениями тепловых потоков (Мириджанян, 1974, Ширинян, 1980 и др.).

Среднее значение теплового потока, в границах новейшего вулканического пояса нашей республики, составляет  $71 \text{ мВт/м}^2$ . В Арагацкой и Сюникской вулканических областях этот показатель еще более высок — с запада на восток от 90 до  $150 \text{ мВт/м}^2$ , что в два и более раза превышает фоновые значения по республике.

Геофизическими исследованиями выявлена непосредственная связь между высокими значениями тепловых потоков и находящимися на глубине вулканическими очагами. Последние имеют близизометричные формы, площадью порядка  $20 \text{ км}^2$ , при глубине залегания 0,5-5 км (Бадалян, 1977, Ширинян и др., 1984).

Внедрившиеся в земную кору магматические массы обусловили ее разуплотнение, что стало причиной образования глубинного гравитационного минимума (в редукции Буге), наблюдаемого ныне по всему вулканическому поясу (Ширинян, Аджимамудов, 1966).

Магнитотеллурическое зондирование этого пояса выявило существование вдоль него внутрикорового высокоэлектропроводящего слоя на глубинах от 8 до 25 км. Считается, что наличие этого слоя связано с магматическими очагами, сохранившими относительно высокую температуру (Чернявский и др., 1980). Проведенные магнитометрические исследования (Бадалян и др., 1999) показали, что точка Кюри (т.е. уровень, где ферромагнитные минералы в условиях высоких температур резко теряют свою намагниченность и становятся парамагнитными), в пределах вулканического пояса соответствует глубинам 5-6 км (Арагац-Варденис-Сюникская вулканическая область) и 7-8 км — на Гегамском нагорье, тогда как за пределами вулканической области, как, например, в Араратской долине точка Кюри достигает глубины 13 км.

На территории Армении известны более 700 минеральных источников, температура которых, согласно применению кремневого геотермометра, в глубинных резервуарах меняется в широких пределах — от 40 до 160°С (Бадалян, 1999), причем наиболее высокие температуры вод ассоциируют с зоной новейшего вулканизма и с глубинными разломами.

В связи с повышенной нагретостью земной коры территории Армении, следует указать еще на одно важное обстоятельство, которое почему то не учитывается при сейсморайонировании территории нашей республики.

Известно, что территория Армении в системе Альпийско-Гималайского пояса относится к сейсмоактивным областям, где периодически происходят разрушительные землетрясения. Последнее такое землетрясение — "Спитак-88" — имело место 7-12-1988г. Вместе с тем, вот уже продолжительное время неовулканический пояс остается асейсмичным (Ширинян 1999, 2000,



2002), а зоны сильных землетрясений связаны с соседствующими с ним с севера Сомхето-Капанской, а с юга Ереван-Нахичеванской (Приараксинской) структурами, являющимися областями ранней консолидации. Следовательно, землетрясения и вулканизм связаны с различными типами деформации земной коры. В свое время Бадалян, Оганесян, Пирузян (1978) обосновали существование в Армении сейсмогенных и магмопроводящих разломов, связанных, соответственно, с разобщенными областями сжатия и растяжения.

Во всех вулканических областях, где предполагается существование магматических очагов, включая и Армению, накопления деформаций, ведущих к образованию дизъюнктивных нарушений, не происходит. Такие области остаются непроходимыми для поперечных сейсмических волн (Ферхуген и др., 1974; Святловский, 1967; Ширинян, 1992, 2002 и др.). В Тихоокеанском огненном кольце землетрясения и вулканизм связаны с различными структурами земной коры (Ферхуген и др., 1974). Гавайские острова в Тихом океане за последние несколько миллионов лет были районом непрерывной вулканической деятельности, однако эпицентры крупных землетрясений здесь практически не отмечались. По данным тех же авторов, в том же Тихоокеанском поясе, на расстоянии около 2000 км, между вулканами Лассен-Пик и действующими вулканами центральной Мексики не известны проявления вулканизма (с.326). Крупные сейсмические пояса связаны с планетарными глубинными разломами Земли и проявляются во внешних зонах островных дуг, а вулканические — во внутренних. Примером может служить современный сейсмотектонический разлом хребта Кумрох на Камчатке, от которого Ключевская группа вулканов отстоит на 40 км. (Святловский, 1967).

По этому же вопросу имеются совершенно новые данные о вулканизме и сейсмичности Курильских островов. Например, как указывают Злобин и Абдурахманов (2002), под вулканами Урутман, Заварицкого и Горшкова, на глубинах порядка 1-12 км, существуют низкоскоростные неоднородности. Они установлены и под внутрикальдерными активными вулканами Чирпой и Сноу. Это позволяет предполагать наличие разогретых масс, которые контролируют современную высокую вулканическую активность. В пределах низкоскоростной зоны вулкана Урутман выделяются две локальные зоны с пониженными значениями. Геофизические наблюдения на одной из этих зон позволили выявить крупную тепловую аномалию и столбообразную область интенсивного затухания сейсмических волн, которую с большой долей вероятности относят к жидкой магматической колонне.

Повторяемость вулканических извержений позволяет судить об ожидаемой опасности, исходя из особенностей проявления и типов вулканических извержений предшествующего цикла вулканизма.

Опасным следует считать возможное повторение излияний так называемых "затопляющих базальтов". Извержения подобных базальтов приурочены к началу позднеколлизийного цик-

ла вулканизма. В настоящее время покровы и потоки этих базальтов мощностью до 250 м покрывают значительную площадь республики. Последние на территории Армении, в пределах смежных областей Грузии и северо-восточных областях Армянского нагорья проявлены в виде протяженных потоков (ущелья рек Дебед, Ахурян, Раздан, Машавера и т.д.) и довольно обширных покровов (Лорийское, Котайкское, Карсское, бассейн оз. Севан и т.д.).

Из всех вулканических извержений, именших место в прошлом, особенно опасным следует считать возможное повторение игнимбритового вулканизма, с которым могут быть связаны огромные людские потери. При игнимбритовом вулканизме происходит образование суспензий из раскаленного газового облака и песчано-пепловой массы. Такая смесь способна двигаться со скоростью до 100 км/час. Особо большие площади в виде различных типов туфовых и туфолавовых отложений, до 20 м. мощности, покрывают Арагацкую область, откуда прослеживаются на юг, юго-запад в Араратскую межгорную впадину и Анатолию, а на север — в районы бассейна р.Памбак. Продукты этого вулканизма, в виде туфовых пластов, занимают в настоящее время значительные площади города Еревана.

Районы распространения продуктов игнимбритового вулканизма ныне являются густо населенными областями и при повторении подобных извержений они могут иметь катастрофические последствия, подобно Помпейскому извержению, имевшему место в 79г. нашей эры в Италии.

Армянское нагорье по масштабам, типам и особенностям вулканических извержений считается одной из классических областей Мира. Каждый тип вулканизма опасен по-своему, и рассмотреть негативные явления, связанные с каждым из них, в объеме одной статьи невозможно. Поэтому мы ограничимся лишь рассмотрением негативных явлений, которые можно ожидать при возобновлении активности крупнейшего полигенного вулкана М.Кавказа — Арагаца.

Арагацкий вулканический массив имеет вид огромного плоско-выпуклого щита, возвышающегося над уровнем Араратской долины более чем на 3 км. Окружность основания этого щита около 200 км. За миллион лет его активность подразделяют на 3 полных и один незавершенный циклы, разделенные продолжительными периодами затишья. Реактивизация вулкана может оказать негативное влияние на окружающую среду в радиусе более 35-40 км. Наибольшему ущербу подвергнется природная среда, расположенная в западной части от вулкана, которая, судя по прежним извержениям, окажется в зоне распространения лав и рыхлых выбросов. Большой ущерб может быть нанесен в результате таяния ледников вершинной зоны и снежного покрова склонов вулкана. Разрушительные грязевые потоки могут достигнуть населенных пунктов, расположенных на окружающих Арагац равнинах и плато. Примеры подобных потоков зафиксированы по северным склонам вулкана Б. Арарат. (Yilmaz Y, et all, 1989).

В пределах Арагацкого вулканического мас-



сива формируются и накапливаются значительные массы пресной воды, которой обеспечиваются населенные пункты большого региона, включая часть гор. Еревана. В этой связи следствием реактивизации вулкана может стать разрушение данной природной системы водообеспечения.

Резюмируя вышесказанное, можно прийти к выводу, что, исходя из особенностей проявления предшествующего цикла вулканизма, в пределах Армянского вулканического нагорья все еще существует потенциальная возможность возобновления вулканических извержений; такой прогноз можно считать бессрочным. Однако это уже является достаточным основанием для организации в Армении целенаправленных исследований, основанных на анализе большого объема геологических и вулканологических данных и на современных комплексных подходах оценки опасности и риска, с использованием новейших ГИС технологий.

Работа выполнена по контрактной теме 1302.

Авторы выражают глубокую признательность руководителю темы, академику НАН РА Джрбашяну Р.Т. за ценные замечания и редактирование текста статьи.

## ЛИТЕРАТУРА

- Арутюнян Р.А. Активный вулканизм Армянского нагорья. Тезисы докладов Второй Туапсинской международной научной конференции "Вулканизм и биосфера Земли", Туапсе, 2000, с.51-52.
- Асланян А.Т. Вулкано-тектоническая активность в Армянском нагорье в плиоцене и постплиоцене. Изв.АН АрмССР, Науки о Земле, 1977, том XXX, №6, с. 3-11.
- Асланян А.Т., Ширинян К.Г., Ананян А.Л., Матхазян Р.С. Задачи исследований и возможности использования подземного тепла в Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XXXIII, №3, 1980 с. 11-19.
- Бадалян М.С. Особенности глубинного строения вулканов Гегамского нагорья по геофизическим данным. Изв.АН АрмССР, Науки о Земле, 1977, №2, с.59-67.
- Бадалян М.С., Оганесян Ш.О., Пирузян С.А. Некоторые соотношения между геофизическими полями и новейшим вулканизмом Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1978, №1, с.47-57.
- Бадалян М.С. Попытка оценки глубинных температур минеральных вод Армении: применение химического геотермометра. В сб.: Научн. тр. Конференции, посвященной памяти канд. геол. минер. наук А.Г.Бабджаняна. Гюмри: Изд "Гитутюн", 1999, с.73-81.
- Гушенко Н.И. Извержение вулканов Мира. Каталог "Наука", 1975, 475 с.
- Злобин Т.К., Абдурахманов А.И. Вулканы, магматические очаги и глубинное строение о-ва Кунашир (Курильские острова). Третья Туапсинская Международная научная конференция "Вулканизм и биосфера". Туапсе, 2003, с.53-54.
- Мархинин Е.К., Сирин А.Н., Тимирбаева К.М., Токарев П.И. Опыт вулкано-географического районирования Камчатки и Курильских островов. Бюлл. Вулканологической станции АН СССР, №32, 1956, с.52-70.
- Милановский Е.Е. Орогенный вулканизм и тектоника Кавказа. Тезисы докл. Международн. коллоквиума по тектонике Альпийской складч. области Евразии и Малой Азии, Тбилиси, 1965, с.78-79.
- Мкртчян К.А., Трифонов В.Т., Флоренская П.В. Картинная галерея каменного века. "Природа", 1969, №3, с.78-79.
- Свансон Д. А., Касадевалл Т. Дж., Дзуризин Д., Ньюхолл С. и др. Прогнозы и предсказания извержений вулкана Сент-Хеленс, США. 27-й Международный геологический конгресс, коллоквиум 06, землетрясения и предупреждение стихийных бедствий. Доклады, т.6, М., 1984, с.92-105.
- Святловский А.Е. Очерк истории четвертичного вулканизма и тектоники Камчатки. М.: Наука, 1967, 219 с.
- Ферхуген Д.Ж., Тернер Ф., Вейс Л., Вархавати Г. Файф У. Земля, введение в общую геологию. Изд "Мир", т.1, 1974, 392 с.
- Чернявский Г.А., Яникян В.О., Мириджанян Р.Т. Некоторые результаты глубинного магнитотеллурического зондирования на территории Армянской ССР, Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1980, №6, с. 43-50.
- Ширинян К.Г., Аджимамудов Э.Б. Тектонические условия новейших вулканических проявлений Армении (по данным геофизических исследований). В сб. Вулканизм и глубинное строение Земли. Тр. II Всесоюзн. вулканол. совещания, том 3, М.: "Наука", 1966, с.82-89.
- Ширинян К.Г. Возможные петрогенетические ресурсы новейшего вулканического пояса Армянской ССР и некоторые проблемы их поисков и изучения. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1980, №3, с.36-46.
- Ширинян К.Г., Карапетян С.Г., Бадалян М.С. Закономерности позднеорогенного вулканизма Армянского нагорья в связи с особенностями формирования и эволюции магматических очагов. Международный геологический конгресс., Тезисы, том IV, секция 08, 09, М., 1984, с.195-197.
- Ширинян К.Г. Об отсутствии очагов сильных землетрясений в позднеорогенных вулкано-блоковых структурах Армянского нагорья. Հայաստանի շրջափակի տեղեկագիր, համալիք րոպարկում, 4, 1999, с.16-18.
- Ширинян К.Г. Связь сейсмичности и вулканизма с различными типами деформации Земли и вопросы сейсморайонирования территории Армении. Сб. научн. трудов конференции, посвящ. основанию ИГИС НАН РА. Изд. НАН РА. Гюмри 2002, с.157-161.
- Hantice G. Übersicht die volcanische Tätigkeit 1955-1959. Bull. volcanol. T. XXIV, Napoly, 1962, p.321-349.
- Ilmaz Güner Quarternary volcanism in eastern Turkey (Nemrut, Sipan, Tendurek and Agri volcanoes) IAVCEI, 1985, Scientific Assembly, Giardini-Naxos (Italy), 1985, p.69-70.
- Journal of volcanology and geothermal research, vol. 85, NOS-1-4, Amsterdam, 356p.
- Karakhian A., Jrbasian R., Trifonov V., Philip H., Arakelian S., Avagian A. Holocene historikal volcanism and active faults an natural risk factors for Armenia and adjacent countries, 2002, YVRG, v. 113, Elsever, Net. P.319-344.
- Lillienberg D.A. Regularities of contemporary Geodinamics of Mountationous Morfostructures. Problems of Geomorfology and neotectonics of Mountain Regions of Alpine-Himalayas Belt. Abstracts of papers International tematic conference. Yrevan, 2001, p.33-34.



Mc. Glysky, Balasanjan, Barka, Lemir at all. Global positioning sistem contractions of Plate kinematics and dinamiks in the Eastern Mediterranean and Gaucassus. Journal of Geophys. Research, vol. 105, №133, 2000, p.5695-5719.

Osswald F. Geology of Armenia, London, 1908.

Smith R.B., Christiansen R.L. Yellowstone Park as a window on the Earths interior-Sci Amer. 1980, vol. 242, №2, p 104-117.

Yilmaz Y., Güner Y., Saroglu F. Geology of the quaternary volcanic centres of the east Anatolia, journal of Volcanology and Geothermal Research 85, 1988, p.173-210.

## ՀՐԱՔԽԱՅԻՆ ԺԱՅՔՔՈՒՄՆԵՐԻ ԲԵՐՍԿՍԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՀՐԱՔԽԱՅԻՆ ԲԱՐՉՐԱՎԱՆԴԱԿՈՒՄ

Կ. Գ. Շիրինյան, Ս. Հ. Կարապետյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հրաբխային ժայթքումների վերսկսման հնարավորությունը հայկական հրաբխային բարձրավանդակում հիմնվում է մի շարք գգուշացնող նախադրյալների վրա:

Հայտնի է, որ բնական աղետները, այդ թվում և հրաբխային երևույթները, կրկնվում են որոշակի պարբերականությամբ: Նոր ժայթքման նախապատրաստումը սկսվում է նախորդի վերջանալուց անմիջապես հետո: Տարբեր հրաբուխներ ունեն նախապատրաստման տարբեր տևողություններ: Պոտենցիալ ակտիվ են համարվում բոլոր այն հրաբուխները, որոնց մասին չկան տվյալներ պատմական ժամանակաշրջանում նրանց գործունեության մասին, բայց կան լավ պահպանված ժայթքման կենտրոններ և լավային հոսքեր: Նման հրաբուխները բնորոշ են ամբողջ հայկական բարձրավանդակի համար:

Անցյալի (վերին պլիոցեն-հոլոցեն) հրաբխային երևույթների պատճառը դիտվում է ուշ կոլիզիոն և դրա հետ կապված երկրակեղևի դիֆերենցացված բարձրացումների և օրոգեն պրոցեսների հետ, որոնք տեղի են ունեցել Աֆրիկա-Արաբական և Եվրասիական սալերի բախարգելման գոտում, որոնք շարունակվում են նաև ներկա ժամանակաշրջանում: Գոյություն ունեցող տվյալների համաձայն հայկական բարձրավանդակը, ինչպես նաև ամբողջ Կովկասը, դեռ գտնվում են հասունացած օրոգեն զարգացման փուլում: Հետևաբար երկրակեղևի ներկայիս գեոդինամիկական ռեժիմը նախապես նպաստավոր է հրաբխայնության վերսկսման համար:

Կան նաև բազմաթիվ այլ տվյալներ, որոնք դիտվում են որպես հրաբխային ժայթքումների ռեակտիվիզացիայի նախադրյալներ: Այսպես օրինակ՝ Արևելյան Անատոլիայում (Արևմտյան Հայաստան) հայտնի են ֆուկարոլային գոլծունեություն դրսևորող հրաբուխներ (Սիփան, Թոնդրակ, Նեմրուք): Համաձայն Օսվալդի տվյալների, Նեմրուք հրաբուխի վերջին ժայթքումը տեղի է ունեցել 1441 թ.: Մինչև օրս նրա խառնարանում պահպանվել է տաք լիճ, որը վկայում է այդ հրաբուխի օջախի բարձր ջերմաստիճանի մասին:

Բավականին բարձր են նաև Հայաստանի Հանրապետության հարյուրավոր հրաբխային օջախների ջերմության ցուցիչները, որոնք տարբեր ձևերով արտահայտվում են թե՛ երկրակեղևի ներսում և թե՛ նրա մակերեսի վրա: Ջերմային դաշտի տարբեր արտահայտումներից են երկրակեղևի բարձր էլեկտրոհաղորդականությունը, Կյուրիի կետի փոքր խորությունները (5-8կմ), հրաբխային գոտում գտնվող ջրերի բարձր ջերմությունները, որոնք խորքային ջրամբարներում հասնում են 40-160 °C:

Հրաբխային օջախների տաքությունը արտահայտվում է երկրի մակերեսի վրա ջերմային հոսքի անոմալ մեծություններով, որոնք գերազանցում են ֆոնային ցուցանիշները 2-ից 3 անգամ հասնելով մինչև 150 ՄՎտ/մ<sup>2</sup>:

Հայտնի է, որ ժամանակակից և նորագույն հրաբխային շրջանները զերծ են տեկտոնական բնույթի երկրաշարժից: Հայաստանի նորագույն հրաբխային գոտում ընդհանրապես ավերիչ երկրաշարժներ չեն արձանագրվել, որը նույնպես հետևանք է ընդերքի բարձր ջերմության: Պետք է ենթադրել, որ երկրակեղևի մեծ խորություններում գոյություն ունի առնվազն օջախների պլաստիկ վիճակ, որի պայմաններում բացառվում է դիզյունկտիվ խախտումների զարգացումը: Նույն հանգամանքով է պայմանավորված հրաբխային օջախներում սեյսմիկ լայնակի ալիքների անթափանցելիությունը:

Հրաբխագիտության ֆունդամենտալ խնդիրներից մեկը անցյալում տեղի ունեցած ժայթքումների ուսումնասիրությունն է, որը հնարավորություն է տալիս պատկերացնել այն վտանգը, որը սպասվում է նրա կրկնման դեպքում, բանի որ համաձայն հայտնի աֆորիզմի՝ անցյալը դա ներկան է, ինչպես նաև ապագան:

Մեկ հողվածի սահմաններում հնարավոր չէ շարադրել այն վտանգի մեծությունը,



որը կապված է անցյալում տեղի ունեցած յուրաքանչյուր ժայթքման առանձնահատկությունների հետ: Այդ իսկ պատճառով տվյալ հոդվածում դիտվում են ժայթքման մի քանի ամենավտանգավոր ձևեր: 'Դրանք են' բազալտային լավաների հեղեղատները, որոնք այսօր մինչև 250մ քարե պատյանի ձևով ծածկում են մեր հանրապետության զգալի տարածքները: Մյուս վտանգավոր տիպը ներկայացված է իզոհիմքրիտային հրաբխայնության արգասիքներով, որոնք ներկայացված են հազարավոր քառակուսի կիլոմետրեր ծածկող սուֆերի և տուֆոլավանների շերտով Արագածի մարզում և նրա հարակից շրջաններում՝ ընդգրկելով նաև Երևանի զգալի մասը:

Այդպիսի ժայթքումները ներկայացնում են շիկացած ամպեր, որոնց մեջ որպես կախույթ գտնվում է հրաբեկորային մոխրի մեծ ծավալներ: Նման կրակե ամպերը կարող են հանդիսանալ մեծաքանակ մարդկային կորուստների պատճառ: Թե՛ նյութական, և թե՛ մարդկային զոհերի պատճառ կարող է հանդիսանալ հրաբխայնության մեկ այլ տիպ՝ կապված Փոքր Կովկասի ամենամեծ և ամենավտանգավոր հրաբխի՝ Արագածի ժայթքման վերսկսման հետ, և որի հասցրած վնասները կարող են գերազանցել «Սպիտակ 88» երկրաշարժի հետևանքները:

Ամփոփելով վերը շարադրվածը՝ կարելի է գալ այն եզրակացության, որ հայկական հրաբխային բարձրավանդակում դեռ առկա է հրաբխային ժայթքումների վտանգը իր կործանարար հետևանքներով: Նման եզրակացությունը բավականաչափ հիմք է հանդիսանում Հայաստանում ավելի խոր, ֆունդամենտալ աշխատանքներ ծավալելու համար, որոնք պետք է հիմնված լինեն կոմպլեքսային մոտեցումների վրա՝ կիրառելով բոլոր նորագույն՝ բարձր ճշգրտության մեթոդներն ու սարքավորումները, ինչպես դա արվում է բոլոր այն երկրներում, որտեղ առկա է հրաբխային երևույթների վերսկսման վտանգը:

## ON THE POSSIBILITY OR RESUMED VOLCANIC ACTIVITY IN THE ARMENIAN VOLCANIC HIGHLAND

K. G. Shirinyan, S. G. Karapetyan

### Abstract

The article considers a set of precursors of potential resumption of volcanism in the Armenian Volcanic Highland in a long-term prediction, assesses the hazard expected in case of new eruptions with argumentation based on the evidence of the last cycle eruptions, and raises a question on the need for organization of targeted studies to develop more reliable prediction criteria.



## ЭКСПЛОЗИВНЫЕ БРЕКЧИЕВЫЕ ТЕЛА КАДЖАРАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ И УСЛОВИЯ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

© 2004 г. М. А. Арутюнян, А. Х. Мнацаканян, Р. Н. Таян

Институт геологических наук НАН РА  
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения  
E-mail: rubenhar@yahoo.com, hrshak@sci.am  
Поступила в редакцию 05.05.2004 г.

В статье рассматривается пространственное и структурное размещение флюидно-эксплозивных брекчиевых тел в пределах Каджаранского рудного поля. Описываются особенности их внутреннего строения, состав и размерность кластического материала, степень explosивности, характер цементирующего субстрата. Приводятся петрохимические составы пород брекчиевых тел и параметры химизма слагающих их минералов. По глубине формирования выделяются моноциклические брекчии гипабиссальной фации и более приповерхностные брекчии полициклического развития.

Эксплозивные брекчиевые образования в настоящее время выявлены на всех крупных месторождениях медно-молибденовой формации руд. Характеризуются они тесной пространственно-временной сопряженностью с процессами рудогенеза (Сотников, Берзина и др. 1977; Туговик, 1984) и часто, как рудовмещающие породы, играют важную роль в формировании собственно месторождений.

К настоящему времени в пределах Каджаранского рудного поля установлены три брекчиевых тела (рис. 1, участки 1, 2, 3). Первое из них – известный выход Центрального участка рудного штокверка (Пашков и др., 1975; Карамян и др., 1976). Второе вскрыто водоотводной штольней р. Саккар и расположено в 3,5 км к востоку от месторождения. Третье, наиболее крупное (до 0,8 км<sup>2</sup>) штокообразное тело обнажается на западном склоне высоты “Медвежья”. Последние из отмеченных тяготеют к участкам пересечения субширотной тектонической зоны правобережья р. Вохчи, вмещающей пояс предшествующих оруденению даек мегафировых гранодиорит-порфиров с субмеридиональным дайковым поясом выс. “Медвежья” (Таян, 1984).

Ранние публикации (Пашков и др., 1975; Шипулин и др., 1975; Карамян и др., 1976) по выходу брекчий Центрального участка месторождения отражают особенности его проявления на горизонте 2130 м. Резкое отличие по облику от известных в пределах рудного поля даек, а также наличие в них рудокластов кварц-молибденовой стадии и факт пересечения их, как и самого брекчиевого тела, кварц-халькопиритовыми прожилками, явились тогда основанием для выделения на месторождении “внутриминерализационной дайки” кварц – сиенит-порфирового состава (Карамян и др., 1976) или дайки олигоклазового кварцевого диорита (Пашков и др., 1975; Шипулин и др., 1975). Осложненные пострудной тектоникой контактовые взаимоотношения брекчий с дайкой гранодиорит-порфира привели последних из отмеченных авторов к ошибочному представлению о месте гранодиорит-порфиров в процессе рудогенеза: дорудный возраст гранодиорит-порфиров, неоднократно подтвержденный рядом исследователей, ставился под сомнение, и кроме того высказывалось предположение о разрыве

медной и молибденовой минерализаций во времени и связи молибдена с кислыми дифференциатами, а медного – с более поздними, основными дериватами.

Последующие наблюдения по срезам карьера за контактовыми взаимоотношениями брекчиевого тела и дайки порфиров, тончайшие инъекции в монцониты, а также обнаружение за пределами рудного контура выходов брекчиевых тел, содержащих литокласты даек гранодиорит-порфиров, дают основание относить брекчии к explosивным образованиям (Таян и др., 2002), тесно сопряженным (как и на ряде других медно-молибденовых месторождений) с процессами рудогенеза. Формировались explosивные брекчии после даек гранодиорит-порфиров, в интервале времени между кварц-молибденитовой и кварц-халькопиритовой стадиями. Все отмеченное не позволяет считать дайки гранодиорит-порфиров внутрирудными, а формирование руд Каджаранского месторождения связывать с различными этапами рудно-магматической деятельности.

### Морфология и петрографические особенности

Дайкообразное брекчиевое тело Центрального участка месторождения в настоящем прослежено на глубину более чем на 200 метров (горизонты 2130-1935 м). На верхних горизонтах оно прослеживалось на расстоянии до 40 м, при изменчивой мощности от 0,2 до 2,0 м. На нижних горизонтах отмечается увеличение мощности до 4 м при протяженности в 60 м. Простирается выхода, как и даек гранодиорит-порфиров, субширотное. Падение на юг, угол падения 80°.

К характерным особенностям данного интрузивного тела следует относить брекчиевую текстуру и порфировидный облик цементирующего магматического субстрата, многочисленные тонкие апофизы во вмещающие монцониты. Преобладающие обломки, размерами 3–10 см, представлены монцонитами, без следов замещения и резко выраженных эндоконтактовых явлений. Встречаются также аплиты и микрограносиениты, известные в пределах месторождения.

Магматический цемент брекчиевого тела имеет порфировидную структуру с неравномерным распределением вкрапленников (10–15% по-



верхности шлифа). Представлены они плагиоклазом и биотитом двух генераций, а также редкими выделениями калишпата и роговой обманки, нацело замещенной агрегатом хлорита и карбоната. Плагиоклаз первой генерации имеет таблитчатый облик, интенсивно пелитизирован, альбитизирован и испещрен чешуйками серицита и биотита. Плагиоклаз — II (№ 30–28) имеет тонкопризматический габитус, слабо пелитизирован и нередко образует каемки вокруг кристаллов первой генерации. Ранний биотит сохранился в виде буровато-коричневых реликтов в хлорит-кальцитовых псевдоморфозах. Поздний биотит развит более широко и представлен длиннопризматическими кристаллами коричневатого-бурого или зеленоватого цвета, нередко изогнутыми и деформированными. Отмечаются переходы к мелким пластинкам, игольчатым выделениям биотита в основной массе. Порфиновые выделения калишпата имеют таблитчатый облик и микропертитовое строение. Основная масса — средне- или мелкозернистая, микрогранитовой структуры с переходами к микроаллотриоморфной структуре, участками микропойкилитовой. Она сложена таблитчатыми зернами тонкосдвойникового кислого плагиоклаза, ксеноморфными выделениями калишпат-микропертита, кварцем и тонкими призмами биотита. Отмечаются каемки из калишпата вокруг зерен плагиоклаза. Из акцессорных минералов встречаются апатит, сфен, магнетит. Характерна мелкая равномерная вкрапленность пирита. Постмагматические новообразования представлены биотитизацией, адуляризацией и разрастанием "глазков" мозаичного кварца.

Брекчиевое тело водоотводной штольни Саккар (рис. 1, уч 2) вскрыто по мощности на 4 м, степень насыщенности обломками достигает 85–90%. Брекчия представляет собой плотно сце-

ментированный полимиктовый агрегат неотсортированных пород, размером 5–6, реже 10–12 см, среди которых преобладают биотит-амфиболовые монцониты, отмечаются также амфибол-биотитовые и кварц-биотитовые монцогаббро, сиениты, аплиты, кварцевые диориты и гранодиориты, известные либо в пределах вмещающей монцонитовой интрузии, либо в ее обрамлении. Форма наиболее крупных обломков неправильно-угловатая, более мелких — вытянуто-округлая, иногда овальная, контуры четкие. По периферии отдельных литокластов отмечается калишпатизация.

Микроскопически структура описываемых брекчий литокристаллокластическая, тип цементации контактовый или базальный. В составе кристаллокластов преобладают калишпат, плагиоклаз и биотит. Цементирующая масса представлена на разных участках по-разному. Местами она сложена первичным кварц-полевошпатовым агрегатом аллотриоморфной или фельзитовой структуры с интенсивной эпидотизацией, хлоритизацией и окварцеванием. На других участках устанавливается обломочная структура, сложенная мелкими зернами калишпата, плагиоклаза, кварца и биотита, промежутки между которыми выполнены крипточешуйчатым хлоритом. Реже цемент представлен гидротермально-метасоматическим кварц-серицитовым агрегатом с неравномерными пятнами разрастания этих минералов.

На отдельных участках брекчиевого тела литокласты дезинтегрированы до составляющих породу минералов, обломки которых имеют остроугольную форму и размеры 2–0,2 мм. Они и составляют связующую массу обломочной структуры, сложенную зернами калишпата, плагиоклаза, хлоритизированного биотита, изредка кварца. На этом фоне выделяются своим идиоморфизмом пластинки биотита буровато-корич-



Рис. 1. Схематическая карта Каджаранского рудного поля. 1. Монцониты (верх. эоцен); 2. Порфириновые граниты (ниж. миоцен); 3. Среднезернистые порфириновые гранодиориты (ниж. миоцен); 4. Спессартиты; 5. Диорит-порфиры; 6. Кварцевые диорит-порфиры; 7. Гранодиорит-порфиры (полифиновые); 8. Гранодиорит-порфиры (мегафиновые); 9. Эксплозивные образования; 10. Гидротермальные изменения; 11. Крупные разрывные нарушения; 12. Зоны повышенной трещиноватости; 13. Уступы карьера; 14. Участки выходов эксплозий; 15. Устье водоотводной штольни р Саккар.



невого цвета. Кроме материала дезинтегрированных обломков в цементирующей массе обильно развиваются постмагматические минералы: хлорит в виде бледно-зеленоватых крипто-микрошешуйчатых агрегатов, в поле которых индивидуализируются иногда чешуйки вторичного зеленовато-бурого биотита и "глазки" мелкозернистого мозаичного кварца в ассоциации с эпидотом. Отмечаются кроме того процессы кварц-серицитовых изменений с сопутствующим пиритом, накладывающимся как на литокласты, так и на цементирующую массу. Пирит в идиоморфных кристаллах, окаймленных гидроокислами железа — гидрогетитом, установлен во всех разностях брекчий и характеризуется процессами мушкетовитизации. Аналогичные гидротермальные образования проявляются в пределах Каджаранского рудного поля во вторичных кварцитах дорудного пропилитового изменения, а также в связи с кварц-пиритовой стадией минерализации.

Третий выход взрывчатых брекчий, штокообразное тело выс. "Медвежья" (рис. 1, участок 3), находится на более высоком гипсометрическом уровне (2100-2200 м.). Насыщенность обломками и их размерность такие же, как и в брекчиях водоотводной штольни Саккар, но с большим разнообразием кластического и цементирующего материала. Отличия заключаются в преобладании кристаллолитокластических структур, появлении витрокластов, контактового или порового типа цементации, структурных особенностях цементирующей массы.

Состав литокластов полимиктовый, с преобладанием монцонитов и их дезинтегрированных минералов. Высоко содержание разнообразных по составу гранитоидов и гранодиорит-порфиров, кварц-серицитовых пород. В отличие от других выходов, здесь устанавливаются также ксеногенные обломки андезитов, не обнажающиеся в ближайшем окружении. Они имеют микропорфировую структуру, гиалопилитовую, микролитовую структуру основной массы с опацитизированным стеклом: нередко видна миндалекаменная текстура с синевато-зеленым тонкоагрегатным хлоритом в пустотах.

Кристаллокласты обычно количественно преобладают и представлены угловатыми зернами измененного плагиоклаза (альбитизация, сосюритизация, пелитизация) микропертитового калишпата, реже микроклина, хлоритизированного биотита, кварца. Кристаллокласты нередко катаклазированы и деформированы.

Витрокласты сравнительно редки, размеры их 3-4 мм. Они имеют линзовидную или неправильную форму с характерными рваными, пламенеvidными контурами, содержат многочисленные микролиты и лейсты плагиоклаза, сфероиды зеленого хлорита. Собственно вулканическое стекло в них замещено волокнисто-чешуйчатым или криптокристаллическим хлоритом синевато-зеленого цвета.

В цементирующей массе взрывчатых брекчий описываемого выхода наблюдаются генетически разнообразные микроструктуры. Их можно свести к следующим типам: 1. Первично-маг-

матическая микрофельзитовая масса. 2. Вторичный мозаично-кварцевый агрегат со средне-мелкокристаллической структурой с наложенной эпидотизацией, хлоритизацией и окварцеванием. 3. Однородная тонкоагрегатная структура хлоритовой массы с мелкими "глазками" кварца и эпидота. 4. Реликтовая пепловая структура с характерными дужковидными рогульчатыми обломками нацело хлоритизированного стекла и треугольными, продолговато-вогнуто-выпуклыми осколками плагиоклаза и кварца в промежуточной криптокристаллической хлоритовой массе. 5. Структура полупрозрачного глинисто-хлоритового криптокристаллического агрегата в тесной смеси с гидроокислами железа.

Таким образом, по наличию в кластическом материале взрывчатых тел Каджаранского рудного поля рудокластов, обломков дорудных даек, вторичных кварцитов, кварц-серицитовых метасоматитов можно утверждать, что процесс брекчирования происходил близкоодновременно с рудным процессом. Это свидетельствует не только о тесной пространственно-временной, но и генетической связи явлений брекчирования с глубинными очагами порфирового магматизма и гидротермального рудообразования. Разнообразие цементирующего материала, представленного как магматическим (порфировидные, аллотриоморфные, микрофельзитовые структуры), так и вторичным (мозаично-кварцевые гидротермально-метасоматические, хлоритовые агрегаты, дезинтегрированные, перетертые минеральные агрегаты) субстратами и своеобразным взрывным пепловым типом, свидетельствует о полицикличности (многократное повторение флюидно-взрывных явлений) взрывчатого брекчирования.

### Химический состав пород взрывчатых брекчий

В табл. 1 приводятся химические составы цементирующих магматических субстратов взрывчатых брекчиевых образований Каджаранского рудного поля. Составы субстратов дайкообразного взрывчатого тела Центрального участка (анализы 1-4) варьируют от субщелочных (и лейкократовых) кварцевых диоритов до кварцевых монцонитов.

В этом ряду содержание  $\text{SiO}_2$  возрастает от 54,6 до 59,5%, сумма щелочей — от 6,9 до 7,7%; максимальное содержание последних отмечается в лейкократовых разностях (8,6%).  $\text{K}_2\text{O}$  чаще всего преобладает над  $\text{Na}_2\text{O}$ . По сравнению с составом вмещающих монцонитов (Мкртчян и др., 1969) в субстрате дайкообразного брекчиевого тела Центрального участка устанавливаются более высокие содержания  $\text{SiO}_2$  и  $\text{K}_2\text{O}$ , пониженные —  $\text{TiO}_2$ , сумма двух- и трехвалентного железа,  $\text{CaO}$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Составы субстратов взрывчатых брекчий выс. "Медвежья" (анализы 5-8) обнаруживают вариации в пределах кварцевый монцонит — кварцевый диорит. Содержания  $\text{SiO}_2$  возрастают от 59,2 до 62,9% при одновременном убывании суммы щелочей от 6,7-8,2 до 6,2% за счет  $\text{K}_2\text{O}$ .



Таблица 1

| Окислы                         | 1     | 2      | 3      | 4     | 5      | 6      | 7      | 8      |
|--------------------------------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 54,59 | 58,82  | 59,40  | 59,48 | 59,15  | 60,00  | 61,63  | 62,85  |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,09  | 0,87   | 0,09   | 0,54  | 0,73   | 0,59   | 0,48   | 0,63   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 20,54 | 18,19  | 15,74  | 14,48 | 20,94  | 19,69  | 15,86  | 15,19  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,61  | 1,99   | 0,30   | 2,22  | 1,01   | 0,93   | 1,69   | 3,96   |
| FeO                            | 3,08  | 2,91   | 3,36   | 1,68  | 4,88   | 4,59   | 3,73   | 2,87   |
| MnO                            | 0,06  | 0,28   | 0,06   | 0,11  | 0,31   | 0,25   | 0,01   | 0,05   |
| MgO                            | 1,96  | 2,20   | 4,28   | 4,14  | 2,22   | 2,02   | 3,48   | 3,75   |
| CaO                            | 4,13  | 2,60   | 3,64   | 4,75  | 2,05   | 2,40   | 2,90   | 2,80   |
| Na <sub>2</sub> O              | 1,80  | 3,10   | 2,70   | 2,35  | 4,50   | 3,70   | 3,50   | 4,10   |
| K <sub>2</sub> O               | 5,10  | 5,50   | 4,60   | 5,40  | 2,20   | 4,50   | 4,40   | 2,10   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,34  | 0,59   | 0,34   | 0,11  | 0,59   | 0,46   | 0,07   | 0,14   |
| CO <sub>2</sub>                | 2,92  | —      | 3,60   | —     | —      | —      | —      | 2,12   |
| n.n.n.                         | 4,47  | 3,02   | 2,34   | 2,85  | 2,06   | 1,56   | 3,50   | —      |
| H <sub>2</sub> O               | 0,06  | 0,80   | 0,09   | 0,72  | —      | —      | 0,10   | 0,07   |
| Σ                              | 99,75 | 100,87 | 100,54 | 98,83 | 100,64 | 100,69 | 101,35 | 100,63 |
| Нормативный состав по GIPW     |       |        |        |       |        |        |        |        |
| il                             | 0,15  | 1,67   | 0,15   | 1,06  | 1,37   | 1,21   | 0,91   | 1,21   |
| mgt                            | 0,93  | 2,78   | 0,46   | 3,24  | 1,39   | 1,39   | 2,55   | 5,79   |
| ap                             | 0,67  | 1,35   | 0,67   | 0,34  | 1,35   | 1,35   | —      | 0,34   |
| or                             | 30,05 | 32,28  | 27,27  | 31,72 | 12,80  | 26,71  | 26,16  | 12,24  |
| ab                             | 15,20 | 26,22  | 23,07  | 19,92 | 38,27  | 31,46  | 29,36  | 34,60  |
| an                             | 18,64 | 9,18   | 16,13  | 13,07 | 6,68   | 8,34   | 14,46  | 13,07  |
| cor                            | 5,20  | 3,77   | 0,31   | —     | 8,67   | 5,61   | 0,10   | 1,43   |
| wo                             | —     | —      | —      | 4,07  | —      | —      | —      | —      |
| di en                          | 4,82  | —      | —      | 3,31  | —      | —      | —      | —      |
| fs                             | 5,14  | —      | —      | 0,26  | —      | —      | —      | —      |
| en                             | —     | 5,52   | 10,54  | 7,03  | 5,62   | 5,02   | 8,63   | 9,34   |
| hy fs                          | —     | 2,77   | 5,94   | 0,13  | 7,52   | 7,12   | 4,62   | 1,06   |
| q                              | 11,35 | 11,41  | 9,97   | 11,17 | 14,90  | 11,23  | 10,99  | 19,46  |

Примечание: 1 – 4 порфировидный магматический субстрат взрывных брекчий Центрального участка: 1 и 3 – щелочной кварцевый диорит; 2 – щелочной лейкократовый кварцевый диорит; 4 – кварцевый монцит. 5 – 8 микрофелзитовый магматический субстрат взрывных брекчий выс. "Медвежья": 5, 6, 7 – кварцевый монцит; 8 – кварцевый диорит.

Сравнение химизма взрывных брекчий разных участков Каджаранского рудного поля выявляет, что субстраты брекчий выхода выс. "Медвежья" относительно Центрального участка обогащены SiO<sub>2</sub>, нормативным кварцем, Na<sub>2</sub>O, FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при близких содержаниях суммы щелочей. При этом, в первом из них возрастает роль Na<sub>2</sub>O (и нормативного альбита) и убывает K<sub>2</sub>O (и нормативного ортоклаза). Подобные соотношения могут указывать или на антидромный тренд дифференциации магматического субстрата брекчий или, по Г.И. Туговику (1984), на перегрев, повышение температуры и давления флюидной фазы, обусловивших взрывные явления и формирование штокообразного тела брекчий.

### Химический состав минералов

Химический состав породообразующих минералов в взрывных брекчиях Каджаранского рудного поля определялся в прозрачно-полированных шлифах на электронном микроанализаторе CAMEBAX в Департаменте морской геологии IFREMER, Брест, Франция.

**Биотит**, как указывалось выше, представлен в магматическом цементе дайкообразного взрывного тела Центрального участка двумя генерациями, ранняя из которых сохранилась в виде реликтов в хлорит-кальцитовых псевдоморфозах, поздняя представлена свежими идиоморф-

ными выделениями. Для матрикса взрывных брекчий двух других выходов более характерны пластинчатые вкрапленники и кристаллокласты биотита.

В табл. 2 приводятся химические анализы биотитов из субстрата различных участков взрывных брекчий. Для сравнения приведены также представительные анализы биотитов из вмещающих абиссальных монцитов и гипабиссальных порфировидных гранитов (Шипулин и др., 1975). Отметим, что биотиты из монцитов, порфировидных гранитов и дайкообразного взрывного тела Центрального участка по высокой доле Mg в октаэдрической позиции (51–61%) относятся к магниальным биотитам, в то время как биотиты из взрывных брекчий выс. "Медвежья" выше по железистости и близки к магниально-железистым биотитам.

Характерно, что все биотиты взрывных брекчий отличаются от биотитов монцитов и порфировидных гранитов высокой титанистостью. Что касается глиноземистости и, в частности, параметра Al<sup>VI</sup> как показателя глубинности кристаллизации, то здесь соотношения более сложные. Наиболее высокая величина Al<sup>VI</sup> устанавливается в глубинных монцитах (0,206 на ф.ед), наиболее низкая (0–0,031) – в гипабиссальных порфировидных гранитах. Таким образом, очаги кристаллизации порфировых выделе-

Таблица 2

| Окислы                                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|-------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>                                | 36,46 | 36,64 | 36,79 | 35,65 | 36,62 |
| TiO <sub>2</sub>                                | 4,46  | 5,28  | 4,80  | 3,20  | 3,27  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | 13,40 | 12,59 | 13,23 | 15,74 | 14,36 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | 5,68  | —     | —     | 3,67  | 3,20  |
| FeO                                             | 10,00 | 20,66 | 20,49 | 14,62 | 14,54 |
| MnO                                             | 0,25  | 0,07  | 0,01  | 0,22  | 0,30  |
| MgO                                             | 14,13 | 11,08 | 11,30 | 13,40 | 14,76 |
| CaO                                             | —     | —     | 0,16  | 0,17  | —     |
| Na <sub>2</sub> O                               | 0,35  | 0,06  | 0,09  | 0,15  | 0,12  |
| K <sub>2</sub> O                                | 9,34  | 9,96  | 9,37  | 9,09  | 8,74  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                   | 0,03  | 0,02  | —     | —     | —     |
| Cl                                              | 0,02  | 0,36  | 0,20  | 0,29  | 0,07  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | 0,14  | —     | 0,11  | —     | —     |
| H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>                   | —     | —     | —     | 3,56  | 3,88  |
| Σ                                               | 94,25 | 97,12 | 96,55 | 99,76 | 99,46 |
| Кристаллохим формулы в пересчете на 14 катионов |       |       |       |       |       |
| Si                                              | 5,700 | 5,720 | 5,737 | 5,404 | 5,492 |
| Al <sup>IV</sup>                                | 2,300 | 2,280 | 2,263 | 2,596 | 2,508 |
| Al <sup>VI</sup>                                | 0,160 | 0,102 | 0,151 | 0,206 | 0,031 |
| Ti                                              | 0,526 | 0,619 | 0,561 | 0,364 | 0,369 |
| Fe <sup>+3</sup>                                | 0,676 | —     | —     | 0,418 | 0,360 |
| Fe <sup>+2</sup>                                | 1,305 | 2,700 | 2,667 | 1,856 | 1,818 |
| Mn                                              | 0,038 | 0,009 | —     | 0,027 | 0,036 |
| Mg                                              | 3,296 | 2,569 | 2,620 | 3,020 | 3,295 |
| Ca                                              | —     | —     | 0,028 | 0,027 | —     |
| Na                                              | 0,113 | 0,019 | 0,037 | 0,055 | 0,036 |
| K                                               | 1,859 | 1,988 | 1,872 | 1,765 | 1,656 |
| OH                                              | 5,623 | 3,172 | 3,740 | 3,585 | 3,871 |
| Cl                                              | —     | 0,094 | 0,641 | 0,073 | —     |
| f                                               | 0,38  | 0,51  | 0,50  | 0,43  | 0,40  |
| m                                               | 0,62  | 0,49  | 0,50  | 0,57  | 0,60  |
| Na + K/Al                                       | 80,2  | 84,3  | 79,1  | 65,0  | 66,6  |

Примечание: 1 – обр. 30, биотит из вкрапленников взрывного тела Центрального участка; 2 – 3 обр. 123 и 122 – биотиты из матрикса штокообразного взрывного тела выс. "Медвежья"; 4 – биотит из вмещающих монцитов; 5 – биотит из вкрапленников порфировидных гранитов.



ний биотитов из магматического субстрата взрывных брекчий по  $Al^{VI}$  оказываются более глубинными относительно очагов порфировидных гранитов. В свою очередь, различия по величине  $Al^{VI}$  в брекчиях Центрального участка (0,160 на ф.ед.) и выс. "Медвежья" (0,102–0,151 на ф.ед.) указывают на относительно более приповерхностный характер последних. Биотиты

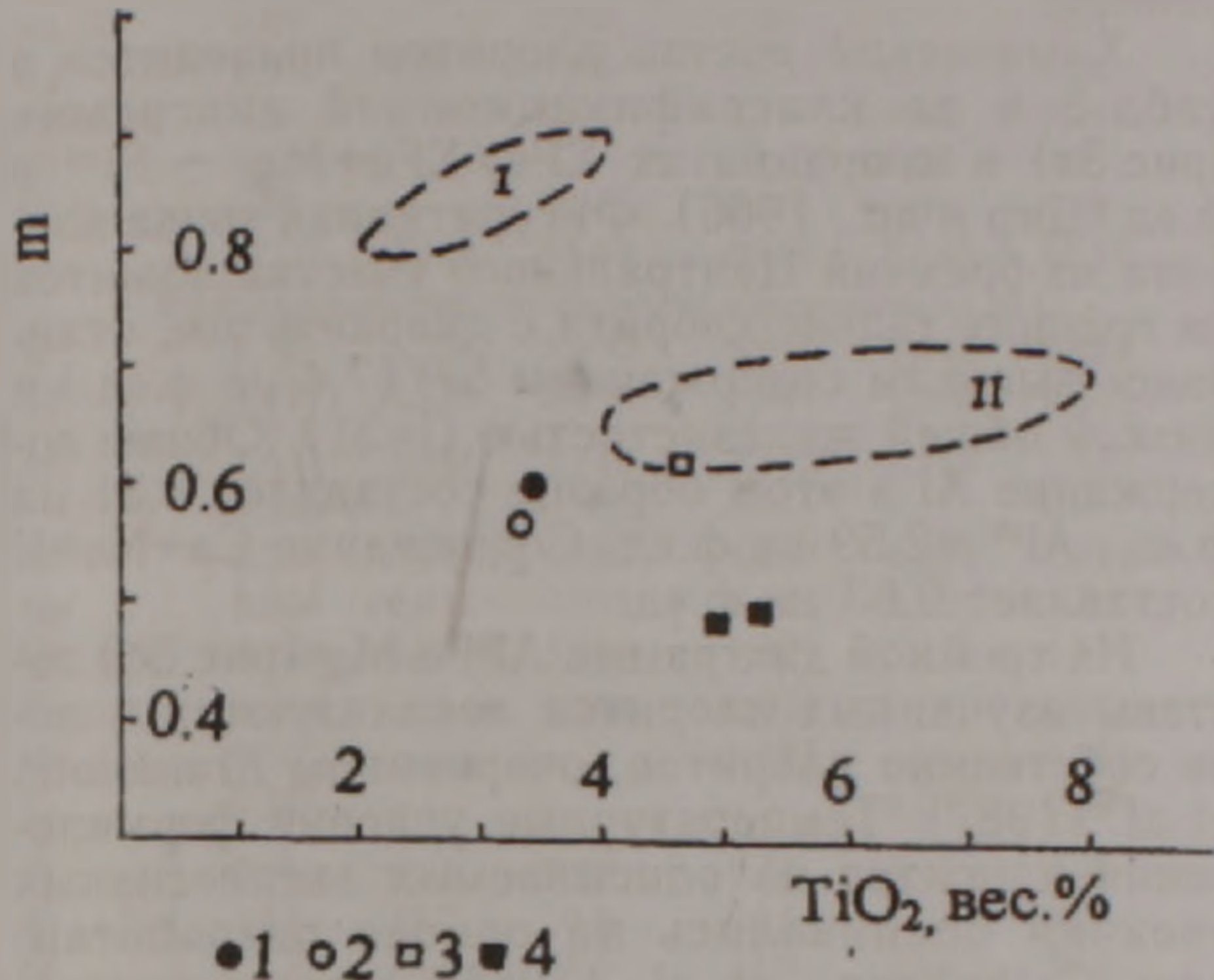


Рис.2 Соотношение магнезиальности (m) и титанистости ( $TiO_2$ ) в биотитах вмещающих интрузивных пород и матрикса взрывных брекчиевых тел Каджаранского рудного поля. Области составов по (Bachinski, 1984): I – область низкотитанистых флогопитов высоких (мантийных) давлений; II – область высокотитанистых флогопитов низких давлений. Условные знаки: 1 – биотит из монзонитов; 2 – биотит из порфировидных гранитов; 3 – биотит из дайкообразного взрывного тела Центрального участка; 4 – биотит из штокообразного тела выс. "Медвежья".

изученных брекчиевых тел характеризуются кроме того значительно более высоким  $Na+K/Al$  (79,1–84,3) отношением, что наряду с высокой ролью Ti (0,53–0,62 на ф.ед.) свидетельствует об условиях повышенной щелочности в очаге их кристаллизации.

На диаграмме в координатах магнезиальность (m)–титанистость ( $TiO_2$ , вес.%) по (Bachinski, 1984) биотиты из взрывных брекчий располагаются вблизи низкобарной области умеренно-магнезиальных высокотитанистых составов (рис.2).

Составы полевых шпатов из матрикса изученных взрывных брекчий приведены в табл.3.

**Плагиоклаз** в дайкообразном взрывном теле Центрального участка представлен двумя генерациями, первая из которых сложена короткопризматическими и таблитчатыми кристаллами, а вторая – удлиненными зернами в основной массе или образует пойкилитовые вроски в калишпате. В брекчиях выс "Медвежья" плагиоклаз имеет преимущественно облик угловатых кристаллокластов, неравномерно альбитизированных и катаклазированных; в матриксе плагиоклаз входит в состав мелкокристаллического кварц-полевошпатового микрофельзитового агрегата. Химический состав плагиоклаза во всех брекчиевых телах варьирует от кислого андезина до чистого альбита (табл.3, анализы 1–4).

**Калишпат** представлен ксеноморфными зернами, нередко с пертитовыми вросками альбита (дайкообразное тело брекчий Центрального участка). Некоторые кристаллы неправильной формы могут быть и вкрапленниками, и реликтами дезинтегрированных до отдельных зерен

Таблица 3

| Окислы                                          | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO <sub>2</sub>                                | 69,09  | 57,74  | 66,57  | 66,76  | 63,10  | 65,25  | 64,00  | 64,07  | 64,39  | 66,47  |
| TiO <sub>2</sub>                                | 0,04   | –      | –      | –      | –      | –      | –      | 0,02   | 0,07   | 0,03   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | 18,95  | 23,06  | 20,79  | 20,82  | 17,81  | 18,28  | 18,59  | 17,99  | 18,11  | 17,37  |
| ΣFeO                                            | –      | 1,03   | 0,09   | –      | 0,72   | 0,07   | 0,26   | 0,08   | 0,05   | 0,33   |
| MnO                                             | 0,06   | –      | 0,03   | 0,03   | –      | –      | –      | 0,11   | –      | –      |
| MgO                                             | 0,02   | 0,06   | 0,01   | –      | –      | 0,01   | 0,04   | –      | –      | 0,03   |
| CaO                                             | 0,23   | 6,30   | 1,78   | 1,98   | –      | –      | 0,19   | 0,07   | 0,07   | –      |
| Na <sub>2</sub> O                               | 11,57  | 7,24   | 10,44  | 10,50  | 0,45   | 1,08   | 1,30   | 1,18   | 1,14   | 0,93   |
| K <sub>2</sub> O                                | 0,16   | 0,57   | 0,21   | 0,23   | 16,56  | 15,88  | 15,35  | 15,72  | 15,92  | 15,30  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                   | 0,04   | –      | 0,05   | 0,03   | 0,08   | 0,03   | –      | –      | 0,04   | –      |
| Cl                                              | 0,02   | –      | –      | 0,01   | 0,09   | –      | –      | 0,02   | –      | 0,01   |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | –      | 0,11   | 0,15   | –      | –      | –      | –      | –      | 0,05   | –      |
| Σ                                               | 100,18 | 96,11  | 100,12 | 100,38 | 98,81  | 100,84 | 99,72  | 99,28  | 99,82  | 100,46 |
| Кристаллохимические формулы в пересчете на 32 O |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Si                                              | 12,066 | 10,785 | 11,698 | 11,698 | 11,926 | 12,003 | 11,877 | 11,961 | 11,961 | 12,169 |
| Al <sup>IV</sup>                                | 3,903  | 5,069  | 4,307  | 4,292  | 3,972  | 3,959  | 4,056  | 3,972  | 3,972  | 3,760  |
| Fe                                              | –      | 0,162  | 0,011  | –      | 0,113  | 0,011  | 0,045  | 0,011  | 0,022  | 0,055  |
| Mg                                              | –      | 0,022  | –      | –      | –      | –      | 0,220  | 0,011  | –      | 0,022  |
| Ca                                              | 0,042  | 1,262  | 0,327  | 0,368  | –      | –      | 0,045  | 0,011  | 0,011  | –      |
| Na                                              | 3,903  | 2,632  | 3,568  | 3,556  | 0,159  | 0,375  | 0,468  | 0,426  | 0,402  | 0,330  |
| K                                               | 0,042  | 0,129  | 0,042  | 0,042  | 3,994  | 3,732  | 3,632  | 3,748  | 3,771  | 3,562  |
| An, %                                           | 1,10   | 32,0   | 8,4    | 9,4    | –      | –      | –      | –      | –      | –      |
| An                                              | 1,05   | 31,37  | 8,30   | 9,28   | –      | –      | 1,1    | 0,20   | 0,30   | –      |
| Ab                                              | 97,9   | 65,42  | 90,63  | 89,66  | 3,8    | 9,1    | 11,3   | 10,2   | 9,60   | 8,50   |
| Or                                              | 1,05   | 3,21   | 1,07   | 1,06   | 96,2   | 90,9   | 87,6   | 89,6   | 90,10  | 91,50  |

Примечание: Плагиоклаз: 1 – обр. 33 из вкрапленников в брекчиях Центрального участка, 2 – обр. 111 из вкрапленников в штокообразном теле выс. "Медвежья"; 3 – обр. 112, то же; 4 – обр. 114, то же. Калишпат: 5 – обр. 36 из вкрапленников в брекчиях Центрального участка; 6 – обр. 29, то же; 7 – обр. 105 из вкрапленников в штокообразном теле выс. "Медвежья"; 8 – обр. 120, то же; 9 – обр. 118, то же; 10 – обр. 104, то же.



кристаллов из монцонитов.

Как следует из табл.3 (анализы 5–10), калишпат в описываемых брекчиях представлен ортоклазом с содержанием Аб компонента в пределах 3,8–11% и крайне низким содержанием анортита (0,2–11%). Последний в калишпатах брекчий Центрального участка отсутствует.

**Апатит** – один из наиболее распространенных акцессорных минералов взрывных брекчий. В дайкообразном теле Центрального участка апатит представлен правильными призматическими, прозрачными кристаллами ( $h:l=2,5:1; 3,5:1$ ). Апатит в цементирующей массе взрывных брекчий выс. “Медвежья” чаще всего представлен неправильными, прозрачными или буроватыми зернами, реже образует удлиненные призмы.

Химические составы апатитов (табл.4) в пересчете на кристаллохимическую формулу обнаруживают небольшой избыток атомов Р и Са по сравнению с теоретическими значениями ( $P=6,0, Ca=10$ ). Гидроксильная группа остается незаполненной до теоретической величины 2,0. Апатиты взрывных брекчий выс. “Медвежья” отличаются несколько повышенными содержаниями хлора и присутствием небольших количеств титана.

**Хлорит** для описываемых взрывных брекчий является типоморфным гидротермальным минералом с разнообразными формами проявления. В дайкообразном теле брекчий Центрального участка он встречается преимущественно в виде псевдоморфоз замещения по ранним вкрапленникам биотита и ассоциируется с кальцитом. В цементе взрывных брекчий штольни Саккар хлорит обильно развивается в виде крипто-микрочешуйчатых агрегатов в парагенезисе с вторичным биотитом, кварцем и эпидотом. В брекчиях выс. “Медвежья” хлорит зачастую играет самостоятельную роль, развиваясь как по витрокластам в виде волокнисто-чешуй-

чатых или сферолитовых агрегатов, так и в качестве почти мономинеральной цементирующей массы пепловой структуры. В этих породах хлорит имеет густой зеленый, иногда синевато-зеленый цвет с аномальными серо-сиреневыми цветами интерференции и микро-крипточешуйчатое сложение. На отдельных участках разрастаются розетковидные агрегаты с высоким двупреломлением.

Химический состав хлоритов приводится в табл.5 и на классификационной диаграмме (рис.3а) в координатах  $\Sigma Fe/\Sigma Fe+Mg - Si^{IV}$  в ф.ед (Дир и др., 1966). Фигуративная точка хлорита из брекчий Центрального участка ложится на границу талько-хлорита с диабантитом, отличающаяся высоким содержанием  $Si^{IV}$  (7,4 на ф.ед.) и низкой общей железистостью ( $f=31$ ). Общее содержание Al в этом образце составляет 3,31 на ф.ед.,  $Al^{VI}=2,69$  на ф.ед. Содержание  $Ca+Na+K$  составляет 0,63 на ф.ед.

На тройной диаграмме Al-Fe-Mg (рис.3б) составы изученных хлоритов локализируются в поле собственно хлоритов, очерченном Kranidiotis et al. (1987). Температурные условия формирования хлоритов из описываемых взрывных брекчий оценивались на основе разработанного Cathelineau et al. (1985) геотермометра:  $t^0=106 Al^{IV}+18$  с корректировкой на отношение  $0,7Fe/Fe+Mg$ . В результате для цементирующего хлоритового субстрата взрывных брекчий выс. “Медвежья” получены значения в интервале 250 – 290°C. Смешаннослойная примесь в хлорите замещения в брекчиях Центрального участка делает определение температуры их образования (~110°C) некорректным.

Таким образом, составы хлоритов в изученных взрывных брекчиях различных участков обнаруживают определенную зависимость от минерального парагенезиса. Вариации величин  $Al^{VI}$  в хлоритах указывают, что брекchie выс. “Медвежья” формировались на более высоких гипсометрических уровнях по сравнению с брекчиями Центрального участка.

Составы хлоритов из взрывных брекчий выс. “Медвежья” характеризуются значительно более низкими содержаниями  $Si^{IV}$  (5,7–6,04 на ф.ед.) и более высокой железистостью ( $f=41–47$ ), что сдвигает их в поле пикнохлоритов. Суммарное содержание Al в них находится в пределах 4,05–4,56 на ф.ед., при этом доля  $Al^{VI}$  заметно ниже (2,13–2,44 на ф.ед.). Содержание  $Ca+Na+K$  не превышает 0,11 на ф.ед. По Cruz et al. (2003), эта величина наряду с повышенными  $Si/Al$  и  $\Sigma Fe/\Sigma Fe+Mg$  отношениями указывает на возможность нахождения в структуре хлорита гидробиотитовой смешаннослойной примеси.

## Заключение

Морфологические особенности, пространственное размещение и внутреннее строение взрывных брекчиевых образований Каджаранского рудного поля позволяют связывать их происхождение со своеобразными постмагматическими флюидно-взрывными процессами, характерными для специализированных интрузивных комплексов.

Таблица 4

| Оксиды                                          | 1      | 2      | 3     | 4      | 5      | 6      | 7      |
|-------------------------------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| SiO <sub>2</sub>                                | 0,22   | 0,18   | 0,43  | 0,24   | 0,26   | –      | –      |
| TiO <sub>2</sub>                                | –      | –      | –     | 0,11   | –      | 0,02   | 0,03   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | –      | –      | –     | –      | –      | –      | –      |
| ΣFeO                                            | 0,09   | 0,03   | 0,13  | 0,13   | –      | –      | 0,12   |
| MnO                                             | –      | –      | 0,03  | 0,07   | 0,07   | –      | 0,03   |
| MgO                                             | 0,01   | 0,03   | –     | –      | 0,02   | 0,01   | –      |
| CaO                                             | 54,86  | 55,48  | 55,62 | 55,48  | 55,97  | 56,32  | 56,43  |
| Na <sub>2</sub> O                               | 0,02   | 0,02   | 0,12  | 0,09   | 0,05   | 0,03   | 0,01   |
| K <sub>2</sub> O                                | 0,02   | –      | –     | –      | –      | 0,02   | –      |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                   | 43,92  | 43,62  | 42,19 | 42,33  | 42,89  | 42,85  | 43,37  |
| Cl                                              | 0,29   | 0,21   | 0,16  | 0,37   | 0,32   | –      | 0,20   |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | 0,06   | –      | 0,03  | 0,04   | 0,03   | –      | 0,04   |
| Σ                                               | 98,89  | 99,56  | 99,70 | 98,85  | 99,62  | 99,40  | 100,73 |
| Кристаллохимические формулы в пересчете на 26 O |        |        |       |        |        |        |        |
| р                                               | 6,302  | 6,299  | 6,435 | 6,206  | 6,222  | 6,233  | 6,243  |
| ΣFe                                             | –      | –      | 0,011 | 0,021  | –      | –      | 0,10   |
| Na                                              | –      | –      | 0,044 | 0,021  | 0,020  | –      | –      |
| Ca                                              | 10,161 | 10,191 | 9,826 | 10,347 | 10,329 | 10,419 | 10,320 |
| Cl                                              | 0,083  | 0,062  | 0,062 | 0,105  | 0,104  | –      | 0,062  |

Примечание: 1 – обр. 38, идиоморфный кристалл апатита из магматического цемента взрывных брекчий Центрального участка; 2 – обр. 39, то же; 3 – обр. 41, то же; 4 – обр. 123, – прозрачный кристалл апатита в матриксе штокообразного взрывного тела выс. “Медвежья”; 5 – обр. 125, то же; 6 – обр. 106, то же; 7 – обр. 109, то же.



Таблица 5

| Окислы                                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|-------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>                                | 37,27 | 27,32 | 28,06 | 28,65 | 28,89 | 28,93 |
| TiO <sub>2</sub>                                | 1,54  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | —     | 0,01  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | 14,24 | 18,54 | 16,90 | 16,16 | 17,32 | 18,30 |
| FeO                                             | 13,75 | 22,91 | 25,12 | 24,02 | 23,37 | 22,96 |
| MnO                                             | 0,14  | 0,09  | 0,22  | 0,12  | 0,34  | 0,01  |
| MgO                                             | 17,56 | 18,26 | 15,97 | 17,17 | 17,09 | 17,27 |
| CaO                                             | 0,16  | —     | 0,14  | 0,12  | 0,03  | 0,06  |
| Na <sub>2</sub> O                               | 0,09  | —     | 0,02  | 0,06  | —     | 0,05  |
| K <sub>2</sub> O                                | 2,33  | 0,02  | 0,06  | 0,06  | 0,32  | 0,28  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                   | —     | —     | 0,06  | 0,19  | 0,06  | 0,21  |
| Cl                                              | 0,15  | —     | —     | —     | 0,04  | 0,01  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | 0,03  | —     | 0,07  | 0,05  | 0,01  | 0,05  |
| Σ                                               | 87,25 | 87,18 | 86,62 | 86,60 | 87,47 | 88,17 |
| Кристаллохимические формулы в пересчете на 28 О |       |       |       |       |       |       |
| Si                                              | 7,381 | 5,726 | 5,990 | 6,079 | 6,042 | 5,988 |
| Al <sup>IV</sup>                                | 0,619 | 2,274 | 2,010 | 1,921 | 1,958 | 2,012 |
| Al <sup>VI</sup>                                | 2,690 | 2,281 | 2,248 | 2,132 | 2,313 | 2,435 |
|                                                 | 0,226 | —     | —     | —     | —     | —     |
| Fe <sup>+2</sup>                                | 2,286 | 4,014 | 4,489 | 4,257 | 4,083 | 3,975 |
| Mn                                              | 0,024 | 0,012 | 0,038 | 0,025 | 0,063 | —     |
| Mg                                              | 5,178 | 5,688 | 5,066 | 5,429 | 5,326 | 5,317 |
| Ca                                              | 0,035 | —     | 0,038 | 0,038 | —     | 0,012 |
| Na                                              | 0,024 | —     | —     | 0,025 | —     | 0,025 |
| K                                               | 0,571 | —     | —     | —     | 0,075 | 0,075 |
| f                                               | 0,31  | 0,41  | 0,47  | 0,44  | 0,43  | 0,43  |
| Al                                              | 30,7  | 32,0  | 30,8  | 29,5  | 31,2  | 32,4  |
| Fe                                              | 21,2  | 28,1  | 32,5  | 31,0  | 29,8  | 28,9  |
| Mg                                              | 48,1  | 39,9  | 36,7  | 39,5  | 39,0  | 38,7  |
| Ca+Na+K                                         | 0,630 | —     | 0,038 | 0,630 | 0,075 | 0,112 |
| T°C                                             | 107°  | 257°  | 254°  | 263°  | 289°  | 266°  |

Примечание: 1 — обр. 42, хлорит из псевдоморфозы по биотиту I в дайкообразном теле взрывных брекчий Центрального участка. 2 — обр. 119, хлорит из гидротермальной цементирующей массы взрывных брекчий выс. "Медвежья"; 3 — обр. 115, то же; 4 — обр. 116, то же; 5 — обр. 108, то же; 6 — обр. 110, то же.

кластов и цементирующего материала взрывных брекчий свидетельствует об их формировании за счет подъема флюидонасыщенных магматических масс через ослабленные зоны (трещины, полости) в относительно твердом (плотном) субстрате. Образование взрывных брекчий находится в тесной пространственно-временной связи с рудным процессом.

На гипабиссальных уровнях (Центральный участок) формирование взрывных брекчий происходило в условиях одноактного прорыва флюидо-магматического субстрата. На малоглубинных уровнях, для которых характерны гетерогенный состав как литокластов, так и самого цементирующего субстрата (первично-магматический, гидротермальный или гидрохимический, кластический, пепловый) фиксируются неоднократные взрывные явления в условиях, когда отсутствует связь с поверхностью (формирование кристалло-витрокластических брекчий и туфов с пепловой структурой).

Минералогические критерии, в частности высокая титанистость, отношение Na+K/Al во вкрапленниках биотитов матрикса взрывных брекчий подтверждают высокощелочной характер магматического очага. Значения параметра Al<sup>VI</sup> в биотитах свидетельствуют о его глубинном характере и указывают на более глубокие условия кристаллизации биотита в брекчиях Центрального участка относительно брекчий выс. "Медвежья". Параметры химического состава хлоритов цементирующей массы взрывных брекчий позволяют оценить температурный интервал образования гидротермального цемента брекчий выс. "Медвежья" в 250–290°C.

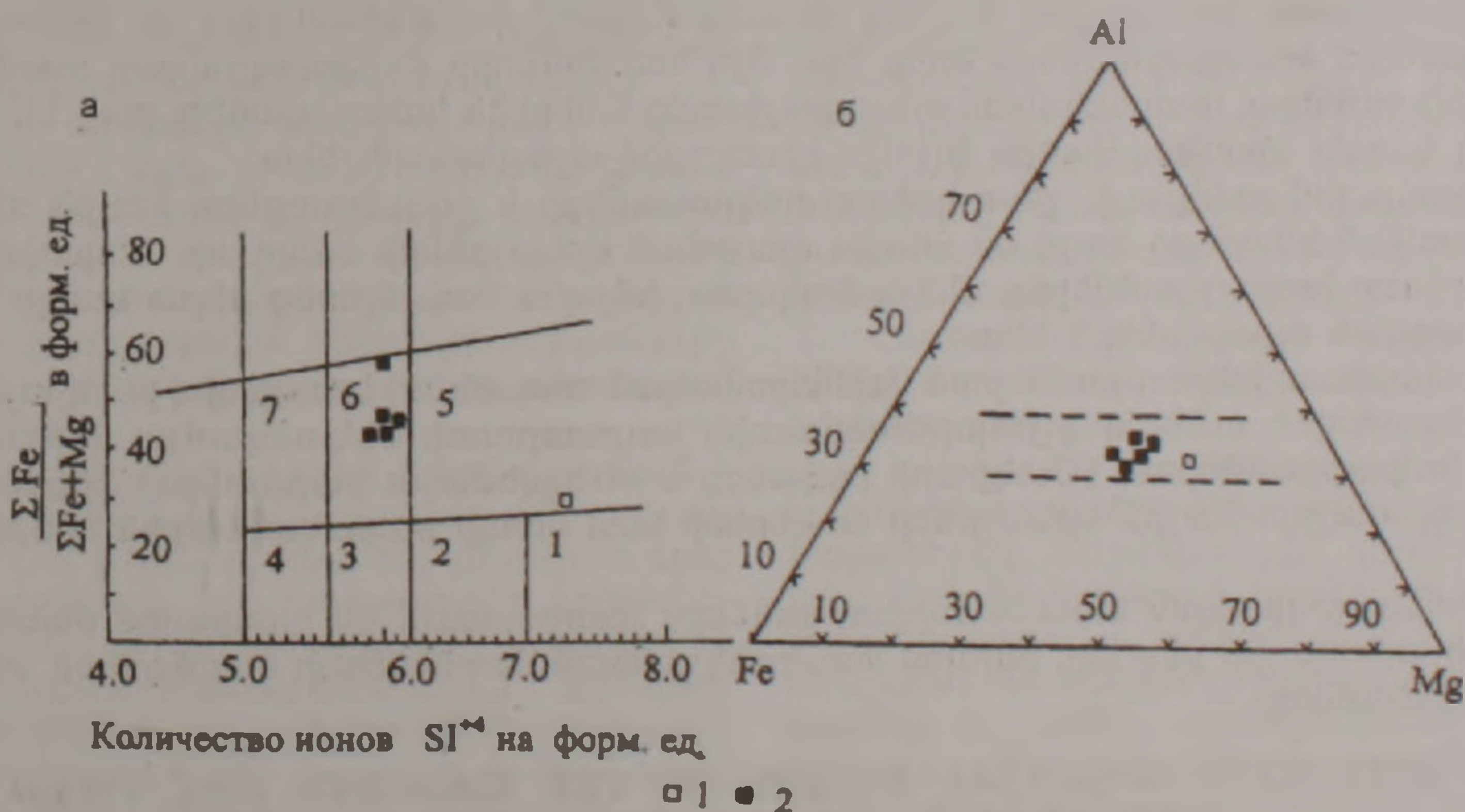


Рис. 3. а). Составы хлоритов из взрывных брекчий Каджаранского рудного поля на классификационной диаграмме Ней (Дир и др., 1966). Поля составов: 1 — талько-хлорит; 2 — пеннин; 3 — клинохлор; 4 — шериданит; 4 — диабантит, 6 — пикнохлорит; 7 — рипидолит. Условные знаки: 1 — хлорит из брекчий Центрального участка; 2 — хлорит из брекчий выс. "Медвежья"; б). Тройная диаграмма Al — Fe — Mg состава хлоритов из взрывных брекчий Каджаранского рудного поля. Пунктиром очерчены границы поля собственно хлоритов [Kranidiotis, 1987].

Магматизм этого типа связан с глубинными источниками, дифференциация которых отвечает тренду накопления щелочей и флюидной фазы в расплаве.

Петрографический состав литокристалло-

Содержания октаэдрического алюминия в хлоритах указывают на более высокий гипсометрический уровень формирования брекчий штокообразного тела, в сравнении с брекчиями Центрального участка.



Авторы приносят глубокую благодарность профессору Департамента Морской Геологии IFREMER, Брест, Франция Роджеру Экиняну за любезно выполненные микрозондовые определения химического состава минералов, а также сотруднице ИГН НАН РА Ж.С. Вартазарян за содействие в работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дир У.А., Хаун Р.Л., Зусман Дж. Породообразующие минералы. т.4. М: Мир. 1966, 481 с.
2. Карамян К.А., Таян Р.Н., Арутюнян М.А. и др. О взаимоотношениях даек и оруденения на Каджаранском месторождении и природе внутриминерализационной дайки. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1976, № 4, с.46-56.
3. Мкртчян С.С., Карамян К.А., Аревшатян Т.А. Каджаранское медно-молибденовое месторождение. Ереван: Изд. АН Арм. ССР. 1969, 326 с.
4. Пашков Ю.И., Ефремова С.В., Аветисян Г.Г. О месте молибденового и медного оруденения в интрузивном процессе (на примере Каджаранского медно-молибденового месторождения). Магматизм и полезные ископаемые, М.: Наука, 1975, с.156-162.
5. Сотников В.И., Берзина А.П., Никитина Е.И., Проскураков А.А., Скуридин В.А. Медно-молибденовая рудная формация. Новосибирск: Наука, 1977, 422 с.
6. Таян Р.Н. Особенности развития разрывных структур Каджаранского рудного поля. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1984, №3, с.21-29.
7. Таян Р.Н., Арутюнян М.А., Мнацаканян А.Х. Особенности проявления эксплозивного брекчирования в гипабиссальных условиях (на примере Каджаранского медно-молибденового месторождения). Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2002, № 1-3, с.24-28.
8. Туговик Г.И. Флюидо-эксплозивные структуры и их рудоносность. М: Наука, 1984, 192 с.
9. Шипулин Ф.К., Рехарский В.И., Розбианская А.А. и др. Интрузии, гидротермально-метасоматические образования и медно-молибденовое оруденение. М: Наука, 1975, 232 с..
10. Bachinski Sh.W. 1984. Ti phlogopites of the Shaw's Cowe minette: a comparison with micas of other lamprophyres. Amer. Miner., v.69, № 1-2, p.41-56.
11. Cruz, M.D.R., Novak, J.K. 2003. Metamorphic chlorite and „vermiculitic” phases in mafic dikes from the Malaguide Complex (Betic Cordillera, Spain). Eur. J. Miner., v.15, p.67-80.
12. Cathelineau, M. and Nieva, D., 1985. A chlorite solid solution geothermometer: The Los Azufres (Mexico) geothermalk system. Contr. Mineralogy, Petrology, v.91, p.235-244.
13. Kranidiotis P. and Mac Lean W.H. 1987. Systematics of chlorite alteration at the Phelps Dodge Massive sulfide Deposit, Matagami, Quebec. Economic Geology, v.82, №7, 1987, p.1898-1911.

## ՔԱՋԱՐԱՆԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ ԷՔՍՊԼՈԶԻՎ-ԲՐԵՎԶԱՆՄԱՆ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԶԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

Մ. Ա. Հարությունյան, Ա. Խ. Մնացականյան, Ռ. Ն. Տայան

Ա մ փ ո փ ու մ

Քաջարանի հանքային դաշտի սահմաններում առանձնացվել են էքսպլոզիվ-բրեկչանման առաջացումների երեք ելք: Այդ մարմինների մորֆոլոգիական առանձնահատկությունները, տարածական տեղաբաշխումը և ներքին կառուցվածքը, թույլ են տալիս նրանց կապել հետմագմատիկ ֆլուիդ-էքսպլոզիվ պրոցեսների հետ:

Էքսպլոզիվ բրեկչայի, լիթո-կրիստալոկլաստների և ցեմենտացնող նյութի պետրոգրաֆիական կազմերը ցույց են տալիս պայթման երևույթների ճակատի տեղափոխումը հիպաբիսալ խորություններից մինչև մակերես, ինչպես նաև նրանց սերտ կապը հանքառաջացման պրոցեսների հետ:

Հիպաբիսալ խորություններում (Կենտրոնական տեղամաս) էքսպլոզիվ բրեկչայի ձևավորումը տեղի է ունեցել ֆլուիդ-մագմատիկ սուբստրատի մեկանգամյա ներմղմամբ: Փոքր խորություններում (Սակքարի բովանցք և «Մեղվեժայա բարձունք») ֆիքսվում են կրկնվող պայթյունային երևույթների մակերեսի հետ կապի բացակայության պայմաններում:

Միներալոգիական ուսումնասիրությունները հաստատում են խորքային մագմատիկ օջախի ալկալային բնույթը, ինչպես նաև բրեկչանման մարմինների ձևավորման տարբեր խորությունները:

## EXPLOSIVE BRECCIAL BODIES OF THE KAJARAN ORE FIELD AND CONDITIONS OF THEIR FORMATION

M. A. Haroutiunian, A. Kh. Mnatsakanyan, R. N. Tayan

### Abstract

The article considers spatial and structural disposition of fluidal-explosive breccial bodies within the Kajaran ore field. Consideration is given to the features of their inner structure, composition and dimensions of clastic material, rate of explosiveness, and character of cementing substrate. The authors present petrochemical compositions of breccial body rocks and chemistry parameters for the minerals of which these are composed. By depth of formation, monocyclic breccias of a hypabbysal facies and breccias of polycyclic development, located closer to the surface, are identified.



ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԵՐԿՐԱԿԵՂԵԼԻ ԿԱԶՄԱՎՈՐՈՒՄ, ԵՎ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՓՈԽԼԵՐԸ

© 2004 թ. Վ. Ա. Աղամալյան

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

Հայաստանի երկրակեղևը կազմված է 2 տարբեր մասերից, որոնք առաջացել են տարբեր ժամանակներում Պալեո-բետիսի օվկիանոսի հակառակ կողմերում գտնվող տարբեր մայրցամաքների կազմում և իրար են միացել միայն սկսած 100 մլն. տարի առաջ Պալեոբետիսի փակման պատճառով տեղի ունեցած կոլիզիայի հետևանքով: Հարավային մասը ունի մինչքենթրյան բյուրեղային հիմք, իսկ հյուսիսայինը – պալեոգոյան: Կոլիզիայի ընթացքում օվկիանոսային կեղևը ճզմվել ու վրաշարժվել է ցամաքի վրա, առաջացնելով Սևան-Աքերայի և Վեդու օֆիոլիտային գոտիները: Այդ Կարի վրա պալեոգենում վրադրվել է Սևան-Շիրակի հետնադեղային ռիֆտը, ուր ներդրվել է Փամբակ-Զանգեզուրի մանթիական դիապիրը: Երկրաբանական, քարաբանական և իզոտոպային տվյալների հիման վրա հողվածում վերծանված են երկրա-կեղևի կազմավորման հիմնական փուլերը:

Հայաստանի երկրակեղևը ըստ իր հզորության և կազմի տիպիկ մայրցամաքային է և ըստ սեյս-մոլոգիական տվյալների («Ձեմլյա», «Չերեպա-խա») նրա հզորությունը տատանվում է 32կմ-ից մինչև 56կմ, ընդ որում մաքսիմալ հզորությունը դիտվում է Սյունիքի մարզի հյուսիսում, իսկ մի-նիմալը՝ Տավուշի մարզի հյուսիս-արևելքում: Ընդ-հանուր առմամբ մեծ հզորությունները հատուկ են Հայկական ծալքավոր գոնային (56-42 կմ), իսկ Սոմխեթո-Ղարաբաղի տեկտոնական գոնան բնութագրվում է համեմատաբար պակաս հզորու-թյամբ (48-32 կմ), որը նկատելի կերպով նվազում է դեպի Զուռի իջվածքը (Асланян и др., 1975): Ըստ Արմաշ-Ախալցխա խորքային զննման կտրվածքի, Սևանա-Շիրակի գոնայի տակ երկրա-կեղևի գրանիտային և բազալտային շերտերը ընդ-հատվում են, փոխվելով ոսպնյական տիրույթնե-րի, ուր 3-ից 20կմ խորություններում կենտրոնաց-ված են երկրաշարժերի հիպոկենտրոնները:

Ներկայիս պատկերը հանդիսանում է երկրա-կեղևի առնվազն 1 մլրդ. տարվա տեկտոնո-թերմալ զարգացման ինտեգրալ արդյունքը, որի հիմնա-կան փուլերը սույն հողվածում առաջին անգամ փորձ է արվում ուրվագծել երկրաբանա-ապարա-բանական և իզոտոպային հետազոտությունների հիման վրա՝ ժամանակակից սալերի տեսության տեսանկյունից:

Հայաստանի երկրակեղևի կազմավորման և զարգացման մասին գրականության մեջ տվյալ-ները համարյա բացակայում են, չհաշված որոշ անհիմն պնդումների, իբր Հայաստանի երկրակե-ղևը առաջացել է Թետիսի օվկիանոսային կեղևի հաշվին, որը խիստ կերպով հակասում է այնպիսի ակնհայտ փաստերի, ինչպիսիք են միջքենթրյան և ֆաներոգոյի տերիգեն հաստվածքների լայն տարածումը, որոնք կազմված են ավելի հին սիա-լիկ մայրցամաքային ապարների հողմնահարված մասնիկներից:

Պարզեցված ձևով Հայաստանի ներկա տա-րածքը կարելի է բաժանել 2 խոշոր ստրուկտուր-ֆորմացիոն գոնաների՝ Հայկական ծալքավոր (Մերձարաքսյանի հետ ) և Սոմխեթո-Ղարաբաղի (Ղափանի հետ), որոնք կտրուկ կերպով տարբեր-վում են իրենց երկրաբանական կառուցվածքով և կազմող ապարների համալիրների առանձնա-հատկություններով (Паффенгольц, 1959; Асланян, 1970; Габриелян и др., 1981): Յուրահատուկ

խումբ են կազմում օֆիոլիտային ասոցիացիայի ապարները, որոնք հանդիսանում են անցյալի օվ-կիանոսային կեղևի պատառները, որոնք գտնվում են ալոխտոն, այսինքն հիմքից կտրված մակերե-սային տեղադրումով երկու գոնաների սահմա-նում, մասամբ էլ արևելքում շեղ կերպով վրա-դրված են Սոմխեթո-Ղարաբաղի գոնայի վրա, գատելով Ղափանի հատվածը ընդհանուր գոնա-յից (Агамалян, 1978):

Երկրակեղևը, որը հանդիսանում է լրթոսֆե-րայի (~100 կմ) վերին մասը, կազմված է հիմնա-կանում (36-50 կմ) մետամորֆային ապարներից և միայն նրա վերին մասը, 0-8 կմ հզորությամբ, ներկայացված է նստվածքային պատյանի չմետա-մորֆիզացված ապարներով, որոնք աններդաշ-նակ կերպով տեղադրված են բյուրեղային հիմքի հողմնահարված մակերեսի վրա: Հետևաբար երկրակեղևի կազմավորումը ներառում է այն բոլոր երևույթները, որոնք հանգեցրել են բյուրեղային հիմքի ձևավորմանը, իսկ հրաբխա-նստվածքային պատյանի կազմավորումը, հրաբխականությունը և ինտրուզիվ մագմատիզմը, ծալքավորումը և հան-քառաջացումը բնորոշում են արդեն ձևավորված կոնտինենտալ կեղևի էվոլյուցիան:

Հայկական ծալքավոր մարզի բյուրեղային հիմքը մերկանում է 600 բառ.կմ մակերեսով Ծաղ-կունյաց զանգվածում և հորատանցքերով հատ-ված է Այնթափի բարձրացումում: Ներկայացված է մինչքենթրյան հասակի քվարց-փայլարային թեր-թաքարերով, մարմարներով, դոլոմիտներով, ինչ-պես նաև ֆիլիտներով, հիմնային և թթու կազմի թերթաքարերով և ամֆիբոլիտներով, որոնց մեջ ներդրված են մինչքենթրյան հասակի սերպենտի-նիտներ, գաբրոներ, տրոնդյեմիտներ և գրանիտո-զնեյսեր: Մինչքենթրյան հաստվածքի մերկացող ընդհանուր հզորությունը հասնում է 5 կմ-ի (Ага-малян, 1993):

Երկրակեղևի կազմավորման մասին մեր պատկերացումները բխում են մետամորֆային ապարների ուսումնասիրության արդյունքներից: Ընդլայնված ձևով այն արտահայտված է հեղի-նակի «Հայաստանի բյուրեղային հիմքը» ծավա-լուն աշխատության մեջ (Агамалян, 1998): Որի հենքի վրա այս հողվածում սեղմ կերպով ուրվա-գծվում է մինչքենթրյան և հերցինյան ժամանակնե-րում կազմավորված Հայաստանի ցամաքային կեղևի երկու մասերի ձևավորման հիմնական փու-



լերը, ինչպես նաև ֆաներոզոյի պատյանի կազմավորման հիմնական մեխանիզմները: Գրաֆիկ տեսքով երկրակեղևի ձևավորման հաջորդաբար ընթացքը ներկայացված է նկար 1-ի վրա կտրվածքների ձևով (նկ.1)

Մինչքենթրյան ժամանակաշրջանում, սկզբում գոյություն է ունեցել մի ծանծաղ ջրային ավազան առանց մագմատիզմի, ուր ընթացել է արգաքանի (ստորին) սերիայի (1.5 կմ) ավազակավային (բջնու շերտախումբ), բորով հարուստ լազունային կավ-ավազային (սուրբսարքիսի շերտախումբ) և օրգանական նյութով հարուստ կավային (վանքիձորի շերտախումբ) նստվածքների կուտակումը՝ խեմոգեն դոլոմիտների ու կրաքարերի շերտերի հերթափոխությամբ:

Վերին պրոտերոզոյից առաջ, հնարավոր է միջին պրոտերոզոյում, սույն հնագույն նստվածքները ենթարկվել են ավանդին-ամֆիբոլիտային ֆացիայի մետամորֆիզմի  $T=550^{\circ}\text{C}$  և  $P=3.8$  կբր պայմաններում, որը նշանակում է որ այդ նրստվածքները ընկղմվել են մինչև 12 կմ խորությունները և մետամորֆիզմից հետո նրանց վրայից հողմնահարվել է այդ հզորության ծածկը և արդեն նռնաքար-քվարց-փայլարային, տուրմալինային և գրաֆիտային թերթաքարերի և մարմարների ձևով նրանք մերկացել են վերին պրոտերոզոյում երկրի մակերեսում կազմելով հնագույն կրատոնի սիալիկ կեղևը (Агамалаян, 1985):

Վերին պրոտերոզոյում տեղի է ունեցել հնագույն կրատոնի տրոհումը միջօրեականի ուղղության ռիֆտինգի և նոր Պրոթետիսի օվկիանոսային կեղևի բացման (սպրեդինգի) միջոցով, ուր միջօվկիանոսային լեռնաշղթայի սահմաններում ընթացել է քասախի շերտախմբի (1850 մ) բազալտային կոմատիտների, գաբրոների և օլիվին-նորմատիվ տոլեիտային բազալտների ժայթքումը որպես օվկիանոսային կեղևի երկրորդ շերտ, հարցբուրգիտների և սերպենտինիտների ձևավորումը որպես ռեստիտային երրորդ շերտ և ֆտանիտների (կայծքարերի) նստեցումը օվկիանոսում: Պրոթետիսի օվկիանոսային տարածքի ներսում ձևավորվել է էնսիմատիկ կղզաղեղային համալիր (ԿՀ), ներկայացված հանքավանի շերտախմբով (1500մ), որտեղ առկա են նաև կրաքարերի և տերիգեն նստվածքների շերտեր, որը վկայում է լիզոկլինից վեր նստվածքառաջացման մասին (Агамалаян, 1994): Հանքավանի էնսիմատիկ ԿՀ-ի էվոլյուցիան հանգեցրել է տոլեիտներից մանթիական ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) = 0.703361 կողմ ունեցող տրոնդյեմիտային մագմայի արտահալմանը  $T = 700^{\circ}\text{C}$  և  $P = 4-5$  կբր պայմաններում և նրա տեղադրմանը 685 մլն. տարի առաջ (ըստ Rb/Sr իզոքրոնի) (Агамалаян и др., 1997) առկա բարոու տիպի կանաչ թերթաքարային ֆացիայի ( $T=450^{\circ}\text{C}$  և  $P = 3-3.5$  կբր.) ամֆիբոլիտային հաստվածքում: Միաժամանակ, Հանքավանի ԿՀ թիկունքում ընթացել է Պրոթետիսի կեղևի սուբդուկցիան դեպի Արգաքանի սիալիկ զանգվածի տակը, որի հետևանքով տեղի է ունեցել գիուզի շերտախմբի (590 մ) պորֆիրիտոիդների քվարց-նորմատիվ տոլեիտային մագմայի ժայթքումը հնագույն կրատոնի հողմնահարման արդյունք հանդիսացող բերդիտակի շերտախմբի (420 մ) արկոզների վրա, որը փոխվել է դալարի շերտախմբի (310 մ) պորֆիրոիդների ռիոլիտային մագմայի ժայթքումով և ավարտվել է ադվերանի շերտախմբի (530 մ) կրա-

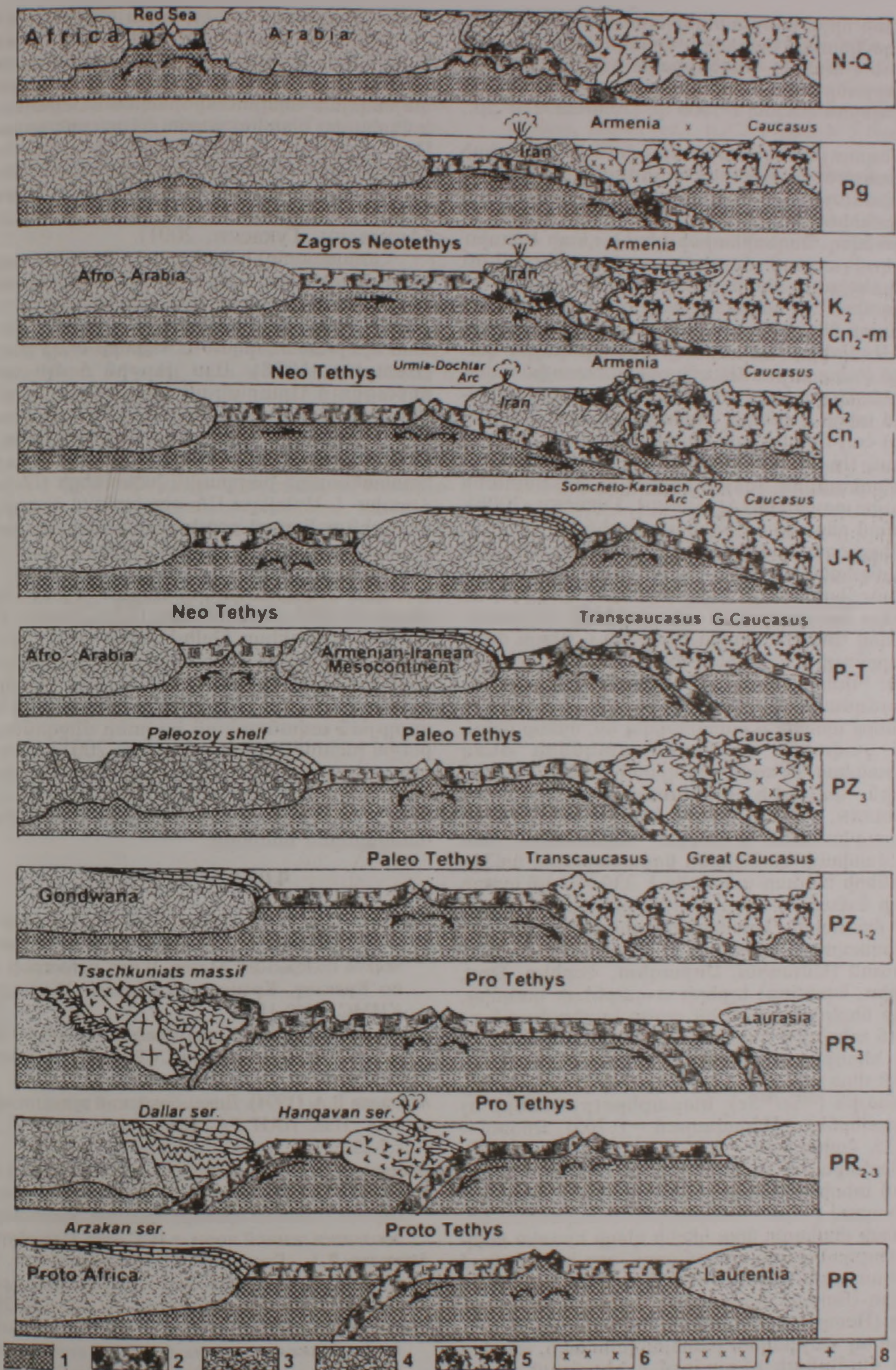
քարային հզոր շերտերի ձևավորմամբ (Агамалаян, 1994):

Ծաղկունյաց զանգվածը որպես Նուբիական-Արաբական նեոկրատոնի հյուսիս-արևելյան մաս ձևավորվել է Պրոթետիսի փակման Պան-Աֆրիկյան օրոգենեզի ընթացքում, որի ժամանակ տեղի է ունեցել աղեղ-աղեղ տիպի բախում (կոլիզիա) Դալարի էնսիալիկ և Հանքավանի էնսիմատիկ ԿՀ-ների միջև (Агамалаян, 1996): Բախման հետևանքով Հանքավանի ԿՀ-ի օֆիոլիտային զանգվածները օբդուկցվել են Դալարի էնսիալիկ ԿՀ-ի վրա, որոնց ծանրության տակ վերջինիս սիալիկ հիմքը ընկղմվել է սուբդուկցիայի ընթացքում նախորոք տաքացած խորքերը: Այն հանգեցրել է սիալիկ հիմքի փայլարային թերթաքարերից կեղևային ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) = 0.7102, 0.7092 կողմ ունեցող գրանիտային մագմայի արտահալմանը (Агамалаян, Гукасян, 2000) և Դալարի (վերին) համալիրի Բարոու տիպի կանաչ թերթաքարային ֆացիայի մետամորֆիզմին  $T = 450-470^{\circ}\text{C}$  և  $P = 4.0$  կբր պայմաններում: Այդ մագմայի կալիումային գրանիտոզնեսների դիապիրների վեր բարձրացման հետևանքով 620 մլն.տարի առաջ (ըստ Rb/Sr իզոքրոնի) տեղի է ունեցել նախկին ծալքավոր մարզի վերջնական կարծրացումը (կրատոնիզացիան) իբրև Նուբիական-Արաբական նեոկրատոնի հյուսիս-արևելյան մասը: Այսպիսով ավարտվել է Հայ-Իրանական ցամաքի, ինչպես նաև ամբողջ Պան-Աֆրիկյան օրոգենի կոնտինենտալ կեղևի կազմավորումը որպես Հոնդվանական մայրցամաքի բյուրեղային հիմք (Агамалаян, 1996):

Սոմխեթ-Ղարաբաղի գոնայի բյուրեղային հիմքը մերկանում է Հախումի և Ասրիկչայի ելուստներում, որը կազմում է Անդրկովկասյան միջնային զանգվածի հարավային մասը, ինչպես նաև Լոքի, Խրամի և Չիրուլի զանգվածներում (Adamia, et al., 1980): Ըստ Rb/Sr չափումների, Հախումի քվարց-փայլարային թերթաքարերը ունեն  $293 \pm 7$  մլն.տարի հասակ (Багдасарян и др., 1978), Լոքի գրանիտոիդները  $338 \pm 40$  մլն. տարի, Խրամի գրանիտոիդները  $355 \pm 85$  մլն. տարի և Չիրուլի բլորիտ-փայլարային թերթաքարերը  $310 \pm 5$  մլն.տարի (Adamia, et al., 1987): Այսպիսով պարզ է, որ Անդրկովկասյան զանգվածի և այդ թվում Սոմխեթ-Ղարաբաղի գոնայի սիալիկ հիմքը, այսինքն ցամաքային կեղևը կազմավորվել է  $\sim 300$  մլն.տարի առաջ հերցինյան օրոգենեզի հետևանքով: Չիրուլի զանգվածում օֆիոլիտային համալիրի մետաքազալտների ( $810 \pm 100$  մլն. տարի) և ամֆիբոլային գաբրոների ( $607 \pm 78$  մլն.տարի) Sm/Nd հասակները վկայում են ոչ թե Չիրուլի զանգվածի սիալիկ կեղևի մինչքենթրյան (Zakariadze et al., 1998), այլ նրա վրա օբդուկցված հին օվկիանոսային կեղևի հասակի մասին:

Այդ նույն ժամանակում ամբողջ պալեոզոյի և վաղ մեզոզոյի ընթացքում Հոնդվանական մայրցամաքի արտաքին մասում ընթացել է շելֆային ծանծաղ ջրային տերիգեն-կարբոնատային նստվածքակուտակում մինչքենթրյան բյուրեղային հիմքի հողմնահարված մակերեսի վրա (Белов, 1981): Իսկ հերցինյան օրոգենեզը Հայաստանի հարավում փաստորեն տեղի չի ունեցել: Այդ ընթացքում տեղ է գտել լոկ էվստատիկ ընդմիջում միջին և վերին կարբոնի նստվածքների բացակայությամբ առանց ծալքավորման: Այսպիսի կտրուկ տարբերությունները հարավի և





Նկ 1. Տարածաշրջանի երկրակեղևի ծեփավորման պալեոսպաստիկ կտրվածքները՝ Պալեոպրոտերոզոյի ժամանակահատվածում: 1 – Վերին մանթիան, 2 – Օվկիանոսային կեղևը և օֆիոլիտները, 3 – Արխեյ-ստորին պրոտերոզոյի ցամաքային կեղևը, 4 – Հոնդվանսի Պան-Աֆրիկյան կեղևը, 5 – Կովկասի հերցինյան կեղևը, 6 – Կովկասի հիմքի հերցինյան գրանիտները, 7 – Պալեոգենի Մեդի-Ալպ-Հանքավան մանթիական ռիպտիկ գաբրո-սիենիտային ֆորմացիան, 8 – Նեոգենի պորֆիրանյան գրանիտոիդների ֆորմացիան:



հյուսիսի միջև պայմանավորված են նրանով, որ Անդրկովկասյան մասիվի և Հոնդվանայի միջև գոյություն է ունեցել Պալեոթետիս օվկիանոսը, որի լայնությունը ըստ հենամագնիսական տվյալների պալեոգոյում կազմել է 3000 կմ (Асанадзе и др., 1980):

Մեզոգոյի սկզբում, հարավում Նեոթետիսի Զագրոսյան օվկիանոսի բացման հետևանքով Հոնդվանայից անջատվել է Հայ-Իրանական մեզոկոնտինենտը (Flügel, 1980), և նրանից հյուսիս գտնվող Պալեոթետիսի կեղևի դեպի հյուսիս Անդրկովկասյան մասիվի տակը ընկղմվելու (սուբդուկցիայի) հետևանքով սկսել է շարժվել դեպի հյուսիս: Այդ սուբդուկցիայի հետևանքով ստորին բայոս-մեոկոն ժամանակահատվածում գոյացել է Սոմխեթ-Ղարաբաղի կղզադեղային կառույցը: Հետագայում Սևանի օվկիանոսային ավազանի կեղևի լրիվ սղման հետևանքով ստորին կոնյակում տեղի է ունեցել ցամաքային բախում (կոլիզիա) Հայ-Իրանական մայրցամաքի և Անդրկովկասյան Սոմխեթ-Ղարաբաղյան աղեղի միջև, որի հետևանքով կազմավորվել է Հայաստանի ներկայիս տարածքը (Агамалян, Гукасян, 2000): Բախման ընթացքում օվկիանոսային կեղևի մնացորդները ճզմվելով երկու մայրցամաքային սիսլիկ զանգվածների միջև մելանժի են ենթարկվել և արտամղվելով դեպի վեր երկկողմանի փլվել են մոտակա նստվածքային ավազանների մեջ առաջացնելով Ամասիա-Սևան-Ակերայի և Վեդու օլիստոստրոմային օֆիոլիտային գոտիները (Хаин, 1984): Պինդ վիճակում օվկիանոսային կեղևի արտամղման ընթացքում հերցինյան հիմքի կտորները պոկվել և բարձրացվել են, որոնք մինչև 3 կմ չափսերի ալոխտոն բլոկների ձևով պարփակված են այժմ օֆիոլիտների հետ միասին ստորին կոնյակի օլիստոստրոմի կազմում (Агамалян, 1978): Նրանց հերցինյան հասակը ապացուցվում է Rb/Sr իզոքրոն չափումներով, ըստ որի Ամասիայի զանգվածի նոնաքարային ամֆիբոլիտների համար ստացվել է  $330 \pm 42$  մլն. տարի և Զոդի նոնաքար-փայլարային գնեյսերի համար  $296 \pm 9$  մլն. տարի: Դատելով հերցինյան հիմքի ինչպես ավտոխտոն (Հախում, Ասրիկչայ), այնպես էլ ալոխտոն (Ամասիա, Զորագետ, Հերիեր, Զոդ, Աջարիս, Երանոս) ելքերի ապարների կազմից, նրանք ներկայացված են ցածր կալիումային ոչ հասուն տերիգեն նստվածքներով, Հախումում մի փոքր հերցինյան օֆիոլիտային հաստվածքով: Այդ են վկայում նաև ստրոնցիումի իզոտոպների սկզբնային ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) հարաբերությունների ոչ մեծ արժեքները՝ Ամասիայում – 0.7051, Զոդում – 0.70535, Հախումում – 0.7060 (Агамалян, 1998):

Ցամաքային բախումից հետո արդեն պալեոգենում տեղի է ունենում Հայ-Իրանական ցամաքից հարավ ընկած Նեոթետիսի Զագրոսյան օվկիանոսի փակումը նրա կեղևի դեպի հյուսիս ուղղված սուբդուկցիայի պատճառով, որը հանգեցնում է ճակատային մասում Ուրմիա-Դոխտար (կամ Ելազիգ-Մադեն) մագմատիկ աղեղի կազմավորմանը (Hempton, 1978): Այդ աղեղի թիկունքում, ներառյալ Հայկական բարձրավանդակը, պալեոգենի ժամանակ ընթանում է հետնաղեղային ուֆտինգ (Агамалян, 1996, 1998, 2001), ինչը հատուկ է ակտիվ ծայրամասերին: Հետնաղեղային ուֆտինգի հետևանքով երկու մայրցամաքների հպման կարով տեղի է ունենում Սևան-

Շիրակի գրաբեն-սինկլինորային զոնայի առաջացումը, ուր ներդրվում է մեծ չափեր ունեցող Հանքավան-Չանգեզուրի մանթիական դիապիրը (պլում), որի հետ մենք կապում ենք Հայաստանի կայնոգոյան արդյունաբերական հանքայնացումը և ներկայիս դիտվող ջերմային դաշտի պատկերը: Այդ դիապիրի գազաթային բացված մասը ներկայացված է Մեդրու պլուտոնով, իսկ Բարգուշատի, Վայքի և Բազում-Փամբակի ինտրուզիաները հանդիսանում են նրա ապիկալ ելքերը (Агамалян, Гукасян, 2001):

Հայաստանի, ինչպես նաև շրջակա տարածքների օրոգեն էտապը, երբ տարածքները դուրս են եկել ծովի հատակից և վեր են ածվել լեռնային մարզի, պլիոցեն-չորրորդական ժամանակաշրջանում պայմանավորված է Կարմիր ծովի բացումով (Hempton, 1978): Այս վերջին 5 մլն տարվա ընթացքում Արաբական թերակղզին շարժվել է Աֆրիկայի նկատմամբ 250 կմ դեպի հյուսիս և միաժամանակ 230 կմ դեպի արևելք (Engel et al., 1980): Արաբական վահանի նշված տեղաշարժը իրականացնող խորքային խզումների (Լեվանտի, Հյուսիս- և Արեվելա-Անատոլիական և այլն) ներսալային pull-apart օջախների գործունեությամբ է պայմանավորված պլիոցեն-չորրորդական ցամաքային հրաբխականությունը:

Ըստ ժամանակակից արբանյակային գեոդեզիական GPS չափումների (McClusky, et al., 2000) և վերտիկալ նիվիլիտովայ տվյալների համատեղ դիտարկման արդյունքների, տարածաշրջանի սեյսմիկական շարժումները հիմնականում իրականացվում են ընդհանուր կովկասյան ուղղության ավանդական հայտնի միջգոնալ խորքային խզումներով (Агамалян, 2001): Ընդ որում այդ շարժումների պատճառը ոչ թե Արաբական սալի ճնշումն է, այլ Կարմիր ծովի բացման (սպրեդինգի) պատճառը հանդիսացող անդրկեղեվային մանթիական հոսքերը:

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Агамалян В.А. (1978) Древние метаморфические комплексы территории Армянской ССР и их тектоническое положение. Матер. II рег. петрограф. совещ. по Кавказу, Крыму и Карпатам. Тбилиси: Изд. КИМС, с.109-115.
- Агамалян В.А. (1983). Стратиграфия докембрия Армянской ССР. Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, N4, с.26-39.
- Агамалян В.А. (1994). Докембрийский вулканизм Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, т.47, N1-2, с.7-23.
- Агамалян В.А. (1996). Формирование и эволюция земной коры области сочленения пассивной и активной окраин Тетиса на примере Армении. Закономерности эволюции земной коры, т.11, Санкт-Петербург, 23 с.
- Агамалян В.А., Гукасян Р.Х., Багдасарян Г.П. (1997). Докембрийская трондьемитовая формация Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 50, N3, с.12-21.
- Агамалян В.А. (1998). Кристаллический фундамент Армении. Диссертация на соиск.уч. степени доктора геол.-мин. наук. ВАК Армении, Ереван: 450 с.; Автореферат докт.дисс. ВАК Армении, Ереван, 38 с.
- Агамалян В.А. (2001). Определение 3D смещений земной коры Кавказа по данным GPS и повторных нивелировок. Тез. докл. конф. "Пробл. геом. и неотект..."



- Ереван, с.38-40.
- Агамалян В.А, Гукасян Р.Х.(2000). Докембрийская гранито-гнейсовая формация Армении. Изв. НАН РА, Науки о Земле, т.53, N1-2, с.44-54.
- Агамалян В.А, Гукасян Р. (2001) Модель формирования и эволюции земной коры Армении. Тез. докл. конф., посвященной С. Ачикгезяну, Ереван: с.7-9.
- Асанидзе Б., Печерский Д.М., Адамия Ш.А. (1980). Результаты палеомагнитных исследований палеозойских пород Кавказа. Изв.АН СССР, Физика Земли, т.9, с.90-109.
- Аслабян А.Т. (1970). Тектоника . Геология СССР, т.42, Армянская ССР, М.: Недра, с. 366-396.
- Аслабян А.Т., Вегуни А.Т., Милай Т.Д., Никольский Ю.И., Сироткина П.И. (1975). Основные черты тектоники Армянской ССР в свете новых геолого-геофизических данных . Изв.АН АрмССР, Науки о Земле, №6, с.35-51.
- Багдасарян Г.П., Гукасян Р.Х., Казарян К.Б. (1978). Сравнительное изучение возраста древних метаморфических сланцев бассейна р.Ахум (Армянская ССР) К-Аг и Rb-Sr методами. Геохронология Восточно-Европейской платформы и сочленения Кавказско-Карпатской системы. XIX сессия. М.: Наука, с.47-56
- Белов А.А.(1981). Тектоническое развитие Альпийской складчатой области в палеозое, М.: Наука, 280 с.
- Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П. (1981). Сейсмотектоника Армянской ССР. Ереван: Изд. ЕГУ, 283 с.
- Паффенгольц К.Н. (1959). Геологический очерк Кавказа. Ереван: Изд.АН АрмССР, 506 с.
- Ханн В.Е.(1984). Региональная тектоника. Альпийский Средиземноморский пояс. М.: Недра, 343 с.
- Adamia Sh., Agamalyan V., Belov A., Letavin A., Somin M. (1980) Pre-variscan complexes of the Caucasus and Pre-Caucasus (Northern part of the Geotraverse G) // In.:Sassi, Zirpoli (ed.). IGCP Project N 5 Newsletter, N 2 (May,1980),Padova,Italy. P.9-40.
- Adamia Sh., Belov A., Kekelia MN., Shavishvili J.(1987). Paleozoic tectonic development of the Caucasus and Turkey(Geotravers C). In Flugel, Sassi and Grecula(ed.). Pre-Variscan and Variscan Events ..., Alfa Bratislava, p.23-50.
- Flugel, H.V.(1980). Alpines Palaeozoikum und alpidische Tektonik. Mitt.Oster.geol.Gesell., 71./72, p.25- 47.
- Engel A.E.J., Dixon T.H., Stern R.J.(1980). Late Precambrian evolution of Afro-Arabian crust from ocean crust to craton. Geol.Soci.Am.Bull., Part 1, v.91, p.699-706.
- Hempton M.R.(1987). Constraints on Arabian Plate motion and extensional history of Red Sea. Tectonics, v.6, No.6, Dec., p.687-705,
- McClusky S. et al.(2000). Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus. J. of Geoph. Res., March. 105, No.3, B 3, p.5695-5719,
- Zakariadze G.S., Karpenko S.F., Bazylev B.A., Adamia Sh.A., Oberhaensly R.E., Soloveva N.V., Ljialikov A.V.(1998). Fragments of pan-african paleoceanic complex in Dzirula salient of Transcaucasian crystalline massif(petrology, geochemistry, Sm-Nd age, problems of origin). 6-th Zonensh. conf. on Plate Tectonics, Abstr., Moscow, Febr. p.17-20.



# ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ АРМЕНИИ

В. А. Агамалян

## Резюме

Земная кора в Армении состоит из 2-х геоблоков, которые соединились друг с другом в нижнем коньяке в результате континентальной коллизии Перигондванского Армяно-Иранского мезоконтинента и эпигерцинского Понтийско-Закавказского массива при закрытии Палеотетиса. При этом столкновении океаническая кора была выжата на континентальную кору и сформировала офиолитовые пояса (Севанский и Вединский). Фактически по территории Армении проходит главный сутурный шов Палеотетиса. В палеогеографическом отношении территория Армении сформировалась, начиная с верхнего коньяка. Становление коры указанных геоблоков происходило на окраинах разных материков, расположенных на противоположных бортах океанов Прото- и Палеотетис, удаленных друг от друга, по палеоширотным данным, до 3000 км в среднем палеозое. В работе приводится последовательное прослеживание этапов формирования и эволюции земной коры по геологическим, петрологическим и изотопным данным.

# THE MAIN STAGES OF FORMATION AND EVOLUTION OF THE EARTH CRUST IN ARMENIA

V. A. Agamalyan

## Abstract

The Earth crust in Armenia includes two geoblocks that joined one another in the Early Coniacian as a result of continental collision of the Armenian-Iranian mesocontinent of the Peri-Gondwanian and the Pontian-Transcaucasian Massif of the Epi-Hercynian at the closure of Paleothetys. During that collision, the oceanic crust was squeezed out onto the continental crust and formed the ophiolitic belts (the Sevan and the Vedi). In fact, the main suture of the Paleothetys passes through Armenia. In the paleogeographic respect, the territory of Armenia formed since the Late Coniacian. Formation of the crust of the mentioned geo-blocks occurred on the margins of different continents located on the opposite sides of the Proto- and Paleo-Thetys oceans, which, according to paleo-latitudinal data, were on average 3,000 *km* apart in the Middle Paleozoic. The work presents a successive tracing of the Earth crust evolution stages based on geological, petrological, and isotopic data.



## О БЕНТОНИТИЗАЦИИ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОРОД РАЗЛИЧНОЙ КИСЛОТНОСТИ НА ПРИМЕРЕ САРИГЮХСКОГО И НОЕМБЕРЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЕНИИ

© 2004 г. Г. С. Авакян

Институт экономики им. М. Котаняна НАН РА  
375001, Ереван, ул. Абовяна, 15, Республика Армения  
Поступила в редакцию 07.02.2004 г.

Промышленные залежи бентонитовых глин Саригюхского и Ноемберянского месторождений образуются за счет широкого набора витрических пород: пепловых и пемзовых туфов, лавовых, экструзивных и субинтрузивных образований от основного до кислого составов. Вулканические стекла основного состава при одинаковых геолого-структурных и текстурных условиях более реакционноспособны и переходят в монтмориллонит быстрее, чем кислые стекла. Определяющим фактором, при одинаково благоприятных Р, Т и рН условиях, является также продолжительность и интенсивность воздействия растворов на материнские породы.

Известно, что монтмориллониты образуются преимущественно по вулканогенным породам основного и в меньшей мере среднего составов (Ахундов, 1987; Гинзбург, 1958; Сеидов, Ализаде, 1970), хотя существуют представления и об образовании монтмориллонита за счет средних и кислых пород (Лебединский и др., 1975; Петросов, Цамерян, 1971; Петросов, 1983).

Исследования на Саригюхском и Ноемберянском месторождениях Армении и сравнительные данные по Даш-Салахлинскому месторождению Азербайджана приводят к выводу, что промышленные залежи бентонитов могут возникнуть по широкому спектру пород: пепловых, пемзовых и других туфов, лавовых, экструзивных и субинтрузивных образований, состав которых от основного – базальтового до кислого – риолитового (Авакян, 1974, 1974<sub>1</sub>, 1974<sub>2</sub>, 1976, 1977, 1979, 1982<sub>1</sub>, 1982<sub>2</sub>).

Саригюхское месторождение бентонитов возникло в контурах длительно действующего с сенона до раннего палеогена крупного вулкана, возникшего на пересечении разломов вдоль Агс-тевского позднемелового поперечного прогиба с поперечными им разломными структурами южного борта Предмалокавказского прогиба. Длительное и интенсивное воздействие гидротерм вулкана на все разнообразие слагающих его пород и по экзоконтакту выразилось в интенсивной бентонитизации, главными факторами которой были: структурные особенности пород, их пространственное соотношение с подводящими гидротермы зонами проницаемости вулканической постройки, их пространственная миграция.

Подчеркнем приуроченность промышленных залежей бентонитов Саригюхского месторождения, по данным геологоразведочных работ, к материнским андезито-базальтовым витрофировым порфиридам раннепалеогенового возраста. Их стекловатая часть составляет 80-90% от общей массы, в разностях же с повышенным содержанием порфировых вкрапленников (20-40%) образуются песчанистые бентониты, промышленное значение которых гораздо меньше.

Сильно песчанистые бентониты и бентонитоподобные глинистые новообразования, состоящие из селадонита и смешаннослойного

минерала селадонит-монтмориллонитового типа образовались по андезито-дацитовым порфиридам (верхний сантон).

Субинтрузивные материнские андезито-базальтовые витрофировые порфириды, представленные силловыми – пластообразными и линзообразными секущими телами раннего палеогена, внедрились в преобладающем большинстве случаев в осадочно-вулканогенную толщу туфопесчаников и других пород, содержащих обильное количество воды в межзерновых пространствах.

Внедрившаяся магма остыла, не успев раскристаллизоваться; ее кристаллическая составляющая варьирует в значительных пределах – от 5 до 40% от контактов к центру субинтрузива. При мощности до 30-40 м тела андезито-базальтов на 80-95% представлены стекловатой фазой, тогда как в центральных частях мощных (более 100-130 м) порфиритов стекловатая фаза достигает лишь 60-80%.

Хетч Ф., Уэллс А., Уэллс М. (1975) отмечают: "... при инъекции особенно тонких слоев базальтовой магмы в холодную породу они целиком могут консолидироваться в виде тахилита" (с.393) – вулканического стекла базальтового состава. Аналогичное мнение высказывается и в отношении андезитовой лавы (с.348).

Согласно лабораторным испытаниям вулканические стекла основного состава более реакционноспособны и в монтмориллонит они переходят быстрее стекол кислого состава. Подтверждается это и на примере западного фланга Центрального участка Саригюхского месторождения. Бентонитизацией здесь охвачен рой даек андезито-базальтовых и андезито-дацитовых порфиритов. В гидротермально измененных андезито-базальтовых и андезито-дацитовых крутозалегающих дайках, с промышленной концентрацией агата, развита столбчатая отдельность. При этом в андезито-базальтах она более мелкая, чем в андезито-дацитах. Поступление по контактам даек и по трещинам остывания (формирующим столбчатую отдельность) гидротермальных растворов вызвало интенсивную монтмориллонитизацию вулканического стекла этих пород. Гидротермальное преобразование вулканического стекла протекало постадийно – через промежу-



точные метастабильные фазы – хлорит-селадонит-смешаннослойный минерал селадонит-монтмориллонитового состава, или без хлорита (светлые стекла дацитового состава не подвержены хлоритизации).

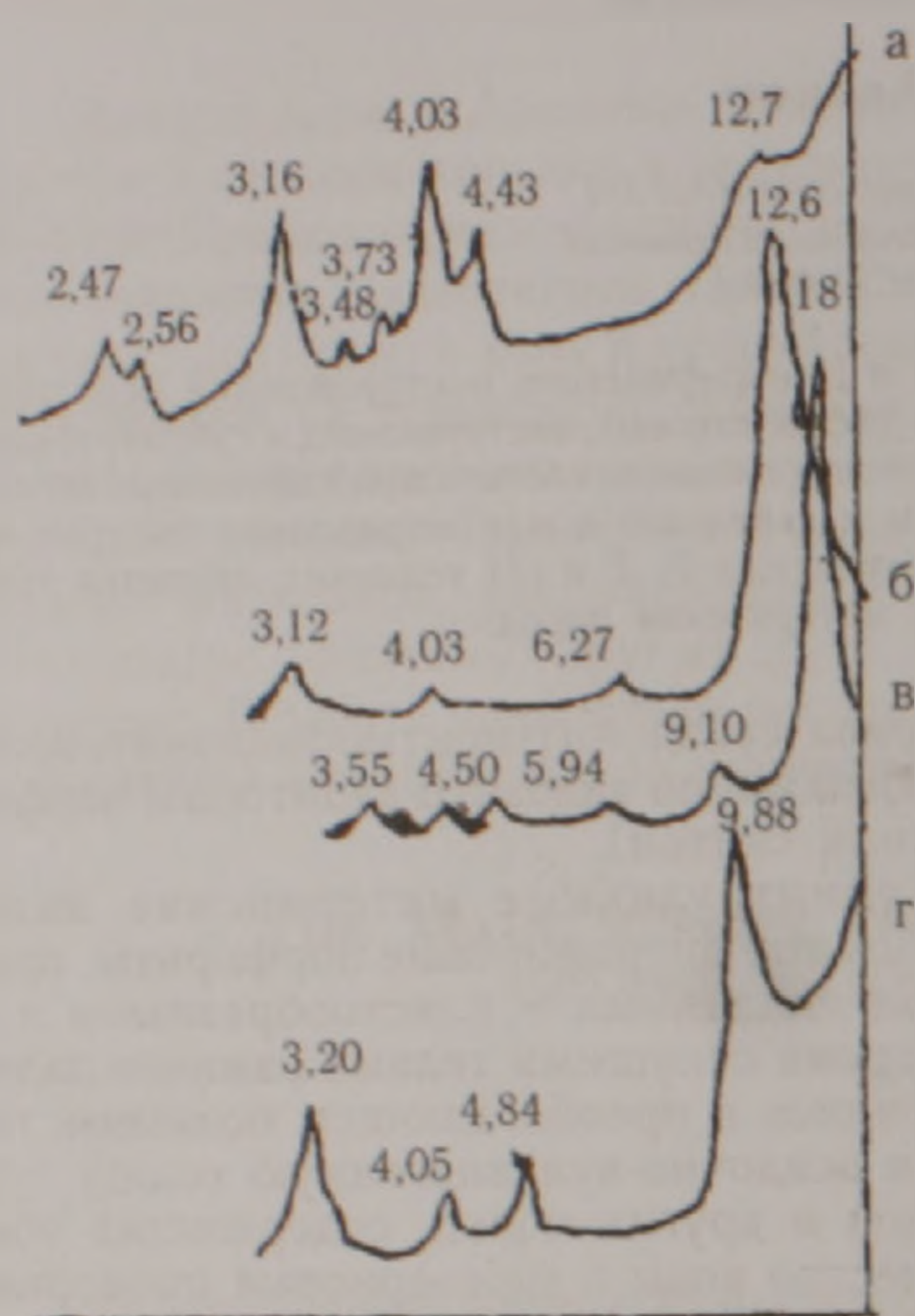


Рис. 1.

В одинаковых или близких по Р,Т и рН условиях одного и того же гипсометрического уровня стекловатые породы разной кислотности изменены избирательно; в блоке между горизонтами 680-700м стекла андезито-базальтовых порфиритов превращены в монтмориллонитовую глину, тогда как в андезито-дацитовых порфиритах – в селадонит и смешаннослойный минерал селадонит-монтмориллонитового состава (рис. 1,2). Выше горизонта 700м андезито-базальты изменены до степени смешаннослойного селадонит-монтмориллонитового минерала, а андезито-дациты хлоритизированы и селадонитизированы (рис. 3,4). Ниже горизонта 680м, там, где андезито-дациты более длительно гидротермально переработаны, они как и андезито-базальтовые порфириты превращены в бентониты с преобладающей монтмориллонитовой составляющей, но с примесью смешанно-

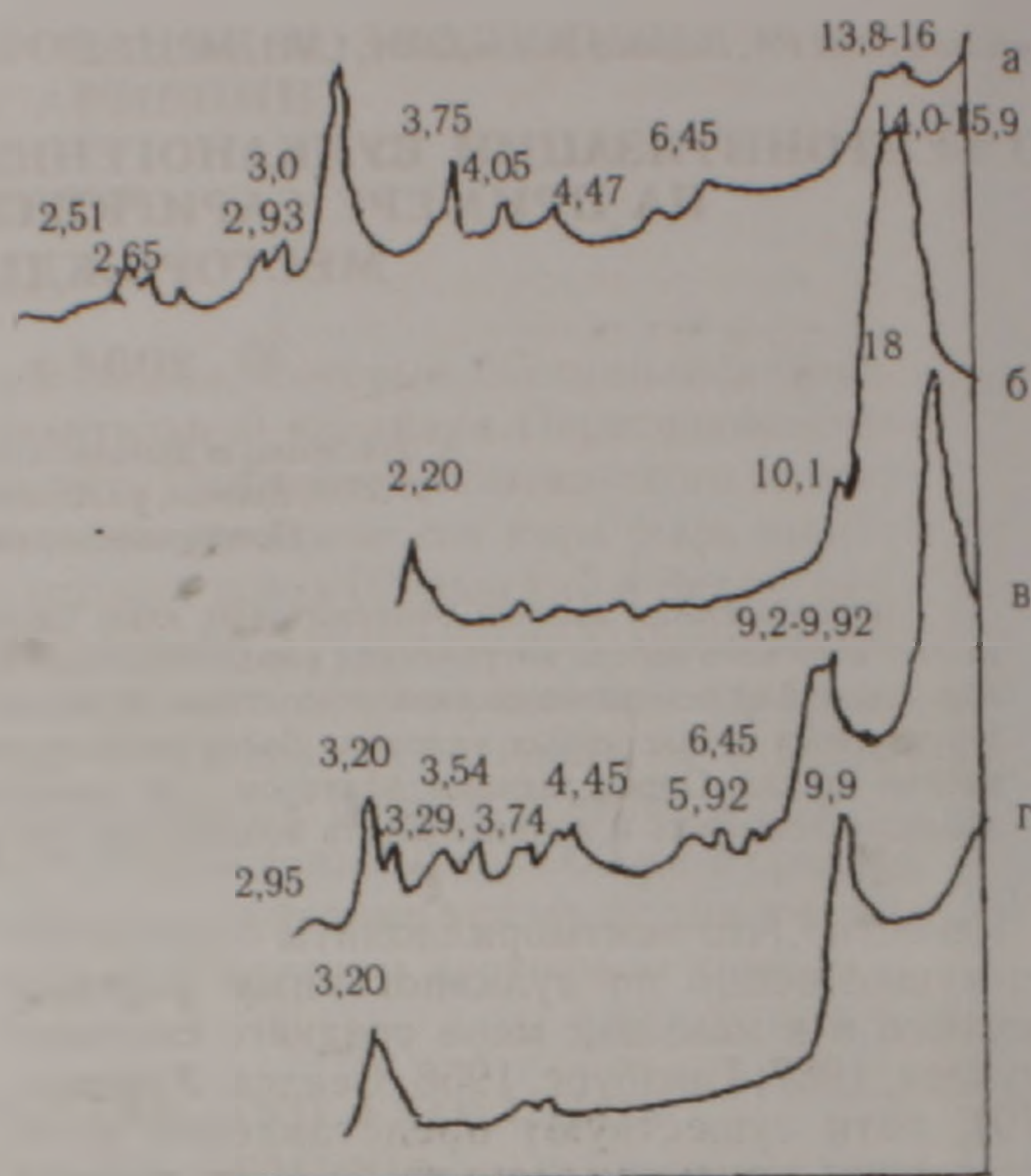


Рис. 2.

слойного образования. Таким образом, гидротермально-метасоматическое изменение андезито-дацитов на одну-две ступени проявлено слабее, чем пород андезито-базальтового состава<sup>1</sup>.

Иная геологическая обстановка на Ноемберянском месторождении. Слоистые витрокластические туфы бентонитизированы от андезито-базальтового до риолитового состава. Возраст отложения – сантон-ранний кампан. Бентониты образовались гидротермально-диагенетическим путем (Авакян, 1976, 1977). За счет тех же пород на стадии раннего диагенеза, в закрытой системе, образовались цеолиты, где тип аутигенных цеолитовых минералов контролировался составом материнского вулканического стекла: по вулканическому стеклу андезито-базальтовых пирокластолитов основания горизонта цеолит-бентонитовых пород образовался анальцим; за счет вулканического стекла пирокластолитов дацитового и риодацитового составов – клиноптилолит, еще выше по разрезу, в толще раннего сантона, по вулканическому стеклу риолитового состава – морденит. Верхи разреза толщи раннего сантона слагают пирокластолиты риодаци-

Таблица 1

Химический состав цеолит-бентонитовых пород Ноемберянского месторождения

| NN  | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | MgO  | CaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | ППП  | H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> |
|-----|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|------|-------------------------------|
| 661 | 52.85            | 0.24             | 14.90                          | 4.09                           | 0.29 | 0.04 | 3.20 | 3.72 | 0.56              | 1.60             | 0.09                          | 9.66 | 8.85                          |
| 663 | 60.02            | 0.25             | 12.72                          | 2.10                           | 0.22 | 0.04 | 1.30 | 6.80 | 2.38              | 3.50             | 0.14                          | 7.40 | 2.96                          |
| 8   | 60.88            | 0.10             | 11.94                          | 1.63                           | 0.16 | Сл.  | 1.49 | 5.63 | 1.46              | 0.94             | 0.08                          | 7.94 | 6.78                          |
| 383 | 67.25            | 0.12             | 11.18                          | 1.59                           | 0.35 | Сл.  | 1.31 | 3.40 | 1.53              | 0.75             | Сл.                           | 9.02 | 3.56                          |
| 386 | 67.69            | 0.13             | 10.55                          | 1.59                           | 0.21 | Сл.  | 1.20 | 3.80 | 1.35              | 0.39             | Сл.                           | 8.52 | 4.57                          |
| 1   | 11.20            | 0.05             | 11.12                          | 0.66                           | 0.32 | Сл.  | 0.19 | 3.48 | 1.12              | 3.82             | 0.03                          | 4.87 | 2.79                          |

<sup>1</sup> Образцы пород для рентгеноструктурного исследования отобраны с одного гипсометрического уровня, с обеих сторон от непосредственного контакта дайковых тел (см. рис. 5).



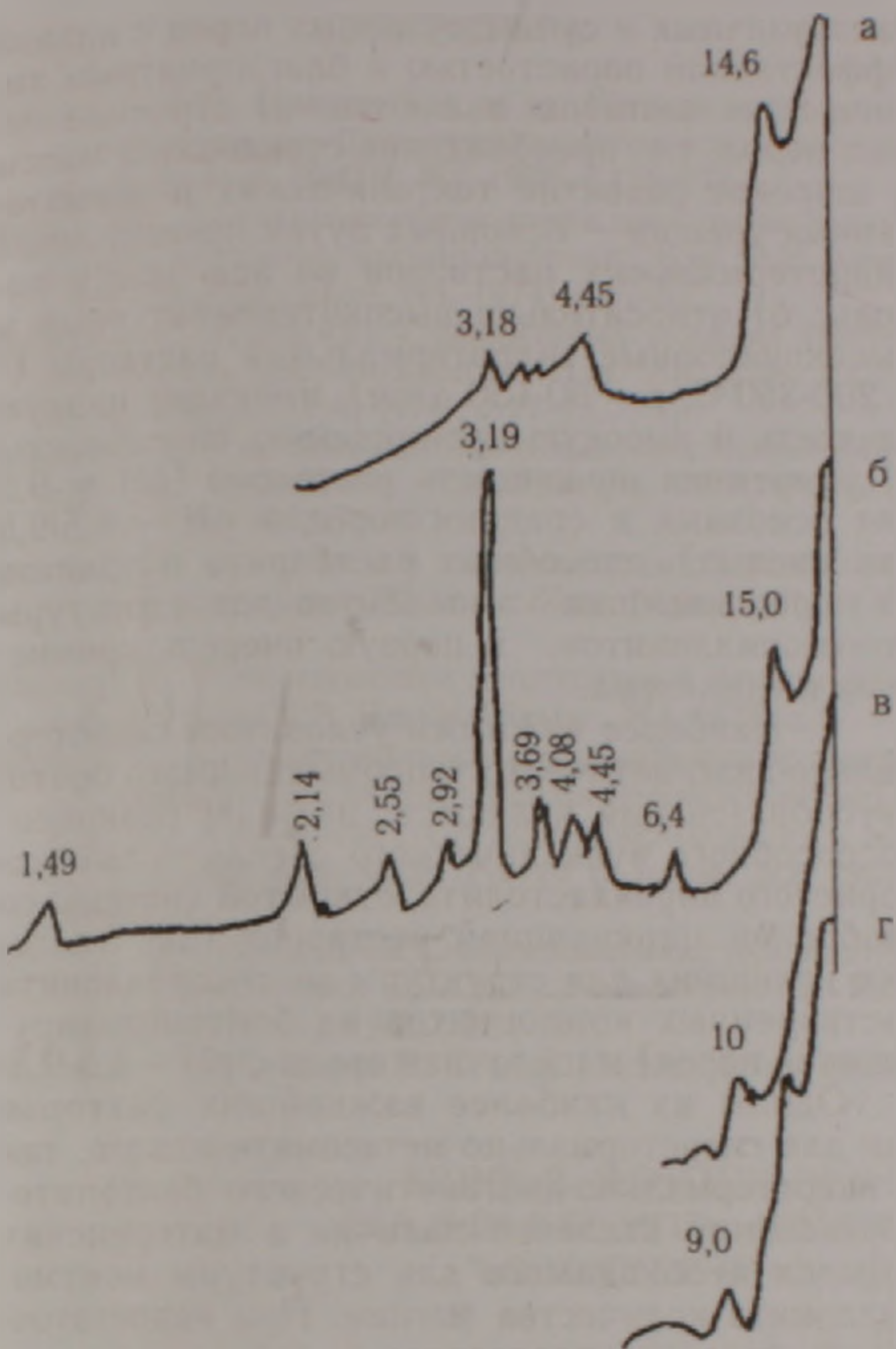


Рис.3.

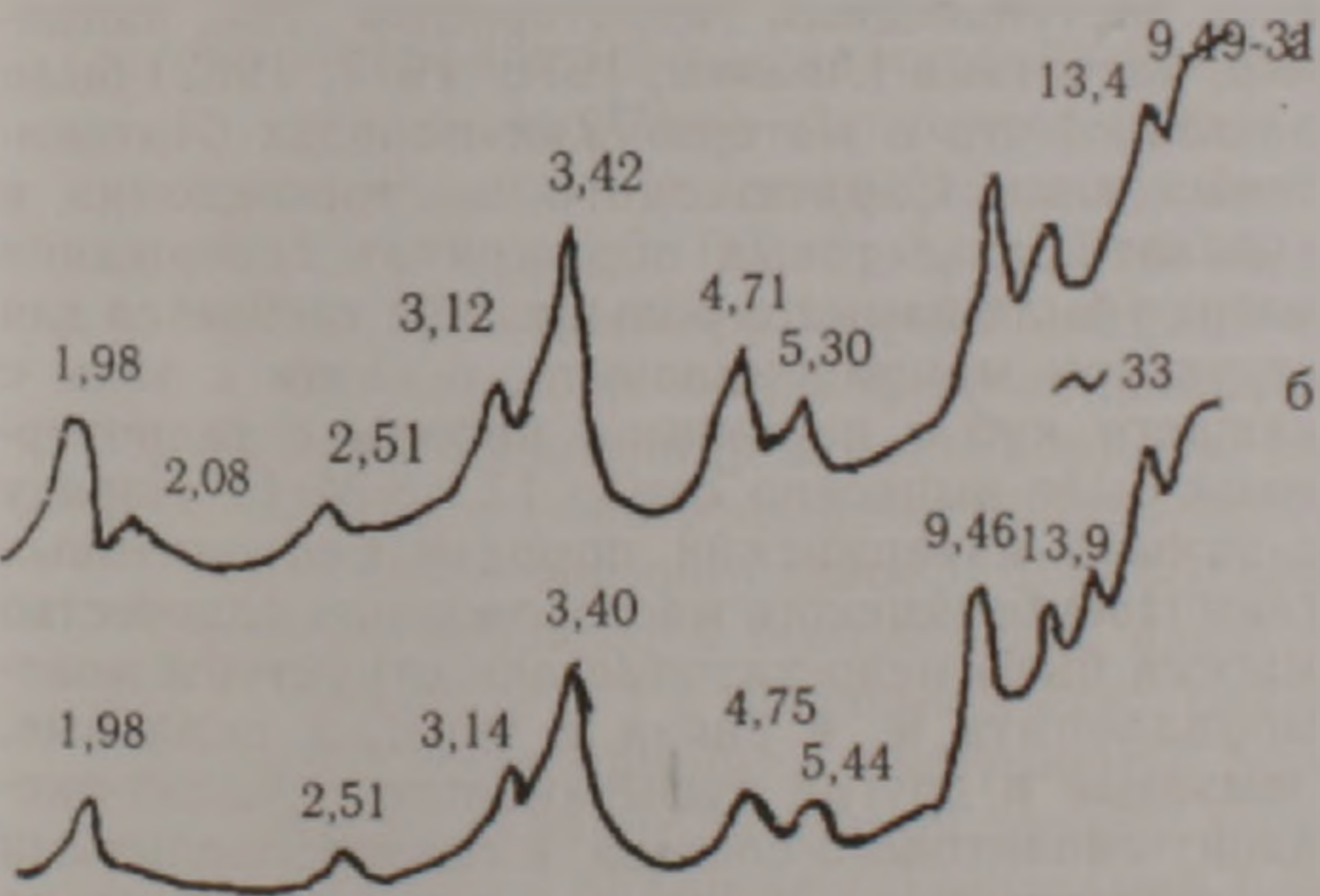


Рис.4.

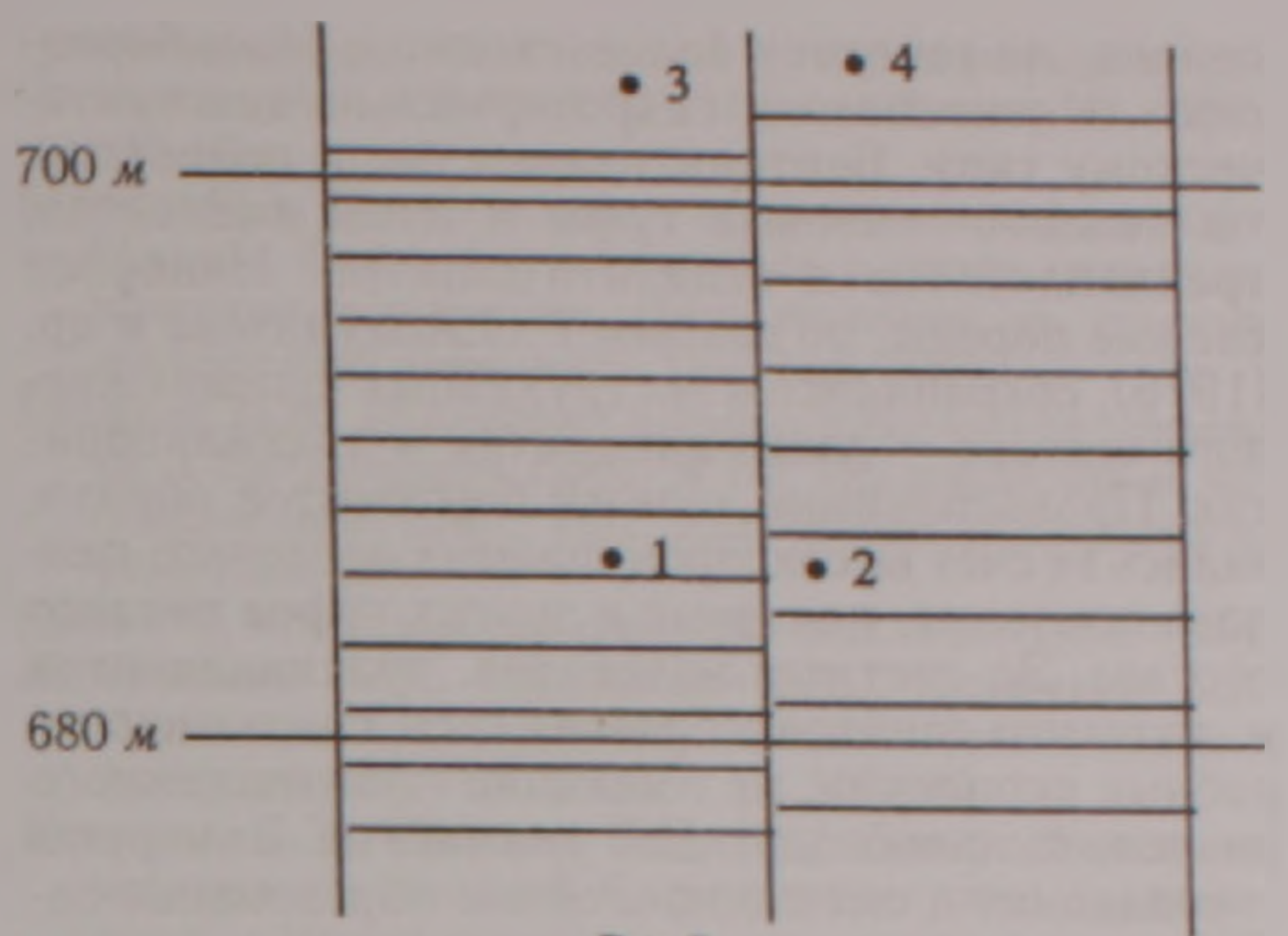


Рис.5.

ралогических типов цеолитов от кислотности материнских пирокластолитов и совершенной независимости от состава стекла являются: показатели преломления реликтов вулканических стекол; разновидность плагиоклазов; содержания кремнезема и окиси железа и др. Итак:

— В породах, в которых развиты анальцит и монтмориллонит, показатели преломления обломков вулканического стекла, уцелевших при диагенетических и гидротермально-диагенетических процессах, колеблются от 1,520 до 1,545; обломки плагиоклазов принадлежат андезин-лабрадо-ру; валовое содержание кремнезема колеблется от 52,8 до 60,0%, окиси железа — 2,10-4,09% (обр. №№661 и 663).

— В породах, в которых развиты клиноптилолит и монтмориллонит, показатели преломления обломков вулканического стекла колеблются от 1,500 до 1,520; обломки плагиоклазов принадлежат андезин-олигоклазу; в породе развит биотит; содержание железа и титана меньше, чем в анальцитомолитах; валовое содержание кремнезема колеблется от 60,9 до 67,2% (обр. №№8 и 383).

— В породах, в которых развиты морденит и монтмориллонит, показатели преломления обломков вулканического стекла колеблются от 1,485 до 1,500; широкое развитие получили биотит и калиевые полевые шпаты; породы белесоватые с очень низкими содержаниями железа и титана; валовое содержание кремнезема колеблется от 67,7 до 71,2% (обр. №№386 и 1).

Изучение Саригюхского и Ноябрьянского месторождений бентонитов, а также данные по Даш-Салахлинскому месторождению (Абдуллаев, Ализаде и др., 1976; Сеидов, Ализаде, 1970), рекогносцировочных маршрутов — Саригюх, Даш-Салахлы — Ноябрьяны приводят к выводу, что при благоприятных Р, Т и рН условиях промышленные залежи бентонитовых глин образуются за счет пепловых, пемзовых и других туфов, лавовых, экструзивных и субинтрузивных пород от основного — базальтового до кислого-риолитового составов, при условии более длительного гидротермального пропаривания. Даш-Салахлинское месторождение бентонитовых глин, территориально размещенное между Саригюхским и Ноябрьянским месторождениями в отложениях

того состава, широко они развиты в толще позднего сантона-раннего кампана, где преобладающим является клиноптилолит. Во всех указанных типах пород в той или иной степени развиты бентониты, которые наиболее широкое развитие получили в толще позднего сантона-раннего кампана, особенно в основании и средней части. Если цеолитовые минералы проявляют зависимость от исходного состава материнских пород, то минералы бентонитовых глин — монтмориллониты такой зависимости не проявляют; монтмориллониты образуются за счет всего состава пирокластолитов — от основного-базальтового до кислого-риолитового.

Признаками зависимости различных мине-



сенона, по генезису более сходно с Ноемберянским и относится к гидротермально-диагенетическому типу. Бентонитизации были подвергнуты пеплово-пемзовые туфы и лавы андезитов, трахиандезитов и андезито-дацитов. Наиболее свежие породы, по данным Р.Н. Абдуллаева и др. (1976), сохранились в экструзивных куполах кислого состава – дацит-липаритах и трахилипаритах. Промышленные залежи бентонитов образовались за счет высокопроницаемых пепловых, пеплово-пемзовых, пемзовых и других туфов кислого состава. За счет лав андезитов, трахиандезитов и андезито-дацитов образовались бентонитоподобные скопления, не имеющие промышленного значения: преобладающие глинистые минералы – селадонит и смешаннослойное образование селадонит-монтмориллонитового состава.

Бентонитизация магматогенных пород протекает в щелочной среде [1-9; 11-13]. В бентонитовых глинах молекулярное отношение  $Al_2O_3 + Fe_2O_3$  к кремнезему близко 1:5 (в монтмориллоните оно равно 1:4). При одинаково благоприятных Р, Т и рН условиях, учитывая и строение, трещиноватость, пористость пород, легче в бентониты переходят породы, в которых отношение  $Al_2O_3 + Fe_2O_3$  к кремнезему близко 1:5. В андезито-базальтовых порфиритах Саригюхского месторождения это отношение равно 1:5,4, а в андезито-дацитовых порфиритах – 1:5,67. В кислых породах отношение  $Al_2O_3 + Fe_2O_3$  к  $SiO_2$  составляет 1:6 до 1:9, и для образования монтмориллонита необходимо более интенсивное удаление кремнезема, намного опережающее темпы выноса  $Al_2O_3$  и  $Fe_2O_3$ . Под воздействием щелочных растворов с рН от 8,5 до 9,5 темпы выноса  $SiO_2$  опережают  $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ , а с рН=9,5, темпы выноса глинозема и окиси железа опережают темпы выноса кремнезема. Во всех случаях, под воздействием растворов с рН от 8,5 до 9,5 и с рН = 9,5 выносятся излишки всех трех компонентов, но с различной интенсивностью. Очевидно, что при бентонитизации средних и кислых пород растворами выносятся гораздо большее количество кремнезема, чем при бентонитизации основных пород. Следовательно, при одинаково благоприятных условиях (Р, Т и рН, строения и структуры пород) для бентонитизации основных пород требуется меньше геологического времени, чем для кислых. Подтверждается это лабораторными опытами синтеза монтмориллонита из вулканогенных пород (Акопян, Налбандян и др., 1988; Грим, 1956; Hauser, Reynolds, 1939). Грим (1956) отмечает: "Породы, в которых  $SiO_2$  по содержанию сильно преобладает над  $Al_2O_3$  и которые почти не содержат  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$  и  $Ca^{2+}$ , не могут считаться достаточно благоприятными для образования монтмориллонита. Только при низкотемпературных гидротермальных процессах, при привносе указанных оснований и в то же время удалении  $K^+$ , могут в кислых породах возникать минералы группы монтмориллонита".

Таким образом:

– Наиболее важными факторами гидротермально-метасоматического промышленного бентонитообразования за счет плотных эффузивных,

экструзивных и субинтрузивных пород с низкой эффективной пористостью и благоприятным химическим составом являются: а) строение самих пород, т.е. преобладание стекловатой массы и широкое развитие тектонических и магматогенных трещин – основных путей просачивания гидротермальных растворов во всю массу породы; б) относительно высокотемпературные и высоконапорные гидротермальные растворы ( $t \sim 200-350^\circ C$ ,  $p \sim 50-150 \text{ атм}$ ), имеющие низкую вязкость и высокую проницаемую способность; в) умеренная щелочность растворов (рН = 9,5 для основных и средних пород и рН  $\sim 8,5-9,5$  для кислых), способных растворять и удалять из пород излишки компонентов для структуры монтмориллонитов, в первую очередь кремнезема и глинозема.

– Наиболее важными условиями гидротермально-диагенетического промышленного бентонитообразования являются: наличие реакционноспособного вулканического стекла – высокопористого пирокластолита, открытой системы со свободной циркуляцией растворов (для удаления излишних для структуры монтмориллонита растворенных компонентов из бентонитизирующихся пород) и щелочная среда с рН  $\sim 8,5-9,5$ .

Одним из наиболее важнейших факторов как для гидротермально-метасоматического, так и гидротермально-диагенетического бентонитообразования является наличие в материнских породах необходимого для структуры монтмориллонита количества магния. При недостаточном количестве последнего в материнских породах обязательным условием является его привнос поступающими гидротермами. Так, например, расчетами (Авакян, 1976, 1977, 1982) было показано, что в материнских породах бентонитовых глин Саригюхского месторождения в андезито-базальтовых порфиритах содержание магния было намного больше, чем требуется для структуры монтмориллонита; в связи с этим с каждого куб.м первичной породы с гидротермами было вынесено около 17 кг MgO. Наряду с этим в материнских породах бентонитовых глин Ноемберянского месторождения количество магния было недостаточно для структуры монтмориллонита и, в связи с этим, в пепловые, пемзовые и другие туфы кислого – дацит-риодацит-риолитового состава, с гидротермальными растворами было привнесено около 6,9 кг на куб.м окиси магния.

Так как Ноемберянское месторождение комплексное – совмещаются бентониты и цеолиты и об этом оговорено в настоящей статье, то не считаем корректным умалчивать о приоритетах цеолитизации.

Определяющими условиями раннедиагенетического промышленного цеолитообразования являются: наличие реакционноспособного вулканического стекла – высокопористого пирокластолита, закрытой системы и относительно высокощелочные условия среды. Чем выше температура и (или) рН среды от нормальной морской обстановки, тем быстрее в раннем диагенезе происходит кристаллизация (цеолитизация) вулканического стекла.



## ЛИТЕРАТУРА

- Абдуллаев Р.Н., Ализаде Х.А. и др. Минералогия и генезис бентонитов Дашсалахлинского месторождения Азербайджана. ЛиПИ, N1, 1976, с.126-138.
- Авакян Г.С. Об условиях образования цеолитовых пород Ноемберянского месторождения. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, N4, 1974, с.62-67.
- Авакян Г.С. Морденит в цеолитовых породах Ноемберянского месторождения. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, N6, 1974, с.11-15.
- Авакян Г.С. О генезисе бентонитовых глин Ноемберянского месторождения. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, N4, 1976, с. 82-87.
- Авакян Г.С. Бентониты в верхнемеловых отложениях Северной Армении. Ереван: Изд. "Айастан", 1977, 242 с.
- Авакян Г.С. О парагенезисе цеолитов и бентонитов. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, N3, 1979, с.47-57.
- Авакян Г.С. Гидротермально-метасоматическое монтмориллонитообразование (бентонитообразование) в Сомхето-Кафанской структурно-формационной зоне. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, N2, 1982, с.52-59.
- Авакян Г.С. О морденитах Саригюхского месторождения бентонитовых глин АрмССР, Уч. записки Ер. Гос. университета, N1, 1982, с.153-161.
- Акопян Р. В., Налбандян Н. С. и др. Исследование фазовых превращений в перлите в гидротермальных условиях. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, N3, 1988, с.57-62.
- Ахундов Ф.А. Верхнемеловые вулканические формации Малого Кавказа и связанные с ними нерудные полезные ископаемые. Дисс. на соиск. уч. степени доктора геол. мин. наук Тбилиси, 1987.
- Гинзбург И.И. Некоторые физико-химические моменты в образовании глин. В сб: Исследование и использование глин. Изд. Львовского университета, 1958, с.184-201.
- Грим Р.Е. Минералогия глин. М.: Изд.И.Л., 1956, 454 с.
- Лебединский В.И., Маслякевич Я.В., Кириченко Л.П. Первая находка щелочной бентонитовой глины в Закарпатье. ЛиПИ, N6, 1975, с.116-119.
- Петросов И.Х., Цамерян П.П. Вещественный состав и условия образования бентонитовых глин Саригюхского и Ноемберянского месторождений Арм. ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1971, 136 с.
- Петросов И.Х. Глинистые породы Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1983, 322 с.
- Сендов А.Г., Ализаде Х.А. Минералогия и условия образования бентонитовых глин Азербайджана. Баку: Изд. Элм, 1970, 190 с.
- Хетч Ф., Уэллс А., Уэллс М. Петрология магматических пород. М.: Изд. "Мир", 1975, 511 с.
- Hauser E.A., Reynolds H.H. Alteration of glasses to montmorillonite. Am. Mineral, 24, 1939, p.590-598.

## ՏԱՐԲԵՐ ԹԹՎԱՅՆՈՒԹՅԱՆ ՀՐԱԲԽԱԾԻՆ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ԲԵՆԹՈՆԻՏԱՑՄԱՆ ՄԱՍԻՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՍԱՐԻԳՅՈՒԴԻ ԵՎ ՆՈՅԵՄԲԵՐՅԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ

Հ. Ս. Ավագյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Բենթոնիտների առաջացման վերաբերյալ դեռևս չկա մի միաձույլ կարծիք:

Գիտնականների գերակշռող մեծամասնությունը գտնում է, որ բենթոնիտների արդյունաբերական կուտակներն առաջանում են միմիայն միջին և թթու կազմի հրաբխածին տուֆերի հաշվին: Ոմանք էլ գտնում են, որ բենթոնիտները կարող են առաջանալ նաև հիմնային ապարների հաշվին, սակայն ոչ արդյունաբերական կուտակների ձևով:

Հայաստանի տարածքում տեղադրված բենթոնիտների երկու խոշորագույն հանքավայրերի Սարիգյուղի և Նոյեմբերյանի, ուսումնասիրման հիման վրա հեղինակը հանգել է այն եզրակացությանը, որ բենթոնիտների արդյունաբերական կուտակներ կարող են առաջանալ տարբեր կազմի հիմնայինից մինչև թթու, ինչպես հրաբխածին տուֆերի, այնպես էլ լավային ծածկոցների, վիժվածքների և սուրբերծին ապարների հաշվին:

Միևնույն P, T և pH բարենպաստ պայմաններում նշված ապարների հրային ապակու հաշվին բենթոնիտների առաջացման հարցը ենթակա է միմիայն երկրաբանական ժամանակին: Հիմնային կազմի հրային ապակին բենթոնիտացման առումով դրսևորում է առավել թույլ դիմադրողականություն և մոնոտոնիկորեն կարող է փոխարկվել ավելի արագ, քան թթու կազմի ապակին:

## ON THE BENTONIZATION OF VOLCANOGENIC ROCKS OF DIVERSE ACIDITY RATES BY THE EXAMPLE OF THE SARIGIUGH AND THE NOYEMBERIAN DEPOSITS IN ARMENIA

H. S. Avagyan

Abstract

Commercial deposits of bentonite clays of the Sarigiugh and the Noyemberian deposits have been formed from a wide range of vitreous rocks: ash and pumice tuffs, lava, extrusive, and sub-intrusive formations with compositions ranging from basic to acid ones. Under same geological conditions, volcanic glasses of basic composition are more reactive and transform into montmorillonite more rapidly than acid glasses. Under the same conditions of P, T, and pH, one of the factors determining this is duration and intensity of impact of solutions on parent rocks.



О НЕКОТОРЫХ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ  
ХАРАКТЕРИСТИКАХ ГАРНИЙСКИХ ПИТЬЕВЫХ ВОД

© 2004 г. Г. В. Шагинян, Т. Н. Кюрегян, Э. С. Халатян, Л. А. Григорян

Институт геологических наук НАН РА  
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения  
E-mail: hrshah@sci.am  
Поступила в редакцию 21.05.2004 г.

В статье представлены результаты гидрогеохимических исследований состава гарнийских пресных питьевых вод, поступающих на водоснабжение г. Еревана, и результаты исследований составов этих же вод на пунктах их употребления. По составу и физическим свойствам эти воды, находящиеся под мониторинговым наблюдением в течение 2-х лет, в основном отвечают требованиям действующих международных нормативных документов, что дает основание отнести их к категории питьевых вод обычного качества.

Центральная часть г. Еревана, в основном, снабжается питьевой водой, поступающей из гарнийского водосборника, расположенного на Гегамском нагорье. Оно сложено почти исключительно продуктами плиоцен-четвертичного вулканизма. Это породы андезито-базальтового и андезито-дацитового состава мощностью 700-800 м и более. Они сильно водопроницаемые, водоносные и являются областью формирования значительной части основных ресурсов подземных вод данного района.

Мощная броня андезито-базальтовых лав Гегамского нагорья располагается на эродированной поверхности метаморфических, вулканогенно-осадочных и интрузивных пород.

Погребенный под лавами древний рельеф почти всюду закольматирован и служит региональным водопором.

Вулканогенно-осадочные породы (туфы, туфопесчаники, туфобрекчии, туфоконгломераты) имеют незначительное распространение и практически безводны. Небольшие площади занимают карбонатные породы девона, карбона, мела (известняки, мергели), которые, благодаря системе трещин, хорошо водопроницаемы. Широко распространены рыхлообломочные и слабосцементированные отложения, характеризующиеся как водопроницаемые, водоносные.

Поток подземных вод, в виде мощных родников, выходит на поверхность между сс. Гохт и Гарни с суммарным дебитом примерно 1700 л/сек. В пределах наклонного лавового плато наблюдаются более рассеянные выходы. Гохт-Гарнийский водоток формируется в верховьях р. Гохтгет, между водораздельной линией бассейнов рр. Гедар и Азат и горами Назал (3361 м), Спитакасар (3560 м) и Зиарат (3150 м) (Аветисян, Балян и др., 1974).

В годовом режиме подземных вод Гегамского хребта наблюдаются 4 периода: максимума, минимума, спада и подъема. Эти периоды повторяются ежегодно, но с разной продолжительностью (Аветисян, Балян и др., 1974).

В данной статье рассматриваются некоторые гидрогеохимические аспекты гарнийских пресных питьевых вод, которые формируются в пределах этих образований, каптируются и подаются водоводом на водоснабжение г. Еревана.

В течение 2-х лет (апрель 2002 – январь 2004 г.) было проведено мониторинговое наблюдение с отбором более 60 проб воды, которые анализировались в гидрохимической лаборатории Института геологических наук НАН РА. Время отбора проб определялось погодными и климатическими условиями, с целью наблюдения изменений химического состава вод в зависимости от отмеченных факторов. Были определены основные катионные и анионные составляющие с целью установления классовой принадлежности этих вод и колебаний содержаний основных элементов и соединений химического состава, а также некоторые микросоставляющие и биологические показатели с целью определения степени техногенного загрязнения вод при транспортировке. Как было известно из ранее проведенных работ и как показали наши исследования, гарнийские воды отличаются сравнительной стабильностью своих основных гидрохимических показателей. Они пресные, гидрокарбонат-хлоридного, кальций-натриевого класса. Общая минерализация не превышает 200 мг/л, рН в основном равен 7,0 (табл. 1). Поскольку содержания некоторых элементов и соединений ниже предела чувствительности анализа, и они не были обнаружены при наших исследованиях, считаем необходимым представить дополнительные сведения о методике их определения (Резников, Мулиновская, 1963), чувствительности анализа, ПДК (в мг/л) по СанПиН 2.1.4.559-96 РФ (Питьевая вода и ..., 1996) и по ГОСТ 2874-82 (в мг/л) (Крайнов, Швеиц, 1987) и нормативы качества питьевой воды по ВОЗ (в мг/л) (Боревский Б.В., Боревский Л.В. и др., 1998).

| Метод                                             | Чувств.  | ПДК  | Нормы ВОЗ  |
|---------------------------------------------------|----------|------|------------|
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - колориметрический, | 0.05,    | —    | 1.5        |
| Fe <sub>обм</sub> - колориметрический,            | 0.04,    | 0.3  | 0.3        |
| Cu <sup>2+</sup> - полярографический,             | 0.0005,  | 1.0  | 1.0        |
| Pb <sup>2+</sup> - полярографический,             | 0.00005, | 0.03 | 0.01       |
| Zn <sup>2+</sup> - полярографический,             | 0.0001,  | 5.0  | 3.0        |
| Cd <sup>2+</sup> - полярографический,             | 0.00005, | —    | 0.003      |
| J - колориметрический,                            | 0.1,     | —    | нет данных |
| As - колориметрический,                           | 0.02,    | 0.05 | 0.01       |
| NO <sub>2</sub> - колориметрический,              | 0.01,    | —    | 3.00       |



Таблица 1

Содержание элементов и соединений (в мг/л) в гарнийском водосборнике  
и питьевых водах центрального района г.Еревана  
(по данным 7 анализов в каждой точке)

| Элементы и соединения           | Водосборник «Гарни» |               | Пр. им. Маштоца  |               | Пл. Анрапетутян    |               |
|---------------------------------|---------------------|---------------|------------------|---------------|--------------------|---------------|
|                                 | Интервал содерж.    | Среднее знач. | Интервал содерж. | Среднее знач. | Интервал содерж.   | Среднее знач. |
| Общая жесткость (мг/экв.)       | 1,00-1,25           | 1.10          | 1,10-1,45        | 1.25          | 1,05-1,30          | 1.17          |
| pH                              | 6,87-7,04           | 6.95          | 6,71-7,07        | 6.60          | 6,7-7,1            | 6.0           |
| Cu <sup>2+</sup>                | 0,001-0,005         | 0.003         | 0,001-0,02       | 0.007         | 0,001-0,008        | 0.005         |
| Pb <sup>2+</sup>                | не обн.-0,0018      | 0.00085       | не обн.-0,002    | 0.00045       | не обн.-0,0008     | 0.0002        |
| Zn <sup>2+</sup>                | не обн.-0,054       | 0.02          | не обн.-0,02     | 0.006         | не обн.-0,02       | 0.006         |
| Cd <sup>2+</sup>                | не обн.             | не обн.       | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| Fe <sub>обн.</sub>              | не обн.             | не обн.       | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| F <sup>-</sup>                  | 0,01-0,40           | 0.26          | 0,20-0,43        | 0.28          | 0,20-0,40          | 0.24          |
| J <sup>-</sup>                  | не обн.             | не обн.       | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| As                              | не обн.             | не обн.       | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>    | не обн.             | не обн.       | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>    | 4,20-5,50           | 4.96          | 4,00-6,60        | 3.80          | 3,0-5,0            | 4.33          |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>    | не обн.             | не обн.       | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>   | 0,01-0,45           | 0.23          | 0,32-0,42        | 0.35          | 0,32-0,45          | 0.40          |
| H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> | 55,0-70,0           | 60.0          | 53,0-80,0        | 57.0          | 57,0-70,0          | 62.80         |
|                                 | Ул. Абовяна         |               | Ул. Пушкина      |               | Ул. Алека Манукяна |               |
| Общая жесткость (мг/экв.)       | 1,05-1,25           | 1.17          | не обн. – 1,7    | 1.10          | 1,05-1,30          | 1.20          |
| pH                              | 6,50-7,10           | 7.0           | 6,94-7,09        | 7.0           | 6,80-7,00          | 6.90          |
| Cu <sup>2+</sup>                | 0,0002-0,007        | 0.0025        | 0,006-0,02       | 0.009         | 0,001-0,004        | 0.0027        |
| Pb <sup>2+</sup>                | не обн.-0,001       | 0.0002        | 0,0003-0,01      | 0.0004        | не обн.-0,001      | 0.0004        |
| Zn <sup>2+</sup>                | не обн.-0,07        | 0.026         | не обн.-0,01     | 0.004         | не обн.-0,036      | 0.02          |
| Cd <sup>2+</sup>                | не обн.             | не обн.       | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| Fe <sub>обн.</sub>              | не обн.             | не обн.       | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| F <sup>-</sup>                  | 0,20-0,35           | 0.27          | 0,16-0,50        | 0.34          | 0,20-0,35          | 0.25          |
| J <sup>-</sup>                  | не обн.             | не обн.       | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| As                              | не обн.             | не обн.       | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>    | не обн.             | не обн.       | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>    | 3,8-4,5             | 4.07          | 3,0-7,0          | 5.0           | 3,5-6,0            | 4.68          |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>    | не обн.             | не обн.       | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>   | 0,28-0,38           | 0.34          | 0,30-0,35        | 0.32          | 0,28-0,38          | 0.32          |
| H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> | 58,0-65,0           | 61.0          | 50,0-70,0        | 58.50         | 50,0-65,0          | 60,0          |
| Элементы и соединения           |                     |               | Ул. Тпагричнери  |               | Ул. Тиграна Меца   |               |
|                                 |                     |               | Интервал содерж. | Среднее знач. | Интервал содерж.   | Среднее знач. |
| Общая жесткость (мг/экв.)       |                     |               | 1,0-1,3          | 1.16          | 1,00-1,20          | 1.15          |
| pH                              |                     |               | 6,25-7,06        | 6.80          | 6,88-7,12          | 6.90          |
| Cu <sup>2+</sup>                |                     |               | 0,006-0,016      | 0.006         | 0,0002-0,004       | 0.002         |
| Pb <sup>2+</sup>                |                     |               | не обн. – 0,0008 | 0.0003        | не обн – 0,0002    | 0.0001        |
| Zn <sup>2+</sup>                |                     |               | 0,001-0,18       | 0.03          | не обн. – 0,018    | 0.007         |
| Cd <sup>2+</sup>                |                     |               | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| Fe <sub>обн.</sub>              |                     |               | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| F <sup>-</sup>                  |                     |               | 0,20-0,30        | 0.24          | 0,20-0,43          | 0.30          |
| J <sup>-</sup>                  |                     |               | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| As                              |                     |               | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>    |                     |               | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>    |                     |               | 3,45-5,0         | 4.17          | 3,50-5,80          | 4.50          |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>    |                     |               | не обн.          | не обн.       | не обн.            | не обн.       |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>   |                     |               | 0,30-0,43        | 0.34          | 0,30-0,40          | 0.34          |
| H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> |                     |               | 50,0-70,0        | 62.80         | 58,0-65,0          | 61,0          |



Макросоставы исследованных вод характеризуются следующими интервалами содержаний параметров катионного и анионного рядов (мг/экв - %):  
Водосборник «Гарни»

$$M_{0.16-0.18} \frac{HCO^3 61-73 Cl 5-8 SO^4 3-9}{Ca 11-12 Na 5-11 Mg 5-8}$$

Пр. им. Маштоца

$$M_{0.18-0.22} \frac{HCO^3 67-92 Cl 5-13 SO^4 5-9}{Ca 13-18 Na 5-12 Mg 5-9}$$

Пл. Анрапетутян

$$M_{0.18-0.20} \frac{HCO^3 67-80 Cl 7-9 SO^4 5-9}{Ca 12-15 Na 8-11 Mg 4-7}$$

Ул. Абовяна

$$M_{0.16-0.19} \frac{HCO^3 61-80 Cl 7-9 SO^4 4-8}{Ca 13-15 Na 7-11 Mg 5-7}$$

Ул. Пушкина

$$M_{0.16-0.34} \frac{HCO^3 67-98 Cl 6-14 SO^4 4-13}{Ca 13-18 Na 8-13 Mg 4-10}$$

Ул. Алека Манукяна

$$M_{0.16-0.19} \frac{HCO^3 67-80 Cl 7-9 SO^4 4-8}{Ca 12-16 Na 8-12 Mg 4-8}$$

Ул. Тпагричнери

$$M_{0.17-0.20} \frac{HCO^3 61-79 Cl 7-9 SO^4 4-9}{Ca 12-15 Na 7-12 Mg 4-7}$$

Ул. Тиграна Меца

$$M_{0.17-0.20} \frac{HCO^3 67-79 Cl 6-9 SO^4 4-10}{Ca 12-15 Na 8-12 Mg 4-7}$$

Содержания некоторых исследованных микрокомпонентов ( $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ , F) во всех пробах значительно ниже предельно допустимых значений, зафиксированных в разных, в том числе и ВОЗ (Экологически чистые подземные воды, 1998), нормативных документах.

Из наиболее распространенных показателей техногенного загрязнения вод не обнаружены содержания  $Cd^{2+}$ , As,  $Fe_{общ}$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ , а содержание  $NO_3^-$  находится в пределах допустимых норм.



Ниже приводятся графики колебаний  $M_{общ}$ , pH, а также содержаний Cu, Zn, Pb,  $NO_3^-$  в исследованных водах в период наблюдений.

Графики показывают, что при транспортировке происходят незначительные изменения значений содержаний исследованных составляющих.

Так, для Cu максимальное содержание зафиксировано в зимне-весенний период 2003г. — 0,02мг/л (ул. Пушкина и пр.Маштоца) и в то время, когда на гарнийском водосборнике оно почти в 10 раз ниже. Несмотря на то, что и значение 0,02мг/л в 2 раза ниже, чем требование к водам, например, высшего питьевого качества (Экологически чистые подземные воды, 1998) и в десятки раз меньше, чем требование ВОЗ, очевидно техногенное загрязнение при транспортировке.

Свинец во всех точках опробования обнаруживается спорадически. Интересно, что наивыс-

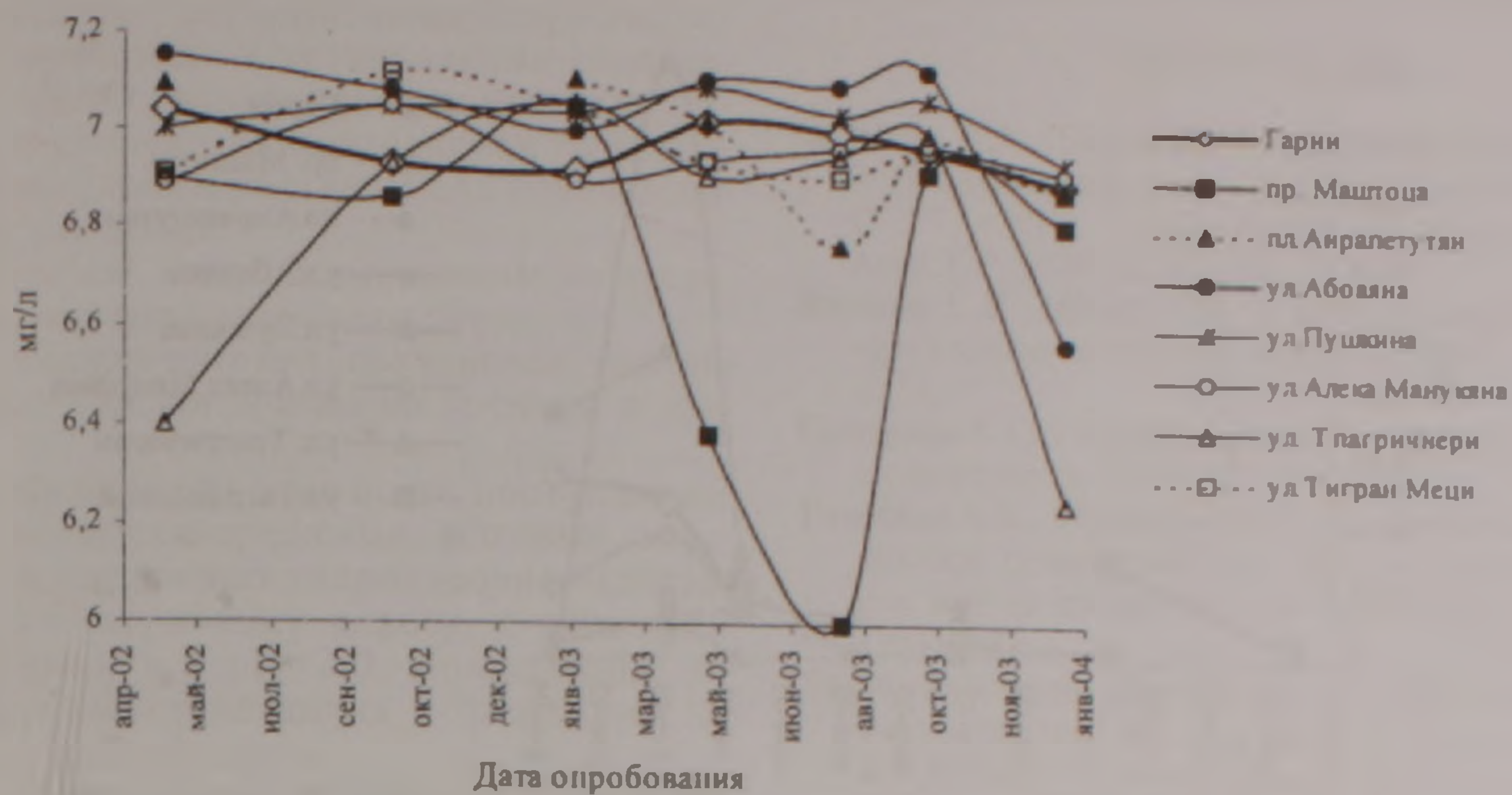
шее содержание (оно почти соответствует требованиям к водам высшего качества) зафиксировано в гарнийском водосборнике. Так как растворимость природных соединений свинца низкая и он, в основном, связан с умеренно-кислыми гранитоидами, можно полагать, что зафиксированные содержания свинца связаны с техногенным загрязнением как вод гарнийского водосборника, так и г.Еревана.

Цинк хорошо мигрирует как в нейтральных, так и в кислых, и щелочных водах. Это наблюдается и при наших исследованиях. Наивысшее значение элемента — 0,18мг/л зафиксировано один раз в водах ул.Тпагричнери, но основная информация говорит о безопасности содержаний цинка в исследованных водах.

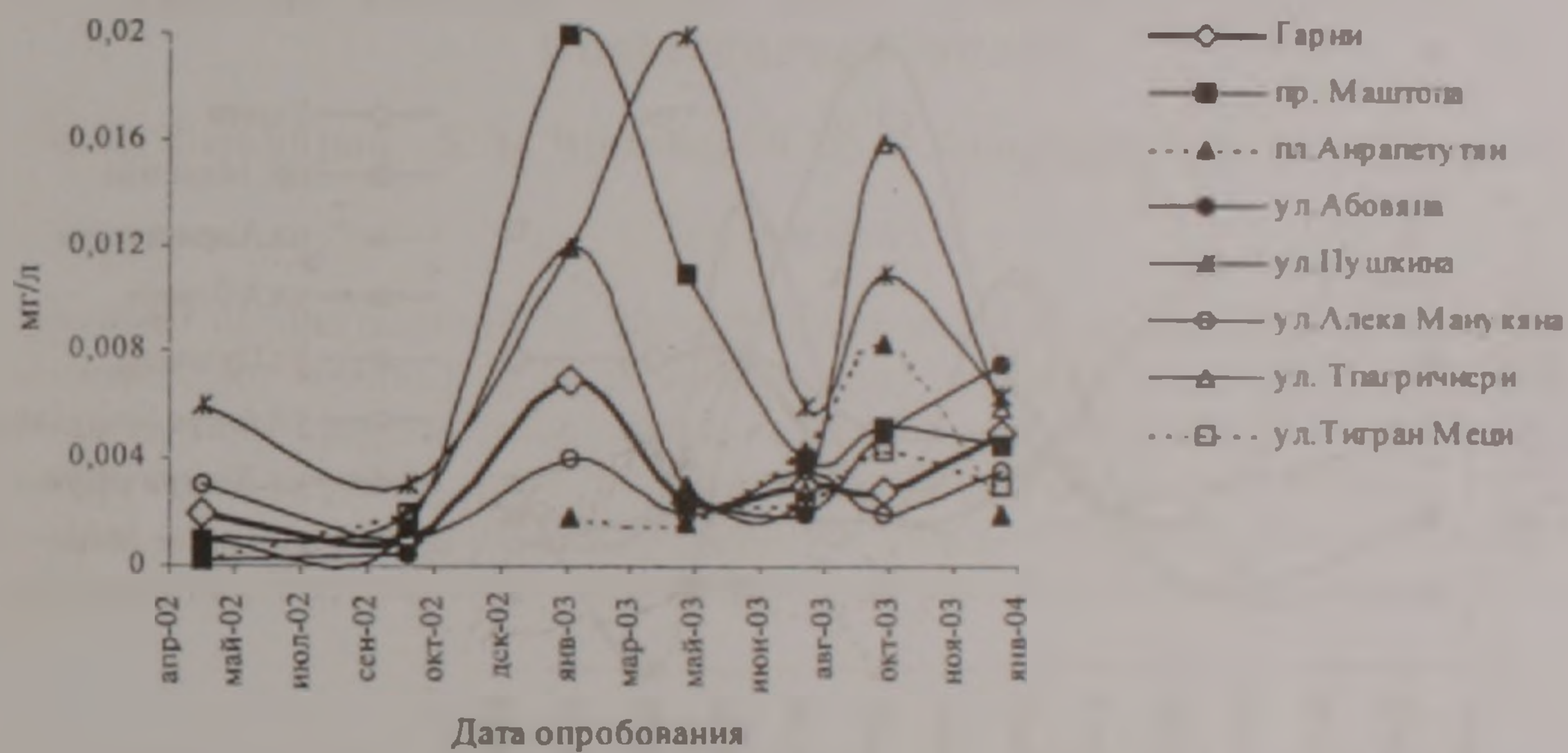
Как известно,  $NH_4^+$  и  $NO_2^-$  — показатели "свежего" загрязнения вод (Самарина, 1977), но они не были обнаружены. Обнаружены содержания



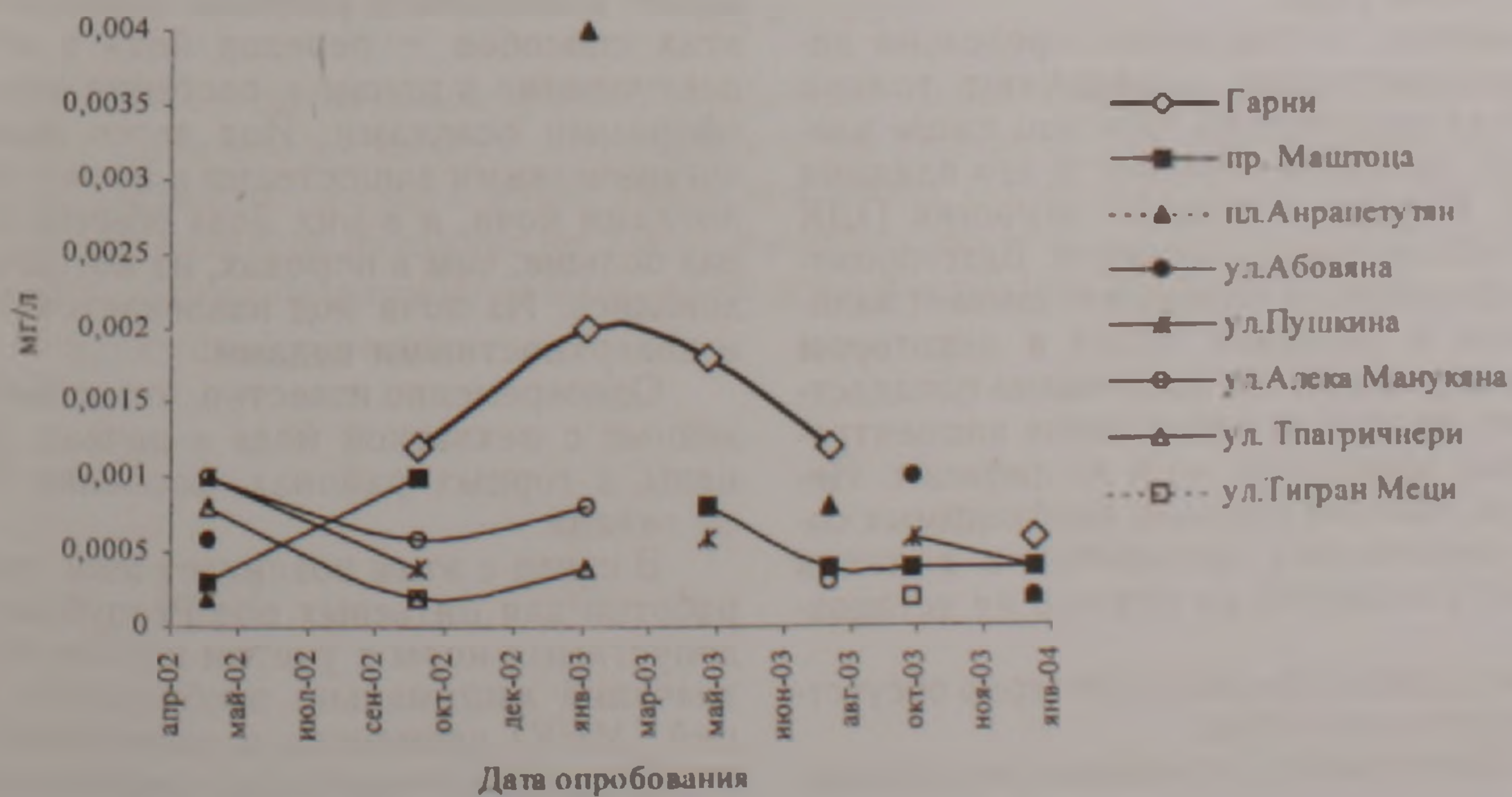
# pH



# Cu

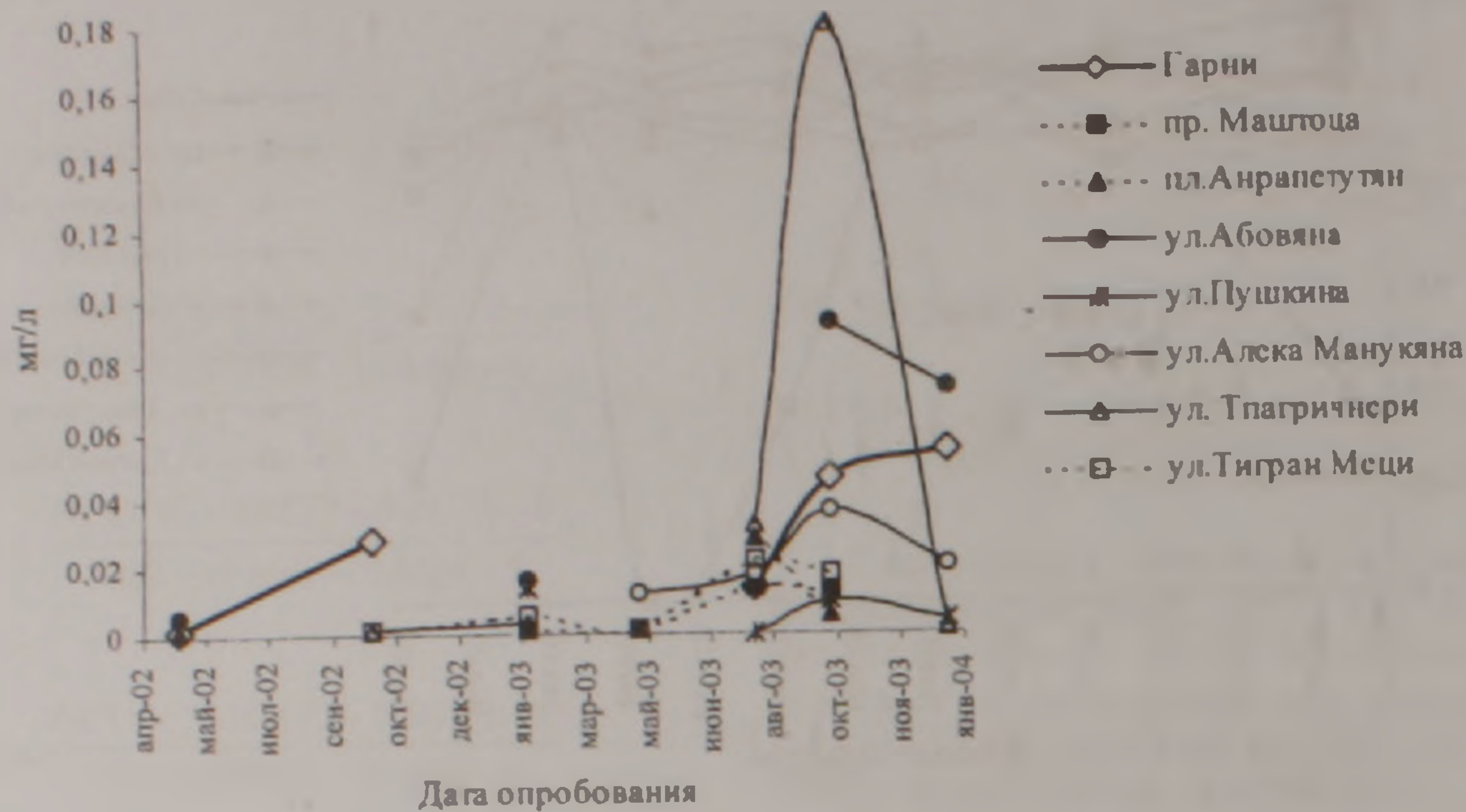


# Pb

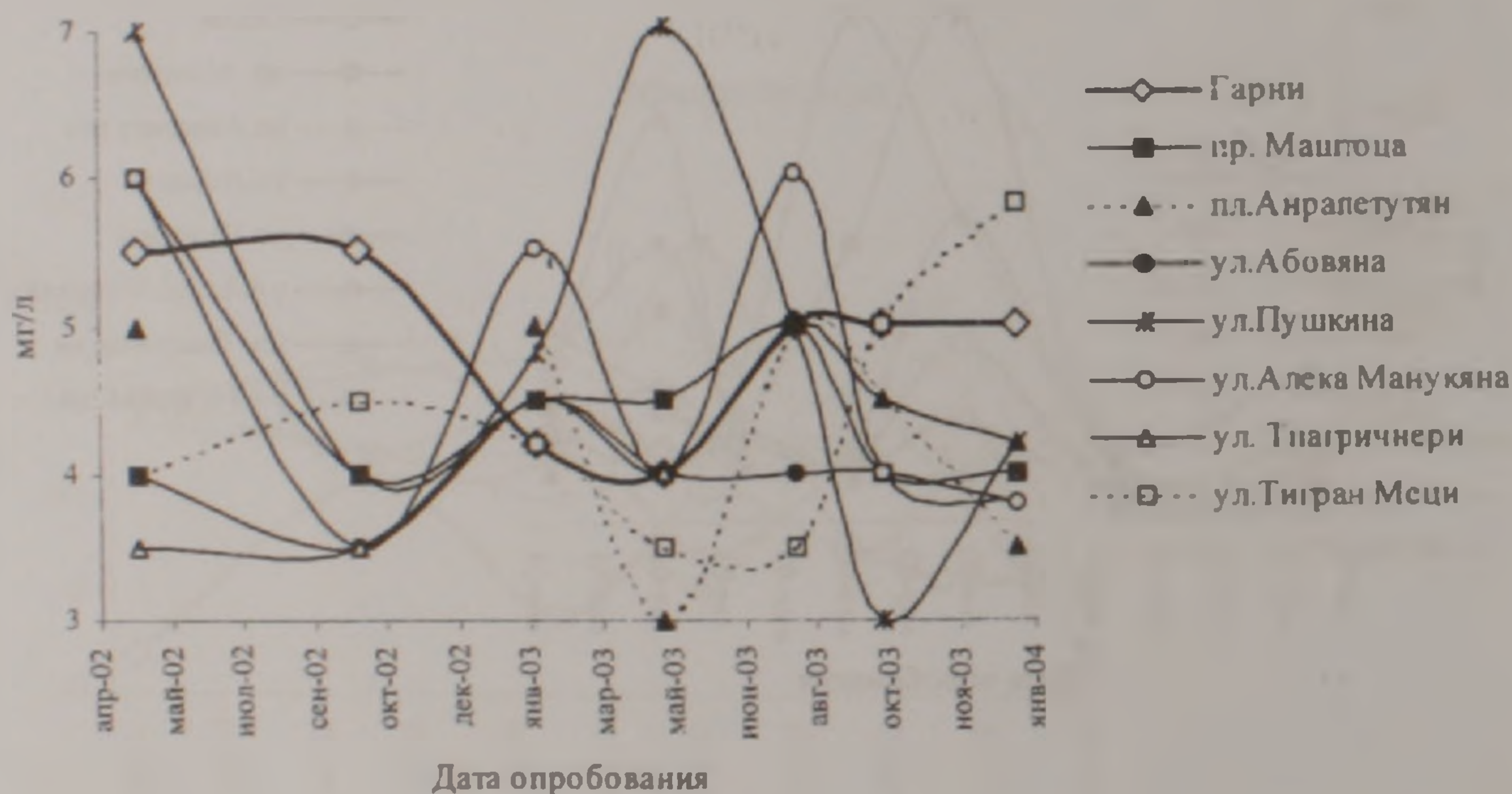




## Zn



## NO<sub>3</sub><sup>-</sup>



NO<sub>3</sub><sup>-</sup> — конечного продукта окисления азота, но они намного ниже ПДК.

Установленные в стандартах предельно допустимые концентрации определяют только верхний предел содержания того или иного элемента с точки зрения безопасности его влияния на организм. В разных странах значения ПДК по многим показателям различаются. Благоприятное влияние на организм человека оказывает наличие элементов в питьевых водах в некотором диапазоне содержаний. Но негативные последствия вызывают не только избыточные концентрации отдельных элементов, но и их дефицит. Несмотря на это, нижние пределы необходимых содержаний химических элементов в водах в действующих стандартах до сих пор не установлены.

Например, для наших вод характерно отсутствие (не обнаружение) йода.

По А.П.Виноградову, основным источником

йода природных вод является океан, откуда он может извлекаться разными способами. Один из этих способов — переход йода в атмосферу и поступление в почвы и растения вместе с атмосферными осадками. Йод легко адсорбируется органическими веществами и минеральными коллоидами почв, и в них йода обычно в несколько раз больше, чем в породах, на которых они образовались. Из почв йод извлекается подземными и поверхностными водами.

Одновременно известно, что заболевания, связанные с нехваткой йода в почвах, распространены в горных районах, особенно отдаленных от океана.

В связи с этим возникает необходимость выработки для питьевых вод Республики Армения допустимых норм с учетом не только ПДК, но и значений минимально необходимых концентраций (МНК) элементов и содержаний.

В гидрогеохимической лаборатории Инсти-



тута геологических наук НАН РА в течение последних лет проводится мониторинг по некоторым пресным питьевым водам. В результате создается банк данных, который может служить основой для разработки и установления стандартов (ПДК и МНК), определяющих качество питьевых вод по степени их пригодности по гидрогеохимическим характеристикам для использования в питьевых целях.

Таким образом, полученные данные по исследованным элементам показывают, что:

– Гидрогеохимические показатели гарнийских питьевых вод устойчивы во времени и пространстве.

– Гарнийские питьевые воды, поступающие в г. Ереван, являются пресными, мягкими, хорошего вкуса, принадлежат гидрокарбонат-хлоридному, кальций-натриевому классу, с минерализацией до 200 мг/л и pH=7,0. Повышенные содержания микросоставляющих и биогенных показателей не фиксируются.

– Гарнийские воды, исходя из гидрохимического состава и физических свойств, которые

в естественных условиях отвечают требованиям действующих нормативных документов, относятся к питьевым водам обычного качества.

### ЛИТЕРАТУРА

Аветисян В.А., Балян С.П., Месропян М.М., Сарларов Э.И. Гегамский хребет. В кн. "Геология Армянской ССР", т. VIII. "Гидрогеология". Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974, с. 130-150.

Крайнов С.Р., Швен В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. М.: Недра, 1987, 237 с.

Самарина В.С. Гидрогеохимия. Л.: Изд. Ленинградского университета, 1977, 359 с.

Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Метод анализа природных вод. М.: Гос. научно-техническое изд-во литературы по геологии и охране недр, 1963, 403 с.

Экологически чистые подземные питьевые воды. Рекомендации по обоснованию перспективных участков для добычи с целью промышленного розлива (сост. Боровский Б.В., Боровский Л.В. и др.). М.: АОЗТ ГИДЭК, 1998, 31 с.

### ԳԱՌՆՈՒ ԽՍՆՆՈՒ ՋՐԵՐԻ ՈՐՈՇ ՀԻԳՐՈԵԿԻՄԻԱԲԻՍԻԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՍԱՍԻՆ

Հ. Վ. Շահինյան, Տ. Ն. Կյուրեղյան, Է. Ս. Խալատյան, Լ. Ա. Գրիգորյան

#### Ա Ն Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոդվածում ներկայացված են վերջին երկու տարիների ընթացքում Գառնու ջրահավաքի և այդտեղից Երևանի կենտրոնական որոշ շրջաններին մատակարարվող խմելու քաղցրահամ ջրերի հիդրոեկրաքիմիական ուսումնասիրությունների արդյունքները: Հաստատված է, որ այդ ջրերը, ըստ ընդունված դասակարգման, քաղցրահամ են, փափուկ պատկանում են հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, կալցիում-մատրիումային դասին և իրենց հիդրոքիմիական բնութագրերով բավարարում են խմելու ջրերին ներկայացվող պահանջներին:

### ON SOME HYDRO-GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF DRINKING WATERS FROM GARNI

H. V. Shahinyan, T. N. Kyureghyan, E. S. Khalatyan, L. A. Grigoryan

#### Abstract

The article presents results of hydro-geochemical studies of the composition of fresh drinking waters of Garni that are used for water supply to the Yerevan city, as well as the outcome of the study of composition the same waters have at user's point. Composition and physical properties of these waters have been monitored for 2 years and mostly meet the requirements of the international normative documents currently in force, which gives grounds to relate the water to the category of normal quality drinking water.



## ՉԱՆԳԵԶՈՒՐԻ ԻՆՏՐՈՒԶԻՎ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՄԻՆԵՐԱԼՈԳԻԱԿԱՆ-ՊԵՏՐՈԳՐԱՖԻԱԿԱՆ ԱՌԱՆՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՈԼՈՐՏՆԵՐԸ

© 2004 թ. Հ. Պ. Գույումջյան\*, Ա. Ա. Ավագյան\*\*

\**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*

*Поступила в редакцию 22.10.2003 г.*

Հոդվածում տրվում է Մեղրի-Բարգուշատ մագմատիկ հանգույցի բարձր դեկորատիվ հատկանիշներով և բազմազան գույներով օժտված ինտրուզիվ ապարների բնութագրումը, պետրոգրաֆիական կազմը, ստրուկտուրային-տեքստուրային հատկանիշները և մագմատիկ ճեղքավորվածությունները, լուսաբանվում են Չանգեզուրի ինտրուզիվ ապարների արդյունաբերական մշակման հարցերը որպես դեկորատիվ – երեսապատման քարեր:

Չանգեզուրում գտնվում են Հայաստանի ինտրուզիվ ապարների ամենամեծ զանգվածները ավելի քան 1000 կմ<sup>2</sup> ընդհանուր մակերեսով: Մեղրու բաթոլիտի մերկացված մասի մակերեսը 800 կմ<sup>2</sup> է Արաքս գետի ձախ ափին, իսկ Բարգուշատի խմբի ինտրուզիվների՝ 250 կմ<sup>2</sup> (Гукасян, Меликсетян, 1965; Адамян, 1966; Мкртчян и др., 1969; Гуюмджян, 1973; Карамян, Таян, 1974; Баласанян, 1975): Այստեղ տարածված են տարբեր մագմատիկ ֆորմացիոն տիպերին պատկանող ապարները, սկսած գերիիմքային, հիմքային ապարներից մինչև թթու և ալկալային: Նշանակալի մակերեսներ են գրավում (50–100 կմ<sup>2</sup> և ավելի) գրանոդիորիտները, սիենիտները, նեֆելինային սիենիտները, գաբրոները, որոնք կարող են օգտագործվել որպես հումք շինարարության և ճարտարապետության բոլոր մարզերում: Ինտրուզիվ ապարներից պատրաստված երեսապատման սալերը կամ պատերի շարվածքի քարերը դեկորատիվ են, բացառիկ գեղեցիկ, ամուր և դիմացկուն գործնականում անսահմանափակ ժամանակի ընթացքում:

Վերջին տարիներին բնական և արհեստական դեկորատիվ քարերի օգտագործումը Հայաստանում մեծ թափ ստացավ հասարակական և անձնական նշանակության շենքերի պատերի և հատակների երեսապատման համար: Գրանիտանման ապարները շինարարության մեջ ըստ էության վերսկսեցին օգտագործել 90-ական թվականների կեսերից: Մինչ այդ խորհրդային տարիներին դեկորատիվ – երեսապատման քարերը (գրանիտ, մարմար և այլն) օգտագործվում էին բացառապես պետական և հասարակական նշանակության շինություններում, մեծ մասամբ ներքին հարդարման համար: Այսօր բարձրարժեք դեկորատիվ – երեսապատման քարերը դուրս են եկել փողոց: Նրանցով հարդարվում են ոչ միայն առաջին հարկի բարձրությամբ պատերը, այլ շենքն ամբողջ բարձրությամբ երեք կողմից, ընդհուպ մինչև շինության մերձակա հարթակը, աստիճանավանդակը, մայթերը և այլն: Չարմանալի և անսպասելի իրողություն աղբատ երկրների շարքում հայտնված երկրի համար:

Հարկ է նշել, որ դեկորատիվ – երեսապատման քարերը շատ երկրների համար համեմատաբար հազվագյուտ օգտակար հանածո են և թանկ: Լավագույն քարերը ստացվում են եզակի հանքա-

վայրերից: Այս դեկորատիվ քարերի բարձր գինը թույլ է տալիս տեղափոխելու մեծ հեռավորության վրա (Белков и др., 1975):

Մեղրի-Բարգուշատ մագմատիկ հանգույցների գրանիտոիդները և գաբրոիդները չնայած իրենց դեկորատիվ – գեղագիտական և ֆիզիկամեխանիկական բարձր հատկանիշներին մինչև այժմ չեն օգտագործվել որպես հումք դեկորատիվ սալերի արտադրության համար: Վերջին տարիներին պահանջարկը նման քարերի նկատմամբ աճել է և մոտակա տարիներին ավելի կաճի: Այս պատճառով անհրաժեշտություն է զգացվում ստեղծելու Հայաստանում, մասնավորապես Չանգեզուրում, դեկորատիվ քարերի ամուր և հզոր ինդուստրիալ բազա:

Քարային ճարտարապետությունը բնորոշ է Հայաստանի համար նրա պատմության ամբողջ ընթացքում: Որպես շինաքար պատերի շարվածքի համար և դեկորատիվ-երեսապատման քար օգտագործվել են հիմնականում հրաբխային ծագման ապարները՝ տուֆերը և բազալտները: Ինտրուզիվ ապարներն առաջին անգամ մասսայական կիրառում ստացան Հայաստանում մետրոյի շինանարարության մեջ՝ մարմարին գրեթե հավասար, մեծ մասամբ հատակների սալապատման համար (Փամբակի գրանոդիորիտները և կվարցային դիորիտները): Իսկ վերջին տարիներին ինտրուզիվ ապարները որպես դեկորատիվ-երեսապատման քար սկսվեցին օգտագործվել շինարարության մեջ ամենուր՝ հյուրանոցների, ռեստորանների, բարերի, խաղասրահների, մթերային և արդյունաբերական ապրանքների շքեղ խանութների ներքին և արտաքին երեսապատման համար, առանձնատների, ամառանոցների, հասարակական-քաղաքական կազմակերպությունների մշակութային կենտրոնների շինարարության մեջ և այլն: Նկատի ունենալով թանկարժեք դեկորատիվ քարերի մասսայական կիրառումը շինարարության մեջ կարևոր է դառնում շուկայի հարցը: Առ այսօր դեկորատիվ-երեսապատման քարերը ներկրվում են արտաքին շուկաներից, մոտ և հեռավոր երկրներից, թեև վերջին շրջանում նկատվում է որոշ աշխուժացում տեղական արտադրության դեկորատիվ-երեսապատման քարերի կիրառման ասպարեզում:

Դեկորատիվ-երեսապատման քարերին վերագրում են այն ապարները, որոնց հիմնական



հատկություններն են բարձր դեկորատիվությունը և բարձր ֆիզիկական-մեխանիկական հատկությունները, ինչպես նաև ունակությունը երկարատև, գործնականում անսահմանափակ ժամանակի ընթացքում դիմակայելու եղանակի փոփոխություններին և մթնոլորտային ազդեցություններին: Այս քարերին ներկայացվում են առհասարակ ամենաբարձր պահանջները համեմատած այլ տիպի քարերի (Белков и др., 1975; Лашук, 1996):

Հոդվածի նպատակը ուշադրություն հրավիրելն է բարձրորակ դեկորատիվ-երեսապատման քարերի հումքի առկայության վրա Ջանգեզուրում, ցույց տալ այս տեղական դեկորատիվ քարերի մեծ ընտրությունը ըստ գույնի, ստրուկտուրային-տեքստուրային առանձնահատկությունների:

Ինտրուզիվ ապարների կարևորագույն ֆիզիկական-մեխանիկական հատկությունները (ամրություն, տեսակարար և ծավալային կշիռ, ծակոտկենություն, կարծրություն, ցրտադիմացկունության գործակից, ազատ և հարկադրական խոնավատարություն, առածգականություն, մաշելիության աստիճան և այլն) հայտնի են, տարբեր տարածքների ու հասակների նույնատիպ ապարների միջև էական տարբերություններ չկան և ցանկացած թարմ ինտրուզիվ ապար ունի նպաստավոր հատկանիշներ օգտագործելու համար որպես շինարարական և ճարտարապետական քար: Պահանջները քարերի նկատմամբ փոխվում են նրանց օգտագործման ոլորտից և բնույթից կախված շինարարության մեջ և հատուկ կառույցներում՝ ծովափնյա, գետափնյա և ամբարտակների պատնեշներ ու պատվարներ, կամուրջների խարիսխներ: Բայց քանի որ խոսքը միայն դեկորատիվ քարերը շինարարության մեջ օգտագործելն է, որտեղ չեն պահանջվում բացառիկ ֆիզիկական-մեխանիկական հատկանիշներով ապարներ, ապա կարելի է բավարարվել ինտրուզիվ ապարների մասին գրականության մեջ գոյություն ունեցող ընդհանուր հատկանիշներով, որոնք այս տիպի ապարների համար դրական են բոլոր առումներով: Մաշելիության աստիճանի գնահատման համար լավագույն օրինակը տալիս է Մոսկվայի մետրոն, որի սալահատակման համար օգտագործվել են ինտրուզիվ ապարների սալեր մետրոի բազմաթիվ կայարաններում: Արդեն ավելի քան 60 տարի այս դեկորատիվ քարերը արդարացնում են իրենց որպես հատակի սալեր և մաշվածության էական նշաններ չեն ցույց տալիս (Белков и др., 1975):

Գրանիտների ամրության սահմանը 1200-3000 կգ/սմ<sup>2</sup> է, իսկ Փամբակի գրանոդիորիտների և կվարցային դիորիտների՝ 1576-2044 կգ/սմ<sup>2</sup> չոր վիճակում: Համեմատության համար նշենք մի քանի այլ ապարների ամրության սահմանները՝ հիմքային և գերհիմքային ապարներ 1800-2000 կգ/սմ<sup>2</sup>, հրաբխային տուֆեր 50-200 կգ/սմ<sup>2</sup>, բազալտներ, դիաբազներ 300-2300 կգ/սմ<sup>2</sup>, մարմարներ 500-1900 կգ/սմ<sup>2</sup>, տրավերտին 500 կգ/սմ<sup>2</sup>: Շինանյութերից ամենաբարձր ցրտադիմացկունություն ունի գրանոդիորիտը, իսկ ամենացածրը տրավերտիններինն է: Հիմքային-գերհիմքային ապարների, հրաբխային տուֆերի, բազալտների ցրտադիմացկունությունը բավարար է, իսկ կրաքարերի և մարմարների՝ բարձր չէ (Белков и др., 1975; Лашук, Усачева, 1996):

Ջանգեզուրի գրանիտանման ապարները բնորոշվում են գույների բազմազանությամբ՝ բաց մոխրագույն և սպիտակավուն վարդագույն երանգով (Լեռնաշենի և Գեղիի գրանիտոիդները), բաց և մուգ վարդագույն (Ախլաթյանի և Նոր-Արեհիկի գրանոսիենիտները, գրանոդիորիտները), բաց մոխրագույն (Գեղիի, Լեռնաշենի, Կովչուտի կվարցային դիորիտները), սպիտակավուն վարդագույն երանգով (Ողջիի պորֆիրանման միջահատիկ գրանոդիորիտները), բաց վարդագույն (Ողջիի պորֆիրանման գրանիտները), սև և մոխրավուն (Գեղիի, Արամագդի, Սվարանցի, Մեղրիի գաբրոները և մոնցոնիտները), բաց մոխրագույն – սպիտակավուն վարդագույն երանգով (Ողջիի խոշորահատիկ պորֆիրանման գրանոդիորիտները), սպիտակ (Ողջիի մանրահատիկ ապլիտանման գրանիտները), բարձր ֆիզիկա-մեխանիկական հատկություններով (ապարների թարմությունը և համասեռությունը թույլ են տալիս սա հաստատելու), որոնք պայմանավորում են այս ապարների լայն կիրառումը որպես դեկորատիվ – երեսապատման և ճարտարապետական-շինարարական նյութ, որպես շարվածքի քար գանգան հասարակական շինարարական կառույցներում: Բոլոր ինտրուզիվ զանգվածների համար բնորոշ է լավ արտահայտված մագմատիկ ճեղքավորվածությունը (անջատման ճեղքերը), որոնք ապարը բաժանում են տարբեր չափերի զուգահեռանիստ բլոկների՝ մինչև մի քանի մետր երկարության և ավելի քան մեկ քառ. մետր կտրվածքով: Ինտրուզիվ ապարների ստրուկտուրային-տեքստուրային առանձնահատկությունները, միներալային կազմը (պլագիոկլազ, օրթոկլազ, կվարց և ամֆիբոլ գրանիտոիդներում, պլագիոկլազ, պիրոքսեն կամ օլիվին գաբրոիդներում) և տարբեր գունային երանգները այս ապարներին տալիս են տարբեր գեղագիտական որակներ, պայմանավորում տարածքի քարատեսակների բարձր դեկորատիվությունը և կիրառումը որպես երեսապատման ինքնատիպ քարեր:

Դեկորատիվությունը երեսապատման քարերի կարևոր որակական հատկանիշ է: Այն որոշելու համար օբյեկտիվ չափանիշներ չկան, իսկ այսպիսի գնահատականները միշտ սուբյեկտիվ են: Գրանիտոիդների համար առավել դեկորատիվ են մաքուր, առանց քսենոլիտների, համասեռ, հավասարահատիկ, մուգ կարմիր, վարդագույն, մոխրագույն, բաց մոխրագույն և սպիտակավուն վարդագույն երանգով տեսակները: Հատուկ դեկորատիվություն ունեն բաց գույնի, լեյկոկրատ, առանց գունավոր միներալների ապլիտանման գրանիտները և ալյասկիտները, որոնց բազմաթիվ ելքեր հայտնի են Ողջիի զանգվածի սահմաններում:

Բարձր դեկորատիվությամբ առանձնանում են Ողջիի զանգվածի և Շենաթաղի պորֆիրանման գրանոդիորիտները ու գրանիտները: Սրանք սպիտակավուն, բաց մոխրագույն, վարդագույն երանգով խոշորահատիկ ապարներ են կալիշլպատի և ալբիտ-օրթոկլազի պորֆիրանման մեծ բյուրեղներով (1x2սմ, 2x3սմ, 3x4 սմ չափերի): Կալիշլպատի վարդագույն բյուրեղները երիզված են ալբիտի բարակ 1-3 մմ պատյանով: Ջանգեզուրի պորֆիրանման գրանոդիորիտները ավելի զվարթ և տաք տեսք ունեն, քան առանց վարդագույն օրթոկլազի բյուրեղների պորֆիրանման նմանատիպ



այլ ապարները, որոնք ներկրվում են այլ երկրներից՝ Վարդագույն կալիչպատի փոքր և մեծ բյուրեղների տարբեր քանակությունը գրանոդիորիտներում ստեղծում է դեկորատիվ լայն բազմազանություն։ Յուրատեսակ դեկորատիվ են Ողջիի զանգվածի առաջին ինտրուզիվ ֆազի վարդագույն պորֆիրանման գրանիտները օրթոկլազի համեմատաբար մեծ բյուրեղների առատության պատճառով (0.2x0.5 սմ, 0.5x1.0 սմ չափերի)։ Յուրատեսակ դեկորատիվ են նաև սաքարյան տիպի միջահատիկ պորֆիրանման գրանոդիորիտները (Ողջիի երկրորդ ինտրուզիվ ֆազ), հավասարահատիկ, սպիտակ մեղմ վարդագույն երանգով հիմնական զանգվածի մեջ նոսր դասավորված օրթոկլազի վարդագույն մեծ բյուրեղներով։ Իսկ Լիճքի տիպի (Ողջիի ինտրուզիվ երրորդ ֆազ) պորֆիրանման գրանոդիորիտները սպիտակ ալբիտ-օլիգոկլազի և վառ վարդագույն օրթոկլազի պորֆիրանման բյուրեղների առատությամբ միջահատիկ հիմնական զանգվածի ֆոնի վրա, որը կազմված է կվարցից, օրթոկլազից, պլազիոկլազից, ամֆիբոլից և բիոտիտի ոչ մեծ քանակությունից, իրենց տեսքով, դեկորատիվությամբ առանձնանում են տարածքի բոլոր տիպի գրանոդիորիտներից։

Ինքնատիպ և գեղեցիկ տեսք ունեն մուգ վարդագույն, խոշորահատիկ, թույլ պորֆիրանման տեքստուրայով Ախլաթյանի զանգվածի գրանոսիենիտները։ Այս ապարների մեջ կալիչպատի քանակությունը երկու անգամ գերազանցում է պլազիոկլազի սպիտակ-մոխրագույն բյուրեղներին։ Դաշտային շպատների միջև երեւում են պիրոքսենների կանաչավուն և կվարցի թափանցիկ անգույն բյուրեղները։

Ամենատարածված դեկորատիվ քարերը Գեղիի, Լեռնաշենի, Արևիսի, Նոր-Արևիկի և Վարդանաձորի զանգվածների գրանիտոիդային ապարներն են։ Այս ինտրուզիվ զանգվածների գրանոդիորիտները միջահատիկ կամ մանրահատիկ, սպիտակ, բաց մոխրագույն վարդագույն երանգով ապարներ են և կազմված են պլազիոկլազից, օրթոկլազից և փոքր քանակության մուգ գույնի միներալներից ամֆիբոլներից և բիոտիտից։ Գրանոդիորիտները ընդհանուր առմամբ բնորոշվում են համասեռ ստրուկտուրայով, մաքուր են և չեն պարունակում քսենոլիտներ։

Գաբրոների խմբի ապարներից առավել դեկորատիվ են լաբրադորիտները իրիզացնող լաբրադորի բյուրեղներով։ Բարձր դեկորատիվություն ունեն գաբրոների բոլոր այն տարատեսակները, որոնք տարածված են Մեղրիի բաթոլիտի արևելյան մասում, Բարգուշատում (Գեղիի զանգվածի առաջին օղակի ինտրուզիվը, Արամագղի զանգվածը, Արևիսի գաբրոիդների ելքերը)։ Գաբրոիդները սև, մուգ մոխրագույն, մուգ կանաչավուն երանգով խոշորահատիկ ապարներ են կազմված պիրոքսեններից և կանաչավուն-մոխրագույն պլազիոկլազի բյուրեղներից։ Նույնքան դեկորատիվ են նաև մանրահատիկ, հավասարաչափ-հատիկային գաբրոիդները և տրոկտոլիտները (Սվարանցի զանգվածի սահմաններում և Մեղրիի բաթոլիտի տարածքում)։ Գաբրոները կարող են օգտագործվել և արտաքին, և՛ ներքին երեսապատման համար, որտեղ պահանջվում է բարձր գեղարվեստական ծեփորում (կառավարական և հասարակական շենքերի դահլիճներ, սրահներ, հյուրա-

նոցներ, մշակույթի պալատներ և այլն)։

Մեղրի-Բարգուշատ տարածքի ինտրուզիվ մարմինների մեծ չափերը (տասնյակ և հարյուրավոր քառակուսի կիլոմետրեր մակերեսով), մագմատիկ անջատման ճեղքերի առկայությունը (երկայնակի, լայնակի և հարթային-շերտային) թույլ են տալիս անհրաժեշտության դեպքում գտնել և ընտրել ցանկացած գույնի, տեսքի, ամրության, չափի քարային հումք կիրառման ոլորտների պահանջներին համապատասխան։

Գրանիտանման ապարները շատ քիչ են գիջում ամենամուր և կարծր քարատեսակներին՝ կվարցիտներին, իրենց ամրությամբ, դիմացկունությամբ ամենածայրահեղ ջերմաստիճանների պայմաններում։ Հավասարաչափ կարող են օգտագործվել և՛ ներքին հարդարման համար, և՛ արտաքին պատերի երեսապատման համար պաշտպանելու մթնոլորտային ազդեցություններից և գեղեցիկ արտաքին տեսք տալու համար, ինչպես նաև օգտագործվել որպես շարվածքի շինաքար ջերմության և ջրի մակարդակի տատանումներով բնորոշվող ծովափնյա, գետափնյա և ամբարտակների պատնեշների, կամուրջների խարիսխների շինարարության մեջ (Մապյուկ, 1996; Буянов, 1998)։

Մեր քարարդյունահանող արտադրությունը օգտագործել է կամ օգտագործում է ոչ բոլոր ինտրուզիվ դեկորատիվ-երեսապատման քարատեսակների հումքը, որոնցով հարուստ է Հայաստանը, բացառությամբ Փամբակի կվարցային դիորիտների և գրանոդիորիտների (մանրահատիկ և միջահատիկ բաց և մուգ մոխրագույն ապարներ)։ Այս ապարներն ունեն լավ շինարարական որակներ շնորհիվ բարձր ամրության, թարմության, ցածր խոնավության, կվարցի բարձր և բիոտիտի ցածր պարունակության (Геология АрмССР, 1966)։ Փամբակի գրանիտներով սալապատված է Երևանի մետրոյի կայարանների մեծամասնությունը։

Բնական դեկորատիվ-երեսապատման ինտրուզիվ ապարները շատ դեպքերում (մասնավորապես հատակների երեսապատում) ավելի արդյունավետ են և հուսալի, քան ավելի էժան, նվազ դիմացկուն նյութերը (տուֆ, բազալտ, մարմար)։ Մոսկովյան մետրոյի փորձը թույլ տվեց հաստատելու, որ գրանիտանման ապարներից սալապատված հատակն ունի կիրառելիության անսահմանափակ ժամկետ։ Տեղական բնական դեկորատիվ-երեսապատման ինտրուզիվ ծագման քարերի մասսայական կիրառման համար պնդումը արվում է հետևյալ նկատառումներով։

1. Դեկորատիվ-երեսապատման բազմատեսակ քարերով արտակարգ հարուստ Հայաստան ներմուծել դեկորատիվ քարեր նախատակահարմար չէ և որևէ արդարացում չունի մանավանդ տնտեսական առումով մի երկրում, որն ունի բացասական հաշվեկշիռ արտաքին առևտրի մեջ։

2. Հայաստանի տարածքը հարուստ է տարբեր գույներ, ստրուկտուրային-տեքստուրային հատկանիշներ, բարձր ֆիզիկա-մեխանիկական հատկանիշներ ունեցող դեկորատիվ գրանիտոիդային և գաբրոիդային ապարներով։

3. Չանգեզուրը հարուստ է սև և մուգ գույնի տարբեր հատիկայնության և ստրուկտուրային գաբրոանման ապարներով, որոնք ունեն բարձր շինարարական և դեկորատիվ որակներ։ Մինչդեռ



արտերկրներից ներմուծվող նման քարեր կիրառվում են շինարարության մեջ արտաքին և ներքին հարդարման համար:

4. Դեկորատիվ-երեսապատման քարերի արդյունահանումը Հայաստանում ընդհանուր առմամբ արվում է ոչ ինդուստրիալ եղանակներով, սահմանափակ տեսականիով և ոչ մեծ ծավալներով, որի հետևանքով պահանջարկը առ այսօր ծածկվում է ներմուծման հաշվին այլ երկրներից:

5. Նկատի ունենալով, որ Հայաստանում որպես երեսապատման քարեր մասսայականորեն օգտագործվող բազալտներին, տուֆերին, մարմարներին և տրավերտիններին փոխարինելու են եկել վերջին տարիներին առավել դեկորատիվ և քանկարժեք քարերը, այս քարերի պահանջարկի շեշտակի աճը և նրա ապահովումը ներմուծման հաշվին, հրամայական է դառնում դեկորատիվ-երեսապատման քարերի ինդուստրիալ բազայի ստեղծումը տարբեր քարաշատ շրջաններում՝ Զանգեզուր, Փամբակ, Լոռի:

6. Մեղրի-Բարգուշատ տարածքի ինտրուզիվ զանգվածները կարող են ապահովել անսահմանափակ քանակության բազմաթիվ և որակյալ հումք ոչ միայն ներքին, այլև արտաքին շուկայի համար:

7. Դեկորատիվ քարերի օգտագործման և մշակման նոր ծաղկումը երկրում կապ չունի տեղական բնական քարային հումքի արդյունահանման և մշակման հետ: Բնական դեկորատիվ քարերի մեծ մասը ներմուծվում է:

8. Բարձր դեկորատիվ հատկանիշներով օժտված որոշ ինտրուզիվ ապարներ հանքանյութեր են՝ նեֆելինային սիենիտներ, տուրմալինային գրանիտներ, մագնետիտային գաբրոներ, պիրոքսենիտներ, տրոկտոլիտներ և մագնետիտային օլիվինիտներ: Նման ապարների կիրառումը շինարարության մեջ պետք է բացառվի:

9. Զարարդյունահանող և քար մշակող արդյունաբերության մակարդակով Հայաստանը գրավում է աշխարհում առաջնակարգ տեղերից մեկը, եթե նկատի ունենանք հրաբխային տուֆերի և բազալտների կիրառումը որպես շինաքար և դեկորատիվ-երեսապատման քար: Իսկ ինտրուզիվ ծագման դեկորատիվ քարերի արտադրությամբ և կիրառմամբ նույնը չի կարելի ասել, թեև երկիրը արտակարգ հարուստ է նաև այդ հումքով: Հայաստանում կարող են արտադրվել դեկորատիվ-երեսապատման քարերի մի քանի տասնյակ տարատեսակ ըստ գույների, կազմի, ստրուկտուրային-տեքստուրային հատկանիշների և ընդհանուր տեսքի (գրանիտներ, գրանոդիորիտներ, կվարցային դիորիտներ):

10. Հայաստանում անհրաժեշտ է իրականացնել լուրջ ծրագրեր դեկորատիվ-երեսապատման

քարերի արդյունաբերության զարգացման համար: Հարկ է կառուցել քարամշակող խոշոր կոմբինատներ Մեղրիի և Բարգուշատի ինտրուզիվ զանգվածների գրանիտոիդների, գաբրոիդների և մոնցոնիտոիդների բազայի հիման վրա: Արմատապես պետք է փոխել բարձրարժեք դեկորատիվ-երեսապատման քարերի արդյունաբերության վիճակը տեխնիկական զինվածության և քարային հումքի արտադրական ծավալների մեծացման և դեկորատիվ քարերի բազմազանության առումով ապահովելու համար որակյալ քարային նյութով ոչ միայն ներքին շուկան, այլ արտահանելու ուրիշ երկրներ: Հայաստանը ունի այդ հնարավորությունները:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Адамян А.И.. Интрузивные породы Мегринского плутона. В кн.: Геология Армянской ССР, т. III. Петрография. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1966, с. 7-92.
- Баласаян С.И. Магматические формации Армянской ССР. Ереван: Изд. ЕГУ, 1975, 216 с.
- Белков Б.П., Григорович М.Б., Петров В.П., Шаболов С.П. Природные каменные облицовочные материалы. В кн.: "Неметаллические полезные ископаемые". М.: 1975, 122 с.
- Буянов Ю.В. Добыча и переработка минерального сырья для промышленности строительных материалов. Строительные материалы, 1998, N3, с. 2-5.
- Гукасян Р.Х., Меликсетян Б.М. Об абсолютном возрасте и закономерностях формирования сложного Мегринского плутона. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1965, т. XVIII, №3-4, с. 8-26.
- Гюмджян О.П. Магматические плутонические формации Западного Баргушата. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. XXVI, №1, 1973, с. 52-55.
- Карамян К.А., Таян Р.Н., Гюмджян О.П. Основные черты интрузивного магматизма Зангезурского рудного района Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1974, т. XXVII, №1, с. 54-65.
- Лашук В.В. Долговечность облицовочного камня Кольского полуострова. Кольский научный центр, 1996, 138 с.
- Лашук В.В., Усачева Т.Т. Изучение зависимости обрабатываемости от минерального состава, структуры и физико-механических свойств гранита месторождения Кузряка. Кольский научный центр, 1996, с. 14-16.
- Мкртчян С.С., Карамян К.А., Аревшатян Т.А. Каджаранское медно-молибденовое месторождение. Геологическое строение, структура и условия формирования. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1969, 328 с.



# **МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД ЗАНГЕЗУРА И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

**О. П. Гуюмджян, А. А. Авакян**

## **Резюме**

В статье дана характеристика петрографического состава, магматической трещиноватости интрузивных каменных материалов Мегри-Баргушатского магматического узла, освещаются вопросы промышленного использования интрузивных пород Зангезура в качестве декоративно-облицовочного камня. Отмечается, что крупнейшие месторождения декоративного камня Зангезура не разрабатываются, несмотря на весьма широкое применение в строительстве импортируемых облицовочных плит. Плиты, получаемые из интрузивных пород Зангезура, исключительно декоративные. В связи с возрастающим спросом на декоративно-облицовочный камень, необходимо развернуть на индустриальной основе работы по эксплуатации местного сырья не только для нужд страны, но и для экспорта.

## **INTRUSIVE ROCKS OF ZANGHEZOUR AS HIGH-QUALITY DECORATIVE FACING SLABS**

**H. P. Gouyumjyan, A. A. Avagyan**

## **Abstract**

The article provides description of highly decorative and diversely colored intrusive rocks located within the magma node of Meghri-Bargoushat, and of their petrographic composition, structural and textural features, and magma fracturing. It spreads light on the issues of industrial processing of the intrusive rocks of Zanghezour for the purpose of production of decorative and facing slabs.



## ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНО КОСМИЧЕСКОЙ ПРИЧИНЕ МАССОВОГО ВЫМИРАНИЯ ОРГАНИЗМОВ

© 2004 г. Ю. Р. Каграманов

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

Поступила в редакцию 25.02.2004 г.

В статье на основании анализа различных причин вымирания организмов в истории Земли и новой космической гипотезы происхождения нефти обосновывается одна из причин, вымирания организмов, связанная с отравлением углеводородами, поступающими из космоса.

Общеизвестно, что число видов, составляющих нынешний органический мир, представляет лишь ничтожную долю общего числа видов, населявших нашу планету от древних времен до нашей эпохи. Более 90% всех возникших на Земле родов полностью исчезло (Габуния, 1969).

Проблема вымирания организмов привлекала внимание почти всех исследователей жизни прошлых лет. Ей посвящены крупные монографии (Габуния, 1969; Давиташвили, 1969; Павлов, 1924). Она затрагивалась в тысячах работ — биологических, палеонтологических, геологических. «Особенно грандиозным событием представлялось кажущееся одновременным вымирание чрезвычайно диковинных разнообразных животных, наземных и морских чудовищ — на границе мезозойской и кайнозойской эр. Почти вся масса литературы по данному вопросу поддерживала идею катастрофической внезапности этого якобы поголовного истребления динозавров, ихтиозавров, плеозавров, аммонитов, белемнитов и прочих мезозойских форм» (Давиташвили, 1969). Причинами вымирания организмов занялись, кроме палеонтологов и геологов, географы, ботаники и зоологи всевозможных специальностей, генетики, цитологи, астрофизики, физики, биохимики и другие ученые.

В результате возникла весьма обширная литература, в которой выдвигаются различные гипотезы массового вымирания организмов. Такими являются гипотезы тектонические, «газовых» факторов вымирания, климатических изменений, эвстатических колебаний уровня океана, идея зависимости вымирания организмов от изменения солёности океанических вод, вымирания в зависимости от количества микроэлементов, от действия радиоактивных элементов земной коры, «великих приливов и отливов», гипотеза метеоритов, различные «световые» гипотезы вымирания и другие. «Почти во всех работах, где рассматривается эта проблема, авторы принимают как уже доказанную истину положение о более или менее одновременном, геологически мгновенном исчезновении групп организмов — положение, требующее, по меньшей мере, существенных коррективов и конкретизации» (Давиташвили, 1969).

Согласно Личкову Б. Л. (1957) смена геологических циклов, соответствующих тектоническим революциям (восточно-саянской, каледонской,

варисцийской, древнекиммерийской, новокиммерийской и альпийской), явилась причиной вымирания животных. По Личкову, великое вымирание органических форм имело место в конце силура и самом начале девона, в конце карбона, в ранней юре или на границе триаса и юры, затем — на границе мела и кайнозоя, и, наконец, в миоцене.

П. Эскола (1956) утверждает, что моменты великого вымирания совпадают с эпохами интенсивной орогении, с которыми связаны оледенения и аридные климатические условия.

В своей работе Т. С. Уэстолл (1954) показал, что ученые нередко преувеличивают роль горообразовательных процессов в развитии и вымирании видов.

Другой ученый, Джордж высказывал сомнение в существовании тесной связи между эволюцией организмов и тектоническими движениями земной коры. Орогенетические движения, охватывающие относительно длительный отрезок времени, едва ли могли производить на биос мощное воздействие, способное вызвать катастрофический кризис в эволюции органического мира.

Вместе с тем Л. Ш. Давиташвили (1969) отмечает: «Нельзя не признать, что движение земной коры создает предпосылки для возникновения ландшафтов, которые становились ареной сложных отношений между организмами, нередко вызывавших вымирание многих видов».

А. П. Павлов (1924) выдвигает гипотезу «газовых факторов вымирания», согласно которой причины вымирания организмов в изменениях количественных соотношений газов в земной атмосфере. Интенсивное проявление вулканизма (и континентального, и подокеанского) в эпоху двух великих геологических революций (герцинской и ларамийской) Павлов рассматривает как причину массового вымирания в конце палеозойской и мезозойской эры, если принять гипотезу отравляющего действия продуктов вулканических извержений.

Важнейшую причину вымирания организмов некоторые ученые (Яковлов, 1922; Audova, 1929) видят в климатических изменениях, периодически происходящих в прошлой истории Земли.

Согласно гипотезе эвстатических колебаний уровня океана, выдвинутой Ньюэллом (1956), великие трансгрессии обуславливали широкое рас-



пространение морских климатов. Возрастала площадь болот и других низменных биотопов. Регрессии же вызывали расширение биотопов возвышенностей за счет низменностей, озер и болот. Он настаивает на том, что "вымирание космополитических групп не объяснимо без суровых всесветных изменений среды, совершающихся быстрее, чем могут эволюционировать организмы", и отмечает, что сокращение обильно орошаемых низменностей к концу мела привело к массовой гибели динозавров.

Рассматривая гипотезу вымирания организмов в зависимости от изменения солености океанских вод, трудно представить себе, чтобы такой постепенный процесс, как небольшое изменение солености морей на протяжении миллионов и более лет, вызвал внезапную гибель крупных таксонов широко распространенных форм. В такие громадные отрезки времени представители этих таксонов могли приспособиться к изменениям солености, совершавшимися чрезвычайно медленно.

О возможном влиянии космического излучения на массовое вымирание организмов высказано астрофизиками З.И. Красовским, И.С. Шкловским (1957). Они считают, "что Солнце, вместе с окружающими его планетами, двигаясь в Галактике, может попадать в такие области межзвездного пространства, где плотность первичных космических лучей могла быть в десятки и даже сотни раз больше, чем в настоящее время. Это могло повлечь за собой катастрофические последствия для всех сравнительно долгоживущих специализированных видов животных с ограниченной численностью популяции. Великое вымирание рептилий в конце мелового периода, возможно, было обусловлено этой причиной".

Не рассматривая другие гипотезы вымирания, обратимся к замечанию Л.Ш. Давиташвили (1969) о том, что "к решению головоломно трудной проблемы вымирания исследователи, далекие от изучения событий геологической истории и от тех отраслей биологии, которые больше всего соприкасаются с соответствующим фактическим материалом, подходят с гораздо большей смелостью, чем специалисты, которые изучают данные о вымирании органических форм в своей повседневной деятельности. Отсюда целый поток гипотез вымирания, создаваемых исследователями, не располагающими познаниями ни в области эволюционной биологии, ни в области истории органического мира. В самом же деле события были бесконечно сложными. Не может быть речи о периоде "великого мезозойского вымирания" продолжительностью в тысячи или хотя бы десятки и сотни тысяч лет: даже по представлениям катастрофистов, или "анастрофистов" из числа геологов и палеонтологов, это событие тянулось миллионы лет".

Вместе с тем, рассматривая историю геологического развития Земли и жизнь органического мира, можно отметить, что важнейшим фактором в изменении органического мира являются крупные климатические изменения и связанные с ними события. Особенно эта связь наблюдается с ледниковыми периодами, которые как бы соз-

давали предпосылки к смене органического мира. В истории Земли известны девятнадцать крупных ледниковых периодов, охватывающих от раннепротерозойского времени до верхнего неогена включительно (Каграманов, 2002).

Катбилл и Фанелл (1967) в результате исследования разреза фанерозоя для семейств беспозвоночных составили графики, по которым четко выраженные пики вымирания приходятся на кембрий, конец ордовика, поздний девон, позднюю пермь и конец мела; имеются и много других, менее важных эпизодов. Комплексное рассмотрение истории Земли показывает, что эти пики вымирания организмов в значительной степени тяготеют к ледниковым периодам.

После Варангского оледенения (венд), по новейшим данным, к концу раннего кембрия вымерли археоциаты. В девоне (эйфельский век оледенения) исчезают из геологической летописи *Ostracodermi* (Давиташвили, 1969). Последствие эйфельского оледенения, видимо, сказалось на вымирании организмов, обитавших в районах рифов и вокруг них, причем в наибольшей степени были затронуты кораллы и строматопороидеи. В верхнем девоне они полностью исчезают. По результатам работы МСК (1970г.), в джувльфинском веке Закавказья известны 76 родов различных групп фауны. В первой половине века вымирают все мшанки, исключая род *Polypora*, а из 30 родов брахиопод 25 прекращают свое существование в течение этого века; к концу его полностью исчезают абберантные фузулиниды. К концу дорошамского века подавляющее большинство пермской фауны Закавказья исчезает. В Соляном кряже в верхнем продуктусовом известняке верхней перми (Schindewolf, 1954) присутствует 51 вид различных ископаемых организмов. Из них 36 видов исчезают на различных уровнях, но ниже границы перми и триаса, а 15 видов — на этой границе. Ни один из известных видов не переходит границу перми и триаса. В индском ярусе триаса на различных уровнях появляются 26 видов, не известных в нижележащих отложениях. По результатам геологических исследований Кашмира, в формации *Zewan* верхней перми обнаружено 65 видов различных ископаемых организмов. Из них 60 исчезают на различных уровнях вверх по разрезу данной формации и только 5 переходят в пачку Е, основания формации *Khunatuih* триаса (Nakazawa, Kapoor, Jshiik et al., 1975).

На рубеже перми и триаса структура сообщества организмов изменилась коренным образом. Исчезли фораминиферы, кораллы, брахиоподы, резко сократились численность и таксономическое разнообразие цефалопод (Захаров, 1984). В поздней перми исчезли семейства крупных травоядных рептилий, в том числе парейзавры, горгонопсиды и гиппозавриды (Allen, 1975).

На рубеже перми и триаса исчезновение старых форм по своим масштабам далеко превосходит аналогичные события на соседних границах. В целом "великое вымирание" конца палеозоя выразилось прежде всего в исчезновении таких характерных палеозойских групп фауны, как фу-



зулиниды, табуляты, ругозы, трилобиты, гониатиты, ортиды, строфмениды, продуктиды и другие. Одним из главных событий в истории тетрапод на рубеже палеозоя и мезозоя был переход пресмыкающихся в завропсидные. М. И. Будыко (1981) считает, что к концу перми приурочено одно из крупнейших похолоданий. С этим временем связывают максимальное нарушение глобальной экосистемы Земли.

Ледниковый период на рубеже триаса и юры (ааленский век), видимо, отразился в Поволжье на смене нескольких комплексов остракод, отличающихся друг от друга в основном по видовому и частично по родовому составу. После кимериджского ледникового периода существенное обновление остракод в видовом и родовом составе происходит на границе кимериджа и волжского яруса. Здесь заканчивает свое существование ряд видов, характерных для келловея, оксфорда и кимериджа, и получает развитие новый комплекс остракод, для которого характерны представители семейства *Cytherellidae* и новые виды семейств *Paradoxstomidae* и *Cytheridae*. Мегалоподонты, т.е. моллюски с крупными толстыми раковинами, обитавшие в районах рифов и вокруг них, к концу юрского периода полностью исчезли. Среди наземных позвоночных вымерли крупные травоядные ринхозавры, дицинодонты и текодонты — аэрозавры, а также крупные земноводные лабиринтодонты.

В разрезе Северо-Восточного Кавказа фаунистические остатки большей частью сосредоточены в 2-3-метровом пласте известняка, в котором присутствуют руководящие виды аммонитов всех подъярусов кимериджского яруса, многочисленные как в количественном, так и видовом отношении. Только в одном разрезе (р. Гизельдон) обнаружено 50 видов аммонитов родов *Glochiceras*, *Tasamliceras*, *Aspidoceras*, *Physodoceras*, *Pseudowaagenia*, *Lithacoceras*, *Alaxioceras*, *idoceras*, *Sutheria*, *Katrolliceras*, *Torquatisphinctes* (Сахаров, 1984). Такое скопление в отложениях небольшой мощности, видимо, связано с массовой гибелью аммонитов.

Один из представителей группы водных пресмыкающихся Завроптеригии плезиозавры, появившись на территории Европы в позднем триасе (рэтском веке) одним родом, в оксфордском веке достигает десяти родов, а в кимериджский век намечается упадок в развитии плезиозавров. В раннемеловую эпоху переходит лишь один род и после альбского ледникового периода заканчивает свое существование.

Начиная с раннего мела быстро распространяются эласмозавриды. Если в раннемеловое время существовали два или три рода этого семейства, то в начале позднего мела число родов достигало пятнадцати. Однако в конце сенона (время крупного ледникового периода) известен только один род. В меловое время появились и, начиная с сеномана, стали быстро распространяться поликотилиды — потомки плезиозавров. До маастрихта не доживает ни один из известных нам представителей этого семейства (Габуния, 1969).

На границе мела и палеогена обнаружены самые крупные захоронения динозавров, особен-

но в Нэмэгэтинской впадине (Монголия), образуя кладбище динозавров шириной 60 и длиной 150 км, не уступающее по своим масштабам знаменитому африканскому местонахождению динозавров Тендагуру. Одно из таких скоплений динозавров найдено в Сахаре, в районе Агадеса (Елесеев, 1976). Оно весьма красочно описано итальянским журналистом Сандро Оттоленик: "Прямо перед нами, на верхушке дюны, лежала десятиметровая змея. Чуть дальше шли гряды, сложенные, как казалось издали, из простых камней. Голубые, синие, лазоревые камни — на самом деле кости, скелеты. Та десятиметровая змея была тоже скелетом. За нею виднелся необыкновенных размеров череп, вросший в песок и камни, по соседству — десятки, сотни зубов и клыков. Все окружающее производило фантастическое, колдовское, ослепляющее разум впечатление. Вот хвост доисторического чудовища, извивавшийся в последнем конвульсивном движении, вот ребро, кажущееся ветвью могучего дерева, вот какие-то непонятные с первого взгляда кости, пугающие размерами"... "Кладбище простирается дальше, чем видит глаз. Сюда, чтобы умереть, пришли динозавры, здесь они прошли последние метры своего долгого, отчаянного марафона. Откуда они бежали? ...". Средняя Азия и Казахстан также изобилуют местонахождениями остатков различных динозавров. Сходная картина, но в меньших масштабах, наблюдается и на Дальнем Востоке. Результаты магнитостратиграфического исследования континентального разреза в провинции Альберта (Канада), опубликованные в работе Лербекмо и др. (1979), указывают на приблизительную синхронность вымирания динозавров. Палеонтологические раскопки показывают, что вымиранию подвергались в конце мела не только динозавры, но многие другие группы рептилий и древние млекопитающие.

В конце олигоцена по всей Азии на широте Северного Китая главным элементом фауны были индрикотерии — гигантские носороги, достигающие в высоту 5,5 м и весившие около 20 т. Многочисленные захоронения остатков этой фауны в Монголии приурочены к красноцветным отложениям Бэгэрской впадины. В позднем олигоцене (рупельский век) было отмечено резкое похолодание — одно из крупных ледниковых периодов в кайнозойской эре.

Массовые вымирания органического мира были и в более поздние времена истории Земли. Практически во всех случаях они отмечены в ледниковом периоде.

Таким образом, краткий обзор о вымирании организмов в истории Земли показывает, что эти события в значительной степени приурочены к ледниковым периодам.

Нет сомнения, что климатические изменения имели большое влияние на судьбу органического населения Земли. И вместе с тем массовую гибель организмов весьма трудно объяснить климатическими изменениями, т.к. климаты Земли не изменялись внезапно и повсюду одинаково. В большинстве случаев при ухудшении климата животные и растения могли мигрировать в другие широты, как это имело место при надвигании



плиоценовых и плейстоценовых ледниковых покровов на территории северного полушария. Еще труднее применить это объяснение к вымиранию широко распространенных групп морских животных.

В то же время мы наблюдаем гибель значительной части видов органического мира практически одновременно на всех континентах, приуроченных к ледниковым периодам. Причем характер захоронения указывает на почти внезапную гибель животного мира в эти периоды. Прежде всего в качестве примера можно привести захоронение динозавров и других групп рептилий в Нэмэгэтинской котловине, растянувшееся на тысячи квадратных километров. Кости динозавров и других животных на этом пространстве залегают в горизонте, представленном косослоистыми песками. Такие захоронения обнаружены в Африке. Значительные захоронения динозавров выявлены и на других континентах. Геологические исследования показывают, что местами обитания многочисленных пресмыкающихся были мелкие моря и громадные заболоченные низменности, в которых после гибели фауны в последующем, видимо, в отдельных районах создавались благоприятные условия захоронения.

Процесс вымирания, на примере динозавров, протекал в течение всей мезозойской эры. Этот процесс проходил постепенно, но скачкообразно в ледниковые периоды, когда численность и ореол распространения этой фауны резко сокращались.

На рубеже триаса и юры среди наземных позвоночных вымерли крупные травоядные ринхозавры, дицинадонты и текодонты — аэрозавры, а также крупные земноводные лабиринтодонты; в поздней юре (кимериджский ледниковый период) намечается резкое сокращение плезиозавров, которые в раннемеловую эпоху (альбский ледниковый период) полностью исчезают. Большинство стегозавров, пситтакозавров и игуанодонтов прекратили свое существование в раннем мелу. Последние динозавры вымерли в конце мезозоя (время, охватывающее и сенонский ледниковый период).

Что же послужило причиной массового вымирания организмов в ледниковые периоды?

Прежде всего обращает на себя внимание одновременность гибели одних и тех же групп животного мира на разных континентах и на разных широтах. Во-вторых, катастрофы, уничтожающие динозавров и другую фауну, хотя и происходили на ограниченных территориях, приводили к постепенному сокращению их численности и последующему исчезновению. В-третьих, характер захоронения, отличающегося большим скоплением и большой скученностью разнообразной и разновозрастной фауны, свидетельствует о кратковременности их гибели.

Эти факты говорят, что процессы, приводящие к массовой гибели органического мира, вероятнее всего связаны с космическими явлениями. Новая гипотеза космического происхождения нефти позволяет с большей достовернос-

тью объяснить причину массового вымирания организмов в ледниковые периоды (Каграманов, 2002). Согласно этой гипотезе источником поступления углеводородов на землю являлись космические облака, насыщенные нефтяными молекулами. Солнечная система, вращаясь вокруг ядра галактики, в течение своей жизни неоднократно сталкивалась с межзвездными облаками, насыщенными углеводородами.

При встрече Солнечной системы с подобными облаками происходило выпадение углеводородов на Землю. Захват вещества, по данным работы (Каграманов, 2002), осуществлялся главным образом через аккреционные воронки у ее магнитных полюсов. При достижении Земли углеводородный поток под влиянием атмосферных явлений разносился по земному шару. Многие животные, попадая в удушливый поток тяжелых углеводородных газов, который стелился по Земле, быстро погибали. Этим можно объяснить гигантские захоронения динозавров и других животных.

Длительное нахождение Земли в плотной среде подобного облака с неизбежной экранировкой излучения Солнца вызывало значительное снижение солнечной постоянной и приводило к процессу оледенения на Земле. За время от нижнего протерозоя до верхнего неогена не менее 19 раз планета Земля встречалась с углеводородными облаками. В результате аккреции за этот период на Земле образовались крупные скопления битумов и нефтей. Исследования показывают, что время образования залежей углеводородов совпадает со временем массового вымирания организмов и ледниковыми периодами.

Таким образом, проведенные исследования позволяют одну из причин массового вымирания организмов связывать с поступлением углеводородов из космоса при встрече Земли с межзвездными плотными облаками, насыщенными углеводородами.

## ЛИТЕРАТУРА

- Будыко М.И. Изменение окружающей среды и климата. Формирование последовательных фаун. Палеонтологический журнал. 1981, №4, с.3-11.
- Габуния Л.К. Вымирание древних рептилий и млекопитающих. Тбилиси: Мецниереба, 1969, 234 с.
- Давиташвили Л.Ш. Причины вымирания организмов. М.: Наука, 1969, 440 с.
- Елесеев В. Отчего же все-таки вымерли динозавры? Наука и жизнь, 1976, №7, с.114-119.
- Захаров Ю.Д. Палеосукцессии на рубеже палеозоя и мезозоя и макроэволюция. Сборник науч. трудов АН СССР, 1984, с.70-81.
- Каграманов Ю.Р. К проблеме космического происхождения нефти. — Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2002, №1-3, С.63-66.
- Красовский В.И., Шкловский И.С. Возможное влияние вспышек сверхновых на эволюцию жизни на Земле. Докл. АН СССР, 1957, 116, №2, с.197-199.
- Личков Б.Л. Геологические периоды и эволюция живого вещества. Журн. общ. биол., 5, 1957, №3, с.157-179.



- Павлов А.П. О некоторых еще мало изученных факторах вымирания. Добавление к книге М.В. Павловой "Причины вымирания животных в прошедшие геологические эпохи", М., 1924, 90 с.
- Павлова М.В. Причины вымирания животных в прошедшие геологические эпохи. М., 1924, 125 с.
- Сахаров А.С. Основные черты развития позднеюрских и берриасских аммонитов на северо-восточном Кавказе — Труды XVIII сессии Всесоюзного палеонтологического общества, 1978, с.128-137.
- Яковлев Н.Н. Вымирание и его причины как основной вопрос биологии. Мысль, 1922, №2, 122 с.
- Allen P. Wealden of the weald: a new model, Proc. geol. ass. lond., 86, 389-436, 1975.
- Audova A. Aussterben der Mesozoischen Reptilien. 1. Mitteilung: physiologische Grundlagen. — Palaeobiologica, BD. 2, 222. 2. Mitteilung: vorwiegend ökologische und tiergeographische Grundlagen. — Palaeobiologie, 1929, 2, 365-401.
- Cutbill I. U., Funnell B.M. Computer analysis of the fossil record. In: Harland W.B., et.al., eds. The fossil record. Geol. Soc. Lond. 791-820, 1967.
- Nakazawa K., Kapoor, Ishiik, Bando Y., Okimura Y, Tokuoka T. The upper Permian and the lower Triassic in Kashmir, India — Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ., sez., Geol, Mineral, 1975. Vol 42, №1, 106 pp.
- Newell N.D. Catastrophism and the fossil record. — Evolution, 1956, 10, №1, 97-101.
- Schindewolf O.H. Über die Faunenwende vom Paläozoikum zum Mesozoikum — Zeitschr. Deutsch Geol. Ges., 1954. Bd. 105, Teil 2, s.153-182.
- Westoll T.S. Mountain revolutions and organic evolution. — In: "Evolution as a progress" — Huxley J., Hardy A.C. and Ford E.B. (Eds.) London, 1954, p.252-563.
- Escala P. On the geological eras and the factors controlling organic evolution. — Verhandl. Koninkl. Nederl. Geol. — Mijl — bouwkunding Genootschap., geol. ser., deel 16, s. — Gravenhage, 1956, 84-91.

## ՕՐԳԱՆԻԶՄՆԵՐԻ ՄԱՍՍԱՅԱԿԱՆ ՄԱՀԱՑՈՒԹՅԱՆ ՏԻԵԶԵՐԱԿԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐ ՊԱՏՃԱՌՆԵՐԻՑ ՄԵԿԻ ՄԱՍԻՆ

Յու. Ռ. Կագրամանով

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում, երկրի պատմության ընթացքում օրգանիզմների մահացության տարբեր պատճառների անալիզի և նավթի առաջացման նոր, տիեզերական վարկածի հիման վրա, հիմնավորվում է մահացության նոր պատճառ՝ կապված տիեզերքից ներմուծվող ածխաջրածիններով թունավորման հետ:

## ABOUT ONE OF POSSIBLY COSMIC CAUSES OF EXTINCTION OF ORGANISMS

Yu. R. Kagramanov

Abstract

Based on the analysis of diverse causes of extinction of organisms in the history of the Earth and a new hypothesis of cosmic origin of oil, a suggested new possible cause of such extinction is related to intoxication with hydrocarbons arriving from the outer space.



## СПИТАКСКАЯ ЭПИЦЕНТРАЛЬНАЯ ЗОНА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ – ОБЪЕКТ ПОИСКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ СКОПЛЕНИЙ ГАЗА И НЕФТИ В АРМЕНИИ

© 2003 г. Г. М. Бабурян

Министерство энергетики РА, Управление топливно-энергетических ресурсов недр,  
отдел ресурсов нефти и газа

375025, Ереван, ул. Мясникяна, 5/1, Республика Армения

E-mail: [geoenergy@natsys.am](mailto:geoenergy@natsys.am)

Поступила в редакцию 23.04.2004 г.

С новой точки зрения интерпретируются материалы геофизических исследований и геологических данных с целью обоснования наличия углеводородов в очаговой зоне Спитакского землетрясения. Динамика литосферы и сейсмичность связываются с процессами перераспределения флюидов и углеводородов в пространстве и скоплениями их в трещинных коллекторах. Предлагается новый подход в оценке перспективности нефтегазоносности территории Армении.

Нефтегазопромысловые работы, направленные на поиск классических структур, традиционно считающихся нефтегазоносными, в условиях геологического строения земной коры территории Армении до настоящего времени не привели к практическим результатам. Полученные современные данные геолого-геофизических исследований показывают, что перспективы нефтегазоносности Армении связаны с выяснением особенностей геологического строения земной коры территории Республики и своеобразия структурных условий. Последние являются определяющими критериями при локализации скоплений углеводородов и выявлении прямой связи сейсмичности с нефтегазоносностью, поскольку очаги землетрясений неглубокого заложения (5-15 км) могут быть представлены залежами нефти и газа.

В настоящее время интерес нефтяников вызывают поиски углеводородов в ловушках, залегающих под надвиговыми пластинами, сложенными плотными, нередко кристаллическими, метаморфическими и вулканическими породами, генетически связанными с погребенными осадочными комплексами. Для УВ залежи ловушкой служит пространство нетрадиционных, трещинных коллекторов, где нефтегазоносность контролируется структурным фактором.

Большие перспективы поисков и наращивания ресурсов нефти и газа приходится на зоны надвигов в орогенных областях, интерес к которым был стимулирован открытием значительных по запасам месторождений в Скалистых горах в США. Для надвиговых зон характерно большое разнообразие ловушек, преимущественно структурных (как в аллохтоне, так и в автохтоне) (Арзуманян, 1984).

Рассматриваемое, принципиально новое, направление в оценке перспектив нефтегазонакопления на территории Армении определяет в качестве первоочередного объекта поисков (вероятно, промышленных газовых скоплений) очаговую зону Спитакского землетрясения (в дальнейшем ОЗСЗ).

Своеобразие структуры земной коры в ОЗСЗ и прилегающих территорий определяется ее покровным строением – перекрытием молодых отложений более древними образованиями

и приуроченностью скоплений нефти и газа к трещинным коллекторам (Григорянц, 1993; Григорянц, Попов, 1996). Последнее обосновывается тем, что в разрезах осадочной толщи в Армении практически не выделяются надежные, пользующиеся устойчивым распространением в пространстве горизонты пород с необходимыми для нефтегазонасыщения коллекторскими свойствами.

Площадь ОЗСЗ находится в северо-западной части Араксинской межгорной впадины, представляющей крупный прогиб, ограниченный с юга Приараксинским погребенным поднятием. Северная граница впадины, согласно плитотектонической схеме, проходит примерно по северо-восточному берегу оз. Севан и далее в северо-западном направлении по линии выхода пород ультраосновного состава (Клещев, Шеин, 1994), и именно в этих границах Араксинская впадина вписывается в принятые структуры общекавказского простиранья.

Верхняя часть разреза Араксинской впадины выполнена толщей орогенных пород палеогено-неогена, мощность которой оценивается более чем в 7 км. Миоцен в толще представлен гипсоносно-соленосной свитой, а эоцен – свитой, в разрезе которой основными компонентами являются глины, аргиллиты и гипсоносные образования (Арзуманян, 1984). Последние обуславливают высокую пластичность нижней половины всей толщи пород поверхностного выполнения Араксинской орогенной впадины.

Анализ геолого-геофизических материалов сейсмически активных сопредельных регионов, в частности, по Шемахинскому (Азербайджан), Рачинскому (Грузия), Кумдагскому (Туркмения) районам, а также и Спитакскому району показал, что очаги землетрясений характеризуются строгой привязкой к толщам малоплотных, высокопластичных пород (Гаврилов, Григорянц, 2000). В связи с этим вполне представимо развитие в ОЗСЗ менее плотных пород под более плотными, выступающими на дневной поверхности образованиями в полосе предполагаемого тектонического перекрытия. Суть нового направления заключается в обосновании неглубокого залегания в ОЗСЗ толщи малоплотных пород, перекрытой



контрастно более плотными отложениями, т.е. наличие внизу астенослоя, а наверху литопластины.

Отсутствие однородности, резкая расслоенность литосферы в целом, чередование астенослов и литопластин определяют её значительный энергетический потенциал. Последний сосредоточен в астенослоях, представленных пластичными недоуплотненными или разуплотненными толщами пород, в которых и происходит пространственное перераспределение УВ флюидов и вмещающих пород. В таких структурных условиях уплотнение пород с низкой проницаемостью приводит к появлению аномально высоких давлений, обычно в сочетании с высокой пористостью (Буррус, Рудкевич, 1994). Для ОЗСЗ литопластиной определяется аллохтонный, докайнозойский комплекс метаморфических и вулканогенно-осадочных пород, а астенослоем служит толща кайнозойских отложений поверхностного выполнения Араксинской впадины (Аракатской котловины).

Комплекс геологических данных и геофизических материалов позволяет достаточно надежно установить положение астенослоя в разрезе ОЗСЗ, с которым связываются перспективы и своеобразие формирования залежей газового, смешанно-газового или жидкого состава. Высокая сейсмическая активность Спитакской эпицентральной зоны землетрясения обусловлена возникновением зон аномально высоких давлений, соответствующих очагам землетрясений, что необходимо связывать с накоплением углеводородов в трещинных коллекторах, обусловленных процессами разрывообразования и интенсивного дробления пород в земной коре. Трещины в породах на глубинах связаны с наложенными гипогенными преобразованиями и характеризуются определенными морфологическими, петрофизическими и др. особенностями. Установлены основные типы связанных с ними коллекторов, которые в комбинации с определенными структурными факторами (пликативные, дизъюнктивные, купольные, блоковые) образуют разнообразие залежей УВ ловушек (Лукин, Ларин, Ларина, 2003).

Интересными факторами являются концентрация облака афтершоков Спитакского землетрясения, пространственно совпадающего с интервалом астенослоя, который может быть зоной скопления УВ, и динамика процесса разрядки напряжений в очаге землетрясения. В первые сутки, после основного толчка, очаги наиболее сильных афтершоков локализовались на глубинах в интервале 10-20 км. По мере снижения активности процесс разрядки постепенно переместился в интервал глубин 3-10 км (Г.М. Бабурян и др. "Детальные исследования сейсмического режима в эпицентральной зоне Спитакского землетрясения". Отчёт Спитакской геофизической обсерватории 1990-1991 гг. Фонды ГУ Армении). Данный факт заслуживает внимания в смысле возможной миграции и перераспределения углеводородов и флюидов в пространстве и, как следствие, свидетельства прямой связи сейсмичности с процессами нефтегазонакопления.

В результате новой интерпретации геологического строения Аджаро-Триалетской зоны, основанной на современных геолого-геофизических данных, пересмотрена модель строения месторождения Самгори (Грузия), как локализованного в трещинном коллекторе. Новая модель геологического строения месторождения позволяет определить аналоги, возможные и на территории Армении. Становится необходимым пересмотр модели геологического строения ловушек УВ в бассейнах Армении, рассчитывая главным образом на трещинный коллектор (Габриелянц, Клещев, Шеин, 2000). Поиски последних должны стать приоритетным направлением поисков перспективных нефтегазовых структур в Армении.

Сейсмогеологический разрез, составленный по данным геофизических исследований ОЗСЗ и материалам сейсмического профиля Армаш-Ахалцихе, интерпретируется с точки зрения наличия локализации углеводородов в сейсмически активном Спитакском регионе, вероятнее всего в газообразном состоянии, под аллохтонным комплексом отложений и в его подошвенной части (рис.1). Характерной особенностью является степень расчленённости разреза на блоки. Северный и южный блоки монолитные, высокоплотные, высокоскоростные образования, приуроченные к выходам пород кристаллического фундамента (протерозой-ранний палеозой) и офиолитового пояса, разделены сравнительно низкоскоростным блоком. В последнем вертикальная расслоенность представлена тремя слоями: нижний – образования кристаллического фундамента, средний – низкоскоростной и верхний – покровный. Верхний, представленный докайнозойскими образованиями аллохтонного комплекса плотных, высокоскоростных пород мощностью порядка 5 км, характеризуется нами как литопластина. Залегающие под литопластинной породы кайнозойского выполнения, с аномально низкими временами пробега продольных волн ( $\Delta t$ ) и относительно повышенными значениями силы тяжести ( $\Delta g$ ), представляются нами астенослоем. В настоящее время физические свойства залежей нефти и газа изучены преимущественно для терригенных коллекторов. Залежи нефти и газа обуславливают появление в гравитационном поле относительных отрицательных аномалий силы тяжести, достигающих иногда больших значений (Справочник геофизика, 1976). Таким образом, повышение значений  $\Delta g$  в данном интервале, интерпретируется как фактор возможной залежи нефти и газа в астенослое.

Взаимоотношения, выражающиеся во взаимодействии и передаче возбуждений от одной области к другой, обусловлены автономной динамикой систем, связанных принципом всеобщей относительной подвижности. Взаимодействие происходит на различных уровнях, в том числе и на уровне литопластины и астенослоя, где контактная зона разноскоростных блоков определяет участок разрыва среды. По сейсморазведочным данным, контакты блоков верхнего и нижнего слоев (литопластины и астенослоя) характеризуются как тектонические. Возможно, что именно к области разрыва тектонического кон-



такта и приурочен гипоцентр Спитакского землетрясения (рис 2). По данным долговременных инструментальных наблюдений, не менее 70% регистрируемых местных землетрясений имеют глубину очага до 10 км, и вероятное местоположение очага сильного землетрясения связано с зоной перехода от областей с высокой плотностью к низкой. Учитывая, что глубина очага Спитакского землетрясения оценивается в 5 км, связь очага с глубинными разломами представляется неубедительной, а фиксированный пространственный характер воздействия разрушительного землетрясения достаточно хорошо совпадает с площадью распространения аллохтонной, покровной литопластины (Григорянц, 1993; Григорянц, Попов, 1996).

Ориентировочно характер движения определяется как надвиг верхних частей разреза в южном направлении, что согласуется с геофизическими и геологическими данными. Основной тип подвижек в ОЗСЗ взбросо-сдвиги, но не исключается взаимодействие двух плоскостей разрыва – субгоризонтальной и близвертикальной, что

в конечном счете определяет сложный характер движений. Комплекс системно-геодинамических взаимосвязей, определяющих перспективы нефтегазовой геологии, позволяет прогнозировать скопления углеводородов в интервалах разреза, традиционно относящихся к малоперспективным или бесперспективным.

Перспективы поиска газового месторождения связываются как со структурами ОЗСЗ, так и примыкающих территорий. И если рассматривать Араксинскую (Арагатскую) впадину как наложенную тектоническую структуру, весьма вероятно нахождение залежей УВ как в центральной зоне (где в ряде скважин получены притоки газа), так и в бортовых частях впадины, в пределах которого находится ОЗСЗ. Последнее подтверждается и приуроченностью газовых месторождений в меловых отложениях на территории Предкавказских краевых прогибов к инверсионным структурам (Тер-Саркисов, Коротков, Фоменко, 2003).

Хорошими коллекторскими свойствами, на больших глубинах, характеризуются карбонат-

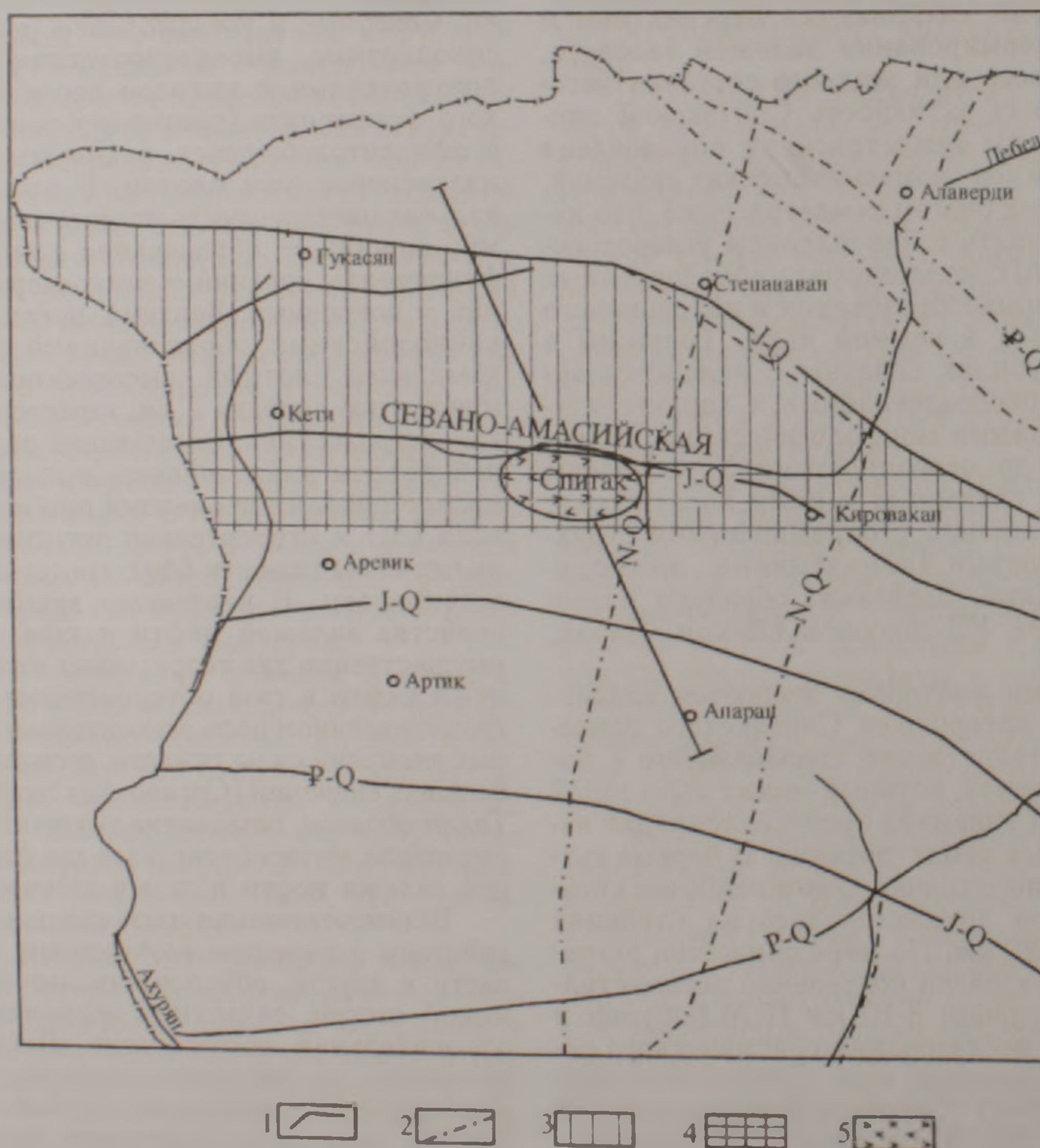


Рис.1. Схема тектонического строения северо-запада Армении. 1 – глубинные разломы, установленные по комплексу геологических и геофизических данных; 2 – разломы, установленные по геологическим данным; 3 – площадь предполагаемого аллохтонного перекрытия; 4 – проекция на поверхность зоны вероятного скопления углеводородов; 5 – перспективная площадь поисков УВ Спитакской эпицентральной зоны.



ные толщи в зонах, испытавших сильное геодинамическое воздействие. Различные напряжения – литостатические, тектонические и др. приводят к дилатансионному разрушению геоматериалов с формированием зон аномально высокой трещиноватости пород (Новиков, 2003), которые могут явиться природным резервуаром углеводородов. В этом смысле перспективы нефтегазонакопления могут быть связаны и с низами разреза литопластины, процесс формирования которой сопровождался ее растрескиванием, а трещиноватость с признаками нефтеносности верхнемеловых известняков (участок Раздан) имеет прямое отношение к покрову, где меловые поднятия могут иметь инверсионную природу.

В смысле структурного фактора, для газа наиболее перспективны крупные инверсионные поднятия, которые формируются в зонах разуплотнения. По мнению ряда исследователей, ключом к разгадке закономерной связи газовых скоплений с инверсионными структурами является миграция с больших глубин. При этом динамическое равновесие сохраняется при балансе диффузии и эффузии газов, что не может существовать длительное время.

В техническом отчете “Оценка перспектив залежей углеводородов в Армении”, подготовленном Simon Petroleum, и “Partex-CPS, SA” для

Европейского союза “DG I/E/6 TA-CIS”, дана высокая оценка перспективности образования, слагающим Разданский участок. Основными объектами исследований являются олигоцен, эоцен и верхний мел. Были получены свидетельства наличия газа и нефти в эоценовом и меловом разрезах. Предполагается, что коллекторами являются обломочные породы эоцена и трещиноватые, карбонатные породы мела. Сланцы и аргиллиты (шорахбюрская свита) могут быть покрышкой для эоценовых коллекторов, а аргиллиты и алевролиты (мел) могли образовать внутрипластовые покрывки для продуктивного интервала.

Непосредственно после Спитакского землетрясения, в период 1989-91 гг., были проведены комплексные геофизические режимные исследования, с целью изучения механизма и геолого-геофизического строения очага землетрясения. Для определения состояния энергетической напряженности были применены и нетрадиционные методы исследований (биолокация). Параллельно биолокатором на глубине порядка 4-5 км была определена вероятность скоплений газа. Перспективная площадь (рис.2) была околнурена воздушной биолокационной съемкой и составила около 120 кв.км, а комплексом геофизических работ выявлена структура, аномально выделя-

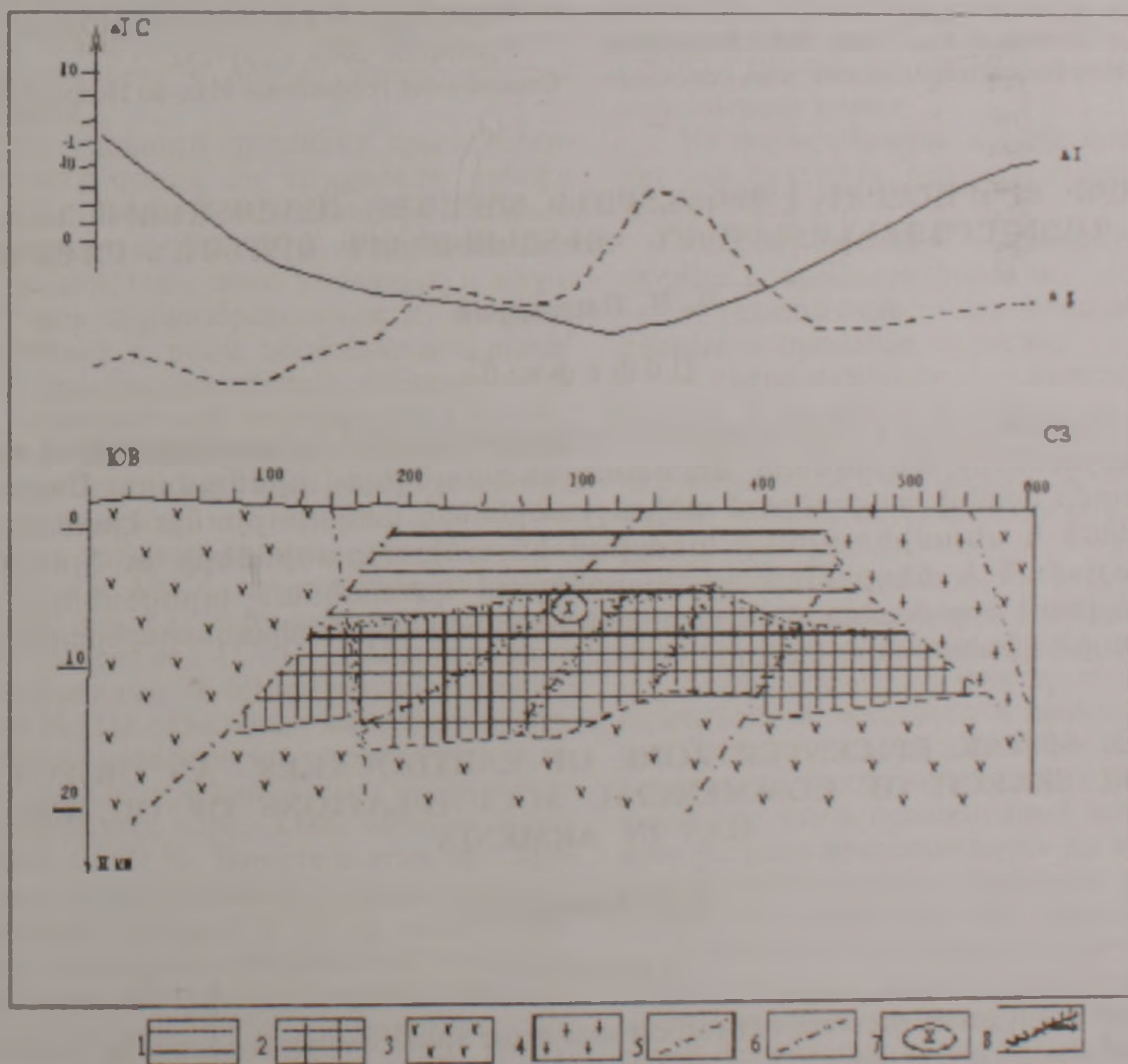


Рис 2. Сейсмогеологический разрез по линии I-I. 1 – литопластину; 2 – астенослой; 3 – кристаллический фундамент; 4 – ультраосновные породы; 5 – тектонические нарушения, установленные по сейсмическим данным; 6 – граница тектонического несогласия литопластины и астенослая; 7 – проекция гипоцентра Спитакского землетрясения 07.12.88г; 8 – зона трещинных коллекторов и вероятного скопления углеводородов.



ющаяся на фоне вмещающих пород. По свидетельствам местного населения, во время землетрясения наблюдались всполохи огня, признаки которых были зафиксированы 1-1,5-километровой полосой с обгоревшими корневыми частями растительного покрова.

В заключение отметим, что, по определению Дж. У. Харбуха и др. (перевод с английского, "Недра", 1981), процесс поисков нефти и газа – самая крупная на Земле рискованная игра. Подтверждение структурных особенностей ОЗСЗ и скоплений углеводородов, после проведения комплексных геолого-геофизических исследований, должны дать буровые работы. Глубина скважин обуславливается местоположением гипоцентра Спитакского землетрясения и глубиной заложения подошвы литопластины.

## ЛИТЕРАТУРА

- Арзуманян С. К. Тектоническое строение Араксинской орогенной впадины, её положение в Иранско-Кавказско-Анатолийском сегменте Альпийского складчатого пояса. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. докт. геол.-мин наук. Изд-во Ереванского ун-та. 1984, 48с.
- Байбакова Г.А. Системно-геодинамический подход к выявлению ресурсов нефти и газа Геология нефти и газа, №11, 1996, с.4-10,
- Буррус Д.Ж., Рудкевич Дж. Л. Моделирование бассейна и разведка нефти и газа. Геология нефти и газа, 1994, №1, с.32-39.
- Габриелянц Г. А., Клещев К.А., Шеин В.С. Возможно нефтегазоносные бассейны Армении и их углеводородный потенциал. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2000, LIII, №3,
- Гаврилов В. П., Григорянц Б. В. и др. Зоны нефтегазо-накопления жильного типа. Изд-во Недр, 2000, с.71-72.
- Григорянц Б. В. Сравнительная характеристика взглядов на структурную позицию Спитакской эпицентральной зоны землетрясения в Армении. Физика Земли, 1, 1993, с.85-88.
- Григорянц Б.В., Попов Е. А. Возможности нефтегазо-накопления на территории Армении. Геология нефти и газа, 1996, №11, с.16-21
- Клещев К.А., Шеин В.С. Перспективы нефтегазоносности Армении с позиции теории тектоники плит. Геология нефти и газа, 1994, №12, с.5-9.
- Лукин А.Е., Ларин С.Б., Ларина Л.В. Роль трещиноватости различного генетического типа в формировании нефтегазоносных резервуаров. V Международная конференция "Проблемы геодинамики и нефтегазоносности Черноморско-Каспийского региона,, "Крым-2003,, Гурзуф IX, 2003, с.226-227.
- Новиков Ю.Н. Черноморско-Каспийский регион – пограничный элемент планетарной, нефтегазоносной системы. V Международная конференция, Проблемы геодинамики и нефтегазоносности Черноморско-Каспийского региона, "Крым-2003", Гурзуф IX, 2003, с.59-60.
- Тер-Саркисов Р.М., Коротков Б.С., Фоменко В.Г. Газ на больших глубинах. V Международная конференция, Проблемы геодинамики и нефтегазоносности Черноморско-Каспийского региона, "Крым-2003", Гурзуф IX, 2003, с.251-252.
- Справочник геофизика. Изд-во Недр, 1976, с.430-433.

## ՄՊԻՏԱԿԻ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԻ ԷՊԻԿԵՆՏՐՈՆԻ ՏԱՐԱԾՔԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ ՆԱԿԹԻ ԵՎ ԳԱՋԻ ԱՐԴՅՈՒՆԱՐԵՐԱԿԱՆ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄՆԵՐԻ ՈՐՈՆՄԱՆ ԱՌԱՐԿԱ

Գ. Մ. Բաբուրյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Նոր տեսանկյունից է մեկնաբանվում երկրաբանական և երկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների տվյալները՝ նպատակ հետապնդելով հիմնավորել Սպիտակի երկրաշարժի օջախի տարածքում ածխաջրածինների առկայությունը: Լիտոսֆերայի դինամիկան և սեյսմիկությունը կապվում են ածխաջրածինների ու ֆլուիդների տեղաբաշխման և ճեղքավոր կուլեկտորներում կուտակման պրոցեսների հետ: Առաջարկվում է նոր մոտեցում Հայաստանի տարածքների նավթագազաբերության հեռանկարային գնահատման համար:

## THE SPITAK EPICENTER ZONE OF EARTHQUAKES – AN OBJECT FOR SEARCH OF COMMERCIAL ACCUMULATIONS OF OIL AND GAS IN ARMENIA

G. M. Babouryan

Abstract

To support suggested presence of hydrocarbons in the Spitak earthquake zone, the materials of geophysical studies and geological data are interpreted from a new point of view. Lithosphere dynamics and seismicity are related to the processes of redistribution of fluids and hydrocarbons in space and their accumulation within fracture collectors. A new approach is proposed to assessing prospects of oil and gas bearing capacities of the territory of Armenia.



## ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КЕРНА БУРОВЫХ СКВАЖИН И КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ТРУДНОСТИ ЕГО ОТБОРА

© 2004 г. О. С. Езакян

Агентство геологии Министерства охраны природы РА  
375025, Ереван, ул. Чаренца, 46, Республика Армения  
Поступила в редакцию 25.04.2004 г.

В статье дается анализ совокупного влияния геологических, технических и технологических факторов на выход керна скважин разведочного колонкового бурения на примере Техутского медно-молибденового месторождения, геологическое строение которого представляет наибольшую трудность для формирования и сохранности представительного керна. Приведена классификация горных пород по сложности кернообразования.

В последние годы повсеместно объемы колонкового бурения скважин при поисках и разведке резко возросли и достигли исключительно больших размеров. Главными условиями, определяющими широкое применение колонкового бурения, являются его экономичность и высокая скорость, а в ряде случаев бурение является единственным техническим средством разведки глубокозалегающих частей месторождения.

Основным показателем представительности керна являются его линейный, весовой и объемный выходы. Другим важным критерием служит качество, характеризуемое степенью сохранности в керне природных соотношений минеральных компонентов, ненарушенности структуры, текстуры, трещиноватости и других характеристик буримой породы.

В качестве главного признака при классификации горных пород по трудности отбора керна принят линейный выход керна, который находится в пределах 0–100% и практически зависит от воздействия всех учтенных и неучтенных факторов кернообразования и, следовательно, выступает в роли обобщающего показателя, характеризующего степень достоверности получаемой геологической информации. Поэтому этот показатель лимитируется с учетом специфики морфогенетических типов месторождений полезных ископаемых.

На нижних горизонтах месторождения породы относятся к VII-X категориям по буримости. В этих породах бурением одинарными колонковыми снарядами (ОКС) в компоновке с алмазными коронками 76-59 мм выход керна достигает 75-80%. На отдельных интервалах, особенно на участках развития зон рассланцованных, перетертых и сильно трещиноватых, раздробленных, брекчированных пород ОКС обеспечивают выход керна до 40-50%. Вместе с этим при проходке скважин на пониженных режимах промывки укороченными рейсами 1-1,5 м использование серийных одинарных эжекторных снарядов (ОЭС) и двойных колонковых невращающихся труб (ТДН), диаметром 76+59 мм, позволяет поднять выход керна до 75% (Волков и др., 1971).

Несравненно сложной задачей является вопрос обеспечения кондиционного выхода керна в верхней части месторождения.

В среднем до глубины 180 м, геологический

разрез представлен гипергенно и гидротермально переработанными разновидностями кварцевых диоритов и гранодиоритов, представляющими сверху-вниз зоны окисления (в среднем 20 м), выщелачивания (70 м), разрыхления (20 м) и дробления (70 м).

В рассматриваемой части выход керна из-за его истирания и интенсивного размывания весьма низок и находится на уровне 10%, в отдельных интервалах редко доходя до 30%. Предпринимаемые меры по оптимизации параметров бурения – различных режимов прямой схемы промывки, частоты вращения снаряда и осевой нагрузки на коронку, а также проходки за рейс, диаметра породоразрушающего инструмента, использования двойных колонковых снарядов (ДКС) ТДВ-93/76, не обеспечивают кондиционного выхода керна.

На формирование и сохранность керна влияет ряд факторов, подразделяющихся по своему характеру на:

- геологические – неизмеряемые и неуправляемые в процессе бурения;
- технические – измеряемые, но не управляемые в процессе бурения;
- технологические – измеряемые и управляемые в процессе бурения.

Геологический фактор – это трещиноватость, перемежаемость по твердости, вторичные изменения, низкая категория по буримости и абразивность пород.

Технический фактор – это диаметр керна, конструкция колонкового снаряда, способ заклинивания керна и форма торца коронки.

Технологический фактор – это количество промывочной жидкости и проходка за рейс.

Основываясь на фактические данные производственно-экспериментальных работ, приходим к выводу, что в осложненных зонах геологического разреза месторождения на выход керна определяющее влияние оказывают также факторы технико-технологического характера.

Оценка степени влияния перечисленных факторов на выход керна в условиях Техутского месторождения приведена в табл.1, данные которой показывают возможность выделения практически одинаковых по значимости степени влияния, но разных по характеру факторов кернообразования. Это по группам факторов (Кирсанов, Боголюбский, 1978): определяющих выход керна,



– трещиноватость и перемежаемость пород, конструкция колонкового снаряда, количество промывочной жидкости; влияющих на выход керна – вторичные изменения, способ заклинивания керна и форма торца коронки, проходка за рейс.

Трудность отбора керна в рассматриваемой

части геологического разреза следует связывать со структурно-текстурными признаками (особенностями) разбуриваемых горных пород, которые не способствуют формированию керна и его сохранности в процессе бурения.

Получение кондиционного керна в сильно трещиноватых и дробленных породах является

Таблица 1

Значимость факторов кернаобразования в осложненных зонах геологического разреза Техутского медно-молибденового месторождения

| Группа факторов кернаобразования             | Факторы кернаобразования и степень их влияния на выход керна |                    |                                           |                    |                                 |                    |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
|                                              | Геологические                                                |                    | Технические                               |                    | Технологические                 |                    |
|                                              | Характер фактора                                             | Степень влияния, % | Характер фактора                          | Степень влияния, % | Характер фактора                | Степень влияния, % |
| Определяющие выход керна                     | Трещиноватость                                               | 30                 | Диаметр керна                             | 10                 | Количество промывочной жидкости | 40                 |
|                                              | Перемежаемость по твердости                                  | 10                 | Конструкция колонкового снаряда           | 50                 | —                               | —                  |
| Влияющие на выход керна                      | Вторичные изменения                                          | 50                 | Способ заклинивания и форма торца коронки | 40                 | Проходка за рейс                | 60                 |
| Оказывающие влияние в специфических условиях | Категория пород по буримости и абразивность                  | 10                 | —                                         | —                  | —                               | —                  |

достаточно сложной задачей. Эта сложность определяется тем, что разбуриваемая порода, будучи тектонически раздробленной, находится в массе растертого глинистого или интенсивно измельченного, относительно менее твердого материала. Соотношение твердой части и растертой или измельченной массы не является постоянным. В связи с этим чем больше в разбуриваемой породе размываемого материала, тем меньше выход

керна, так как последний в момент углубки забоя под действием промывочной жидкости и избирательного истирания вымывается и переходит в раствор.

В другом случае, когда породы пронизаны сетью трещин, при разбуривании весь керновый материал представлен обломками различной кусковатости, попадающими в определенный момент под воздействие вращающейся коронки, потока

Таблица 2

Классификация горных пород геологически осложненных зон Техутского медно-молибденового месторождения по трудности отбора керна

| Группа пород по отбору керна (по ВИТР) | Название зоны осложнения | Степень распространения, % | Структурно-текстурные признаки пород (по ВИТР)               | Показатель удельной трещиноватости керна, КУ, шт/м | Диаметр скважины, мм | Выход керна снарядом ОКС |
|----------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| II                                     | Окисления                | 10                         | Неоднородные по твердости, сильно трещиноватые               | 31-51                                              | 93-76                | ≤ 30                     |
| I                                      | Вышелачивания            | 40                         | Вязкие, размываемые                                          | 31-51 и более                                      | 93-76                | ≤ 10                     |
| I                                      | Разрыхления              | 10                         | Вязкие, размываемые, перемежающиеся по твердости             | 31-51 и более                                      | 76                   | ≤ 10                     |
| II                                     | Дробления                | 40                         | Сильно трещиноватые, дробленные, перемежающиеся по твердости | 31-51 и более                                      | 76                   | ~ 10                     |



промывочной жидкости и вибрации. В зависимости от соотношения мелкой и относительно крупной фракции происходит колебание в количестве извлекаемого кернового материала. В целом характер бурения в зоне выщелачивания и разрыхления определяется наличием наиболее твердой части пород во всем объеме, а процент выхода керна зависит от количества растертой и дробленной массы.

В геологически осложненных зонах характерен и такой фактор, как интенсивная истираемость пород под воздействием неблагоприятно протекающих забойных процессов, например, самозаклиниваний керна. В связи с этим большое значение в комплексе предпринимаемых технологических мероприятий имеет ограничение рейса до момента самозаклинивания керна. Это позволяет уменьшить его истирание (особенно избирательного характера при разбуривании перемежающихся по твердости пород), так как нормальное бурение осуществляется только при условии беспрепятственного входа керна в кernoприемную трубу.

Принимая во внимание изложенные сложности обеспечения сохранности керна и ориентируясь на существующую пятишкальную клас-

сификацию ВИТР (Волков и др., 1971), горные породы разных по характеру осложненных зон верхней части геологического разреза участков медно-молибденового оруденения следует отнести к первой и второй группам пород по трудности отбора керна. Подобная классификация приведена в табл. 2, где на основе структурно-текстурных признаков внутри классификационных групп выделены также четыре подгруппы пород, соответствующие отдельным зонам изменений (осложнений),

Указанная классификация положена в основу дальнейших технико-технологических разработок по обеспечению кондиционного выхода керна на данном месторождении.

ЛИТЕРАТУРА

Волков С.А., Сергиенко И.А., Роговский Н.В., Бронников И.Д., Пикерский В.М. и др. Опыт алмазного бурения на месторождениях Армении. ВИЭМС, Э.И. 1971, N 167, с.21-24.  
Кирсанов А.Н., Боголюбовский К.А. Влияние параметров режима бурения на сохранность керна монолитных пород средней твердости. Изв. ВУЗов. Сер. Геология и разведка, 1978, N 8, с.126-132.

ՀՈՐԱՏԱՆՑՔԵՐԻՑ ՀՈՐԱՏՀԱՆՈՒԿԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԸ ԵՎ  
ԼԵՌՆԱՅԻՆ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄԸ ԸՍՏ ՍՏԱՅՄԱՆ  
ԲԱՐԴՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ

Հ. Ս. Եզակյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում Թեղուտի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի օրինակով բերվում է հետախուզական հորատանցքերից հորատահանուկի ելքի վրա երկրաբանական, տեխնիկական, տեխնոլոգիական գործոնների համալիր ազդեցությունների վերլուծությունը: Հանքավայրի երկրաբանական բարդ կառուցվածքը լուրջ դժվարություն է առաջացնում ներկայացուցչական հորատահանուկի ձևավորման և պահպանման գործում: Բերվում է լեռնային ապարների դասակարգումը ըստ հորատահանուկի ձևավորման բարդությունների:

FACTORS OF BORING CORE FORMATION AND CLASSIFICATION  
OF ROCKS BY THE CORE RECOVERY COMPLEXITY RATE

H. S. Ezakyan

Abstract

The article presents an analysis of the integrated impact of geological, technical, and technological factors on the core recovery from borings of exploratory core drilling by the example of Teghut copper-molybdenum deposit, the geological section of which poses considerable difficulties for recovery and preservation of a representative core. The classification of rocks by the rate of core formation complexity is presented.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЕСТЕСТВЕННО ИСКРИВЛЯЮЩИХСЯ СКВАЖИН С ЦЕЛЬЮ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ В ЗАДАННЫЕ ПУНКТЫ РАЗВЕДОЧНОЙ СЕТИ

© 2004 г. Р. З. Акопян

Государственный инженерный университет Армении  
375009, Ереван, ул. Теряна, 105, Республика Армения  
E-mail: geologsect@seua.am  
Поступила в редакцию 19.05.2004 г.

На основании результатов научно-исследовательских и экспериментальных работ выявлены закономерности искривления скважин в ряде месторождений Северного Кавказа в зависимости от геолого-структурных особенностей и анизотропно-прочностных характеристик горных пород

Основная задача разведки месторождений – определение количества, качества и условий залегания полезного ископаемого. Количество полезного ископаемого определяется в конечном счете размерами и формой залежи, а условия залегания характеризуются в основном элементами залегания самого тела или минерализованных (рудных) участков и зон, а также свойствами вмещающих пород и контактов залежи с ними. В связи с этим при решении такой задачи необходимо пересекать залежи скважинами в определенных местах как по падению (разведка на глубину), так и по простиранию (разведка по площади) с целью определения границ залежей, их формы и положения в пространстве (Сулакшин, 1987).

При размещении проектных скважин на разрезах рекомендуется пересекать залежи со стороны всякого бока под углом, близким к  $90^\circ$  (практически  $50-60^\circ$ ). Расстояния между скважинами на глубине должны быть выдержаны в соответствии с разведочной сеткой. Скважины вследствие искривления не всегда пересекают залежи на одинаковом расстоянии друг от друга, несмотря на то, что устья их на поверхности размещены по строго заданной сетке. Иногда требуются сооружения дополнительных скважин. И чем сложнее геолого-структурные условия, тем труднее получение необходимого качества геологоразведочных работ и выше их стоимость.

Таким образом, чтобы привести забой скважины в заданную точку по наиболее рациональному профилю, необходимо либо бороться с нежелательным искривлением, либо усиливать его искусственно. Поэтому, изучая причины и закономерности искривления скважин, можно искусственно изменять его направление и интенсивность и, управляя траекторией скважины, проводить ее забой в заданную точку.

Изучение большого объема фактического материала и причин, вызывающих искривление скважин, позволило установить закономерности естественного искривления скважин на месторождениях Восточный Джимидон, Кти Теберда и Кизил Деро Северного Кавказа (Мелентьев и др., 1984).

Базисом для анализа закономерностей естественного искривления скважин приняты инкли-

нометрические замеры (инклинометры ИК-2, ОК-40У) зенитных и азимутальных углов через каждые 20 м глубины скважины.

Все скважины месторождения Восточный Джимидон были разбиты на две группы по первоначальному (заданному) зенитным и азимутальным углам. В первую группу вошли скважины, имеющие следующие параметры: заданный зенитный угол  $\theta_0 \leq 8^\circ$ , заданный азимутальный угол  $\alpha_0 = 110 \div 175^\circ$ ; а во вторую группу вошли скважины со следующими параметрами: заданный зенитный угол  $\theta_0 > 8^\circ$ , азимутальный угол  $\alpha_0 = 105 \div 150^\circ$ .

Геологический разрез представляется следующим образом. Примерно до глубины 100 м представлен песчано-глинистыми отложениями, от 100 до 200-250 м – покровными альбитофитами, от 200-250 до 500 м – кристаллическими сланцами. Примерно с глубины 500 м начинаются граниты.

Учитывая геологическое строение месторождения и диаметры бурения, обе группы разбиты на две подгруппы (или выборки). Первая группа: с 0 до 225 м – первая выборка и с 225 до 550 м – вторая выборка. Во второй группе первая выборка считается с 0 до 300 м, а вторая выборка – с 300 до 600 м.

Все ранее пробуренные скважины месторождения Кти Теберда разбиты на две группы по заданным зенитным и азимутальным углам (рис.2).

Первая группа:  $\theta_0 = 18 \div 31^\circ$ ;  $\alpha_0 = 45 \div 55^\circ$ ;

Вторая группа:  $\theta_0 = 35 \div 60^\circ$ ;  $\alpha_0 = 135 \div 145^\circ$ ;

По геологическому разрезу и диаметру бурения обе группы разбиты на две подгруппы (выборки): с 0 до 180 м и с 180 до 400 м – для первой группы и с 180 до 600 м – для второй группы. Диаметр бурения первых интервалов 76 мм, а последующих – 59 мм.

От 0 до 180 м разрез представлен в основном андалузит-гранат-мусковит-биотитовыми сланцами, а с глубины 180 до 600 м – в основном гранат-мусковит-биотитовыми слюдястыми гнейсами.

Обе группы со своими подгруппами подверглись строгому статистическому анализу. Определили статистические характеристики: среднее, среднеквадратическое отклонение; коэффициенты вариации, асимметрии, эксцесса, медианы, моды.



размаха.

Анализируя результаты искривления скважин, пересекающих структуры скважин со складками нескольких порядков, и при бурении пород с различными углами падения и направлением сланцеватости и слоистости, меняющимся на глубине скважины, можно утверждать, что интенсивность искривления скважин зависит от всех вышеперечисленных причин, и при этом скважины наиболее интенсивно искривляются при углах встречи с плоскостью слоистости или сланцеватости от  $10^\circ$  до  $46^\circ$ , так как слоистость и сланцеватость могут не совпадать, а находиться под разными углами падения (от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ ) по отношению друг к другу.

При совпадении слоистости и сланцеватости, когда скважина пересекает их плоскости под углами  $\varphi=0^\circ$  или  $\varphi=90^\circ$ , скважина искривляется незначительно. При бурении скважины, когда угол между сланцеватостью и слоистостью составляет  $45^\circ$ , также искривление не наблюдается, так как в этом случае скважины бурятся между слоистостью и сланцеватостью.

Анализ первичной геологической документации и инклинометрических замеров по пробуренным скважинам на месторождениях Восточный Джимидон и Кти Теберда выявляет значительные искривления их стволов (как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях), связанные с особенностями геологического строения месторождения. Так, например, бурение скважин на данных месторождениях характеризуется встречей под острым углом контактов между слоями пород и различной твердостью, а также твердых анизотропных, трещиноватых, слоистых, сланцеватых или гнейсовидных пород.

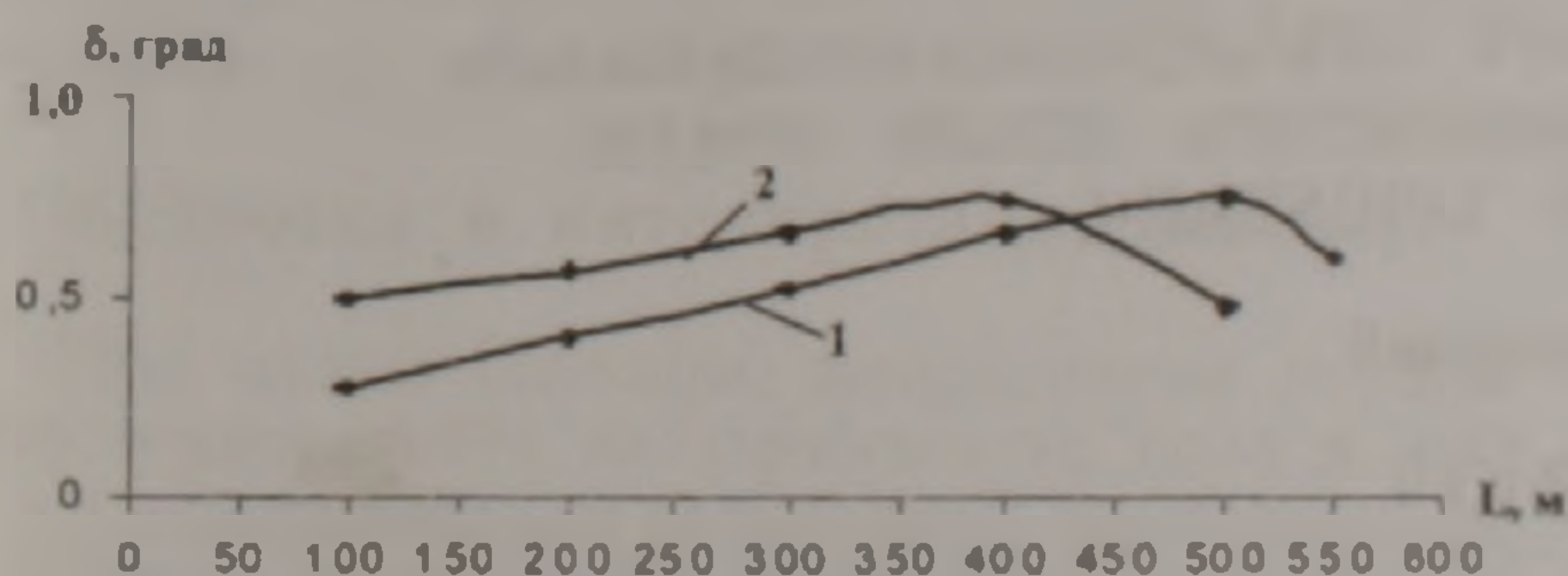


Рис. 1. Изменение полного угла искривления ( $\delta$ ) с глубиной ( $L$ ) месторождения Восточный Джимидон:  
1 – I группа ( $\theta_0 \leq 8^\circ$ ,  $\alpha_0 = 110+175^\circ$ ); 2 – II группа ( $\theta_0 > 8^\circ$ ,  $\alpha_0 = 105+150^\circ$ ).

Из рис. 1 видно, что для обеих групп месторождения Восточный Джимидон, в зависимости от глубины до 400 м, общий угол искривления изменяется от 0,27 до 0,75 град/10 м, как результат анизотропных свойств проходных пород. Наибольшая интенсивность зенитного искривления наблюдается при бурении скважин на месторождении Кти Теберда (0,58 и 0,93 град/10 м), а наибольшие азимутальные искривления имеют место на месторождении Восточный Джимидон (6,33 и 4,2 град/25 м). Столь значительные искривления можно объяснить причинами геологического характера, изложенными выше.

Анизотропные и прочностные свойства гор-

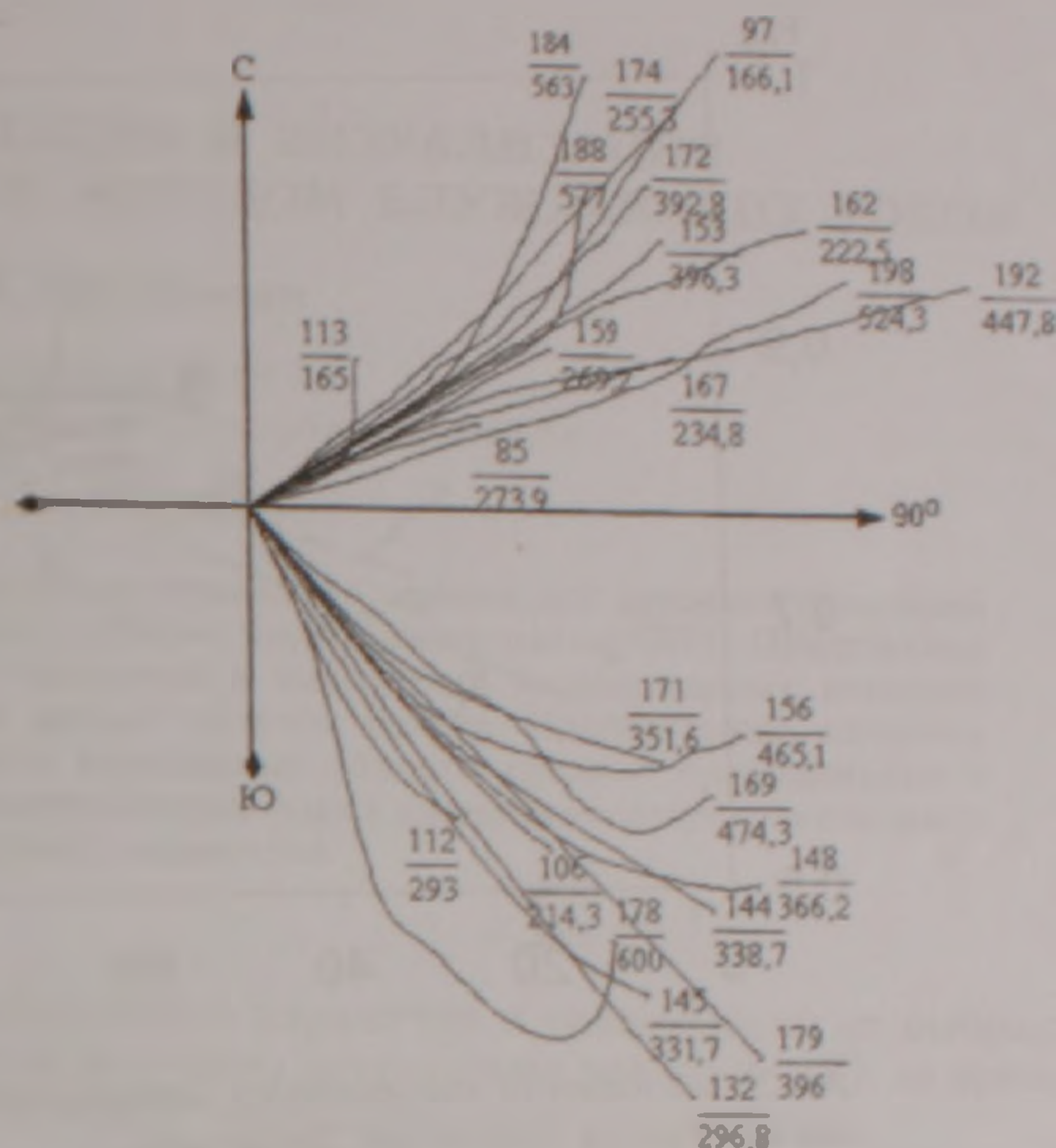


Рис. 2. Горизонтальные проекции эси скважин, пробуренных на месторождении Кти Теберда

ных пород месторождения Восточный Джимидон определялись в лаборатории физики и разрушения горных пород ГИУА. На рис. 3. приведена корреляционная зависимость между прочностью пород и коэффициентом анизотропии для различных пород месторождения Восточный Джимидон.

Таким образом, в результате анализа фактического материала и данных, полученных научно-экспериментальными работами, выявлено следующее:

1. Исходя из особенностей геологического строения месторождений в целом, структуры могут быть охарактеризованы как зоны интенсивного рассланцевания, трещиноватости, дробления и перемежаемости пород по твердости.

2. Горные породы месторождений Восточный Джимидон и Кти Теберда весьма разнообразны как по литологическим свойствам, так и по коэффициенту анизотропии и пределу прочности.

3. У кристаллических сланцев наблюдается сравнительно большой размах коэффициента анизотропии (от 0,64 до 0,99), а у гранитов – самый минимальный (от 0,85 до 0,88), в зависимости от прочности пород.

4. Разнообразие минералогического состава и структурно-текстурных особенностей пород одного литологического типа приводит к значительной разброске экспериментальных данных.

5. Установлено, что существует корреляционная связь между прочностью пород и коэффициентом анизотропии для различных пород (коэффициенты корреляции для: кристаллических сланцев 0,64, амфиболитов 0,56, плотных амфиболитов 0,47, гранитов 0,61) месторождений.

6. Интенсивность искривления увеличивается пропорционально росту коэффициента анизотропии.



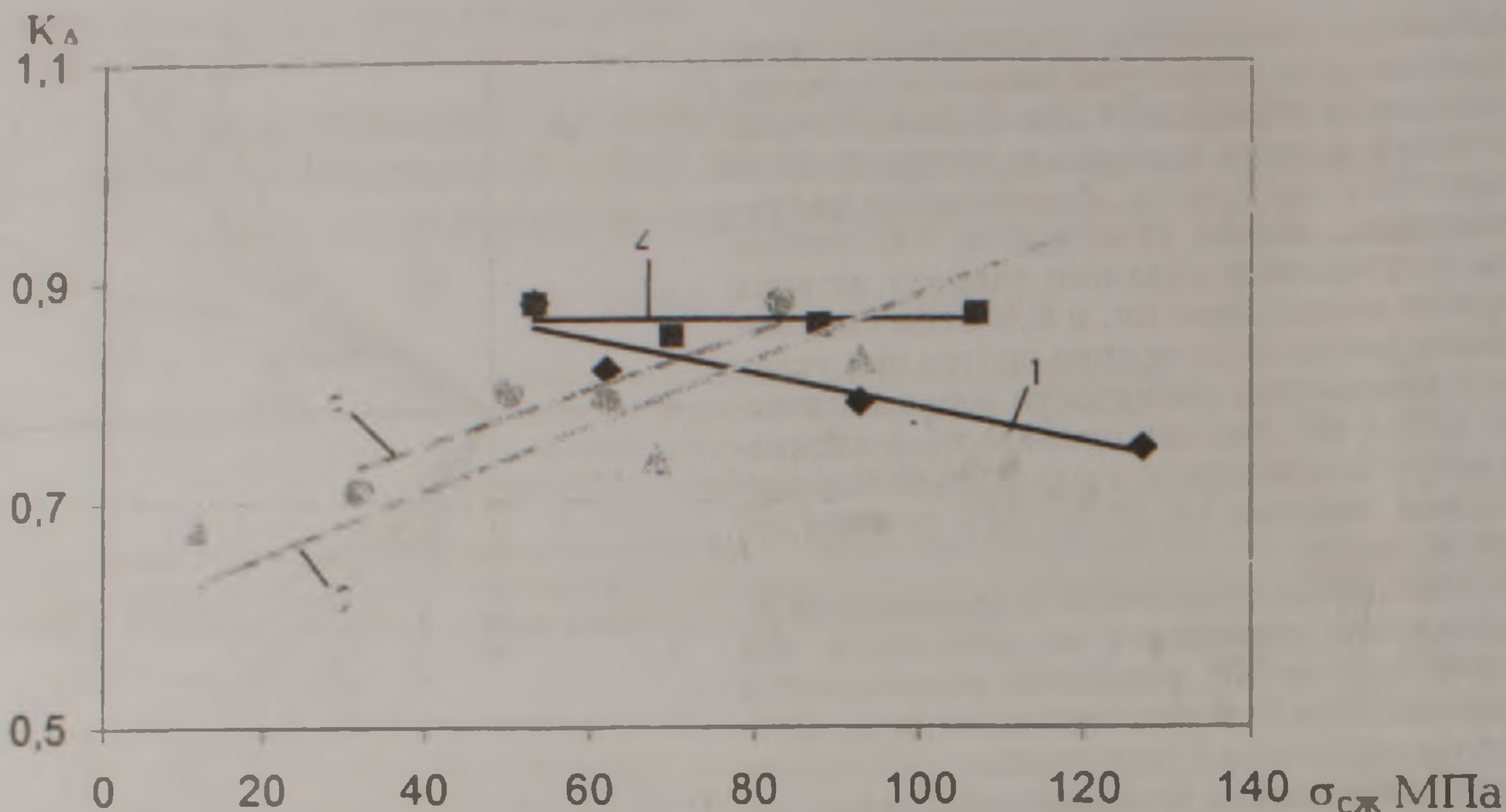


Рис.3. Зависимости коэффициента анизотропии ( $K_A$ ) от прочности горных пород на сжатие ( $\sigma_{сж}$ ) месторождения Восточный Джимидон.

1- кристаллические сланцы; 2- амфиболиты; 3 – плотные амфиболиты; 4 – граниты.

7. Бурение скважин сопровождается значительными искривлениями их стволов как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

#### ЛИТЕРАТУРА

Сулакшин С.С. Направленное бурение. Недра, 1987, 272 с.

Мелентьев Н.Я., Андреев Ю.П. Акопян Р.З. Прогнозирование трассы направленной скважины с применением ЭВМ на примере Кти Тебердинского месторождения. Экспресс-информация ВИЭМС. Мин. геол. СССР, в.3, серия "Техника и технология геологоразведочных работ; организация производства", М., 1984, с.12-17.

### ԲՆԱԿԱՆ ԹԵՔՎՈՂ ՀՈՐԱՏԱՆՑՔԵՐԻ ՕՐԻՆԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ՆՐԱՆՑ ՀԵՏԱԽՈՒԶԱԿԱՆ ՑԱՆՑԻ ՏՐՎԱԾ ԿԵՏ ՀԱՍՑՆԵԼՈՒ ՆՊԱՏԱԿՈՎ

Ռ. Զ. Հակոբյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Գիտահետազոտական, փորձարարական ու փաստացի նյութի տվյալների արդյունքների վերլուծության հիման վրա բացահայտվել են մի շարք բարդ երկրաբանատեխնիկական կառուցվածք ունեցող հանքավայրերում հորատանցքերի բնական թեքման օրինաչափությունները կախված երկրաբանական կառուցվածքային առանձնահատկություններից ու ապարների անհոտորոպության և ամրության բնութագրերից:

Ստացված արդյունքները հիմք են տալիս նախագծել ռացիոնալ հետազոտող հորատանցքեր, բարձրացնելով նրանց իրականացման հուսալիության աստիճանը թույլատրելի սահմաններում:

### STUDY OF NATURAL WELL DEVIATION REGULARITIES TO DIRECT THE WELLS INTO THE SET POINTS OF THE PROSPECTING NETWORK

R. Z. Hakobyan

Abstract

For a series of deposits in the Northern Caucasus, research and experimental works helped to reveal regularities of well deviation depending on the geological and structural features and anisotropy and strength characteristics of rocks.



## ОБРАБОТКА, ИНТЕРПРЕТАЦИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЕКТОРНОЙ СЪЕМКИ МЕТОДОМ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ

© 2004 г. А.К.Матевосян

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

Поступила в редакцию 16.01 2004 г.

В статье рассматривается подход при выборе эффективного временного режима для автоматизированной обработки электроразведочных данных векторной съемки методом блуждающих токов (БТ). Представлен критерий надежности исходных данных по результатам измерений и вычислений нормированных значений приращения напряженности электрического поля БТ в каждом полевом пункте. Предлагаемый алгоритм обработки и интерпретации данных позволяет выделять аномальные области средней проводимости и анизотропности по характеру распределения техногенного электрического поля в пределах исследуемого планшета съемки. Приведены примеры визуализации интерпретируемых параметров.

В статье (Матевосян, 2004) впервые дана классификация первичного электрического поля блуждающих токов (БТ) и представлены способы нормирования поля БТ в полевом пункте: по одному – ныне используемый, и предлагаемые – по двум, трем и более базисным пунктам, скользящим окном. Внедрение в геофизику цифровых способов регистрации и эффективных методов обработки данных на базе компьютерной технологии позволяет сократить затраты на проведение электроразведочных исследований, повысить их качество и информативность. Решающая роль в процессе обработки принадлежит преобразованию и визуализации определяемых параметров, что является весьма актуальной задачей при площадной векторной съемке методом БТ, чему посвящена настоящая статья.

### Обработка и интерпретация данных

При одном (каждом) направлении первичного техногенного электрического поля в процессе интерпретации результатов векторных измерений определяются параметры  $\psi$  (остаточного или нормированного кажущегося удельного электрического сопротивления): величина и направление – по формулам (Гамоян, 1986; Инструкция по электроразведке, 1984; Матевосян, 1987, 1992; Скважинная и шахтная..., 1989):

$$\psi^B = \Delta E_{BT}^H / \Delta E_{BT}^B \quad \text{и} \quad (1)$$
$$\phi = \arctg(\Delta E_{BT}^B / \Delta E_{BT}^H) + k\pi,$$

где  $\Delta E_{BT}^H$  и  $\Delta E_{BT}^B$  – модули векторов приращений напряженности наблюдаемого (измеренного) и нормированного (в частности, по одному В1 или трем В1-В2-В3 базисным пунктам) в полевом пункте за исследуемый момент времени при выбранной величине приращения времени;  $\Delta E_{BT}^H$  и  $\Delta E_{BT}^B$  –  $x$ - и  $y$ -составляющие вектора приращений напряженности нормированного поля;  $k=0$  при  $\Delta E_{BT}^B \geq 0$  и  $k=1$  при  $\Delta E_{BT}^B < 0$ ;  $\Delta E_{BT}^B = [(\Delta E_{BT}^B)^2 + (\Delta E_{BT}^H)^2]^{1/2}$ . Следует подчеркнуть, что определенному моменту времени ( $T$ ) могут быть присвоены несколько значений ис-

следуемого параметра в зависимости от выбранной величины приращения времени ( $\Delta T$ ), за время которого определяется его изменение.

При выборе моментов времени с различными величинами приращений времени ( $\Delta T$ ), благоприятных для исследования планшета съемки методом БТ, могут служить величины наблюдаемого и нормированного векторов приращения напряженности первичного электрического поля в пределах планшета (или как минимум, в базисном / базисных / и полевом пунктах), которые должны превышать пороговую напряженность, задаваемую известным способом с учетом уровня искажающих факторов (Инструкция по электроразведке, 1984; Матевосян, 1989; Электроразведка, 1989).

При интерпретации данных, полученных при двух различных направлениях техногенного электрического поля в исследуемом полевом пункте наблюдений, определяются компоненты ( $\psi_{xx}$ ,  $\psi_{xy}$ ,  $\psi_{yx}$ ,  $\psi_{yy}$ ) двухмерного тензора  $\psi$  второго ранга из выражения (Матевосян, 1987, 1992):

$$\begin{bmatrix} \Delta E_{BT}^H \\ \Delta E_{BT}^B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \psi_{xx} & \psi_{xy} \\ \psi_{yx} & \psi_{yy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta E_{BT}^B \\ \Delta E_{BT}^H \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где  $\Delta E_{BT}^H$ ,  $\Delta E_{BT}^B$  и  $\Delta E_{BT}^B$ ,  $\Delta E_{BT}^H$  –  $x$ - и  $y$ -составляющие векторов наблюдаемого и нормированного электрических полей в полевом пункте, соответственно.

Критерием надежности при определении двухмерного тензора  $\psi$  (тензорных параметров  $\psi$ ) в исследуемом полевом пункте по результатам измерений и вычислений нормированных значений приращения напряженности поля БТ при двух моментах времени ( $\Delta E_{BT1}$ ,  $\Delta E_{BT2}$ ) является величина  $2\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-d)}/d$ , где  $a = |\Delta E_{BT1}|$ ,  $b = |\Delta E_{BT2}|$ ,  $d = \max\{|\Delta E_{BT1} + \Delta E_{BT2}|, |\Delta E_{BT1} - \Delta E_{BT2}|\}$ ,  $p = (a+b+d)/2$ , которая должна быть не менее пороговой напряженности. Следует напомнить, что при этом векторы  $\Delta E_{BT1}$ ,  $\Delta E_{BT2}$  должны быть неколлинеарны. Заметим, что при таких условиях выбора благоприятных моментов времени при



определении тензорных параметров  $\psi$  предъявляются более строгие требования.

Компоненты тензора  $\psi$  наиболее полно характеризуют особенности проявления исследуемой среды по данному параметру. Однако, поскольку их совместное рассмотрение при интерпретации во многих случаях значительно осложнено и визуально трудно представимо, удобнее манипулировать различными инвариантами данного тензора (аналогично как при исследованиях методами сопротивлений и вызванной поляризации – Матевосян, 2002). В частности, по приведенным формулам вычисляются главные (экстремальные: максимальное –  $\psi_{\max}$  и минимальное –  $\psi_{\min}$ ) значения тензора  $\psi$ :

$$\psi_{\text{ex}} = \left| \sqrt{(\psi_{xx} - \psi_{yy})^2 + (\psi_{xy} + \psi_{yx})^2} \pm \sqrt{(\psi_{xx} + \psi_{yy})^2 + (\psi_{xy} - \psi_{yx})^2} \right| / 2 \quad (3)$$

и их направления

$$\phi_{\text{ex}} = \{ \arctg[(\psi_{xy} + \psi_{yx}) / (\psi_{xx} - \psi_{yy})] + \arctg[(\psi_{xy} - \psi_{yx}) / (\psi_{xx} + \psi_{yy})] + \pi k \} / 2, \quad (4)$$

где  $k=0,1$ . В качестве основных интерпретируемых параметров наряду с  $\psi_{\max}$ ,  $\psi_{\min}$ ,  $\phi_{\text{ex}}$  используются также  $\psi_{\text{med}} = \sqrt{\psi_{\max} \psi_{\min}}$ ,  $\psi_{\text{rel}} = \psi_{\max} / \psi_{\min}$  – инварианты тензора  $\psi$ . При требуемом направлении возбуждаемого поля величина параметра  $\psi$  определяется отношением модулей векторов приращений напряженностей и представляется следующим образом:

$$\psi^B = \Delta E_{\text{BT}}^B / \Delta E_{\text{BT}}^B = \sqrt{(\psi_{xx} \cos \phi + \psi_{xy} \sin \phi)^2 + (\psi_{yx} \cos \phi + \psi_{yy} \sin \phi)^2}, \quad (5)$$

где  $\phi$  – угол между вектором  $\Delta E_{\text{BT}}^B$  и осью  $x$ .

При измерении в пункте наблюдений составляющих электрических полей, отличных от принятой системы координат ( $XOY$ ), необходимо их предварительно пересчитать во взаимно перпендикулярные  $x$ - и  $y$ -составляющие с использованием формул, приведенных в (Матевосян, 1999).

В процессе обработки данных обычно определяются усредненные значения  $\psi$  за исследуемый цикл измерений по формуле:

$$\psi = (\sum_{k=1}^N \psi_k) / N, \quad (6)$$

здесь  $N$  – количество моментов времени (импульсов);  $\psi_k$  –  $k$ -ое значение  $\psi$ , вычисленное одним из способов нормирования поля (Матевосян, 2004). При этом среднеквадратичное отклонение равно

$$\sigma_{\psi} = [\sum_{k=1}^N (\psi - \psi_k)^2] / N. \quad (7)$$

Естественно, такая обработка данных не позволяет исследовать проявление анизотропности параметра  $\psi$  в зависимости от направления вектора нормированного поля. Для повышения информативности за счет учета этого фактора предлагается определять следующие (дифференцированные по азимуту упомянутого вектора) параметры:

$$\psi_{\text{ave}} = (\sum_{n_{\phi}} \psi_{\phi}) / n_{\phi}, \quad \sigma_{\psi \text{ave}} = (\sum_{n_{\phi}} \sigma_{\psi \phi}) / n_{\phi},$$

здесь  $\psi_{\phi} = (\sum_{i=1}^{n_{\phi}} \psi_i) / n_{\phi}$ ,  $\sigma_{\psi \phi} = [\sum_{i=1}^{n_{\phi}} (\psi_i - \psi_{\phi})^2] / n_{\phi}$ ,  $n_{\phi}$  – количество секторов (при  $10^\circ$   $n_{\phi}=18$  – данные противоположных секторов, согласно принципу линейности первичного электрического поля БТ, объединяются);  $n_{\phi}$  – количество моментов времени, при которых нормированный вектор находится в  $\phi$ -ом секторе, и которое должно быть достаточным для надежной обработки данных, в противном случае необходимо вычислить значения  $\psi$  для такого сектора с использованием компонентов тензора  $\psi$ , определяемых по результатам измерений других моментов времени (по данным указанного вектора в других секторах) согласно формулам (2) и (5). После определения  $\psi_{\phi}$  при каждом  $\phi$  проверяется условие  $|\psi_{\phi} - \psi_{\phi}| \leq 3\sigma_{\psi \phi}$ , что позволяет отсеять высоки (результаты измерений при таких моментах времени в дальнейшей обработке данных не привлекаются).

Величина  $\psi_{\phi \max} / \psi_{\phi \min}$  (где  $\psi_{\phi \max} = \max\{\psi_{\phi}\}$ ,  $\psi_{\phi \min} = \min\{\psi_{\phi}\}$ ) характеризует степень проявления анизотропности  $\psi$ , а  $\phi_{\max}$ ,  $\phi_{\min}$  – направления (дискретные по секторам) соответствующих экстремальных значений  $\psi$ . Теоретически анизотропность по  $\psi$  может возникнуть в двух случаях: во-первых, за счет погрешности, связанной с нормированием поля БТ (в частности, линейным интерполированием по трем базисным пунктам при выраженном нелинейном характере поля БТ), что увеличивается с удалением от базисных пунктов; во-вторых, из-за неоднородности геоэлектрической среды по удельному электрическому сопротивлению. При отсутствии проявления анизотропности  $\psi \approx \psi_{\text{ave}}$  и  $\sigma_{\psi} \approx \sigma_{\psi \text{ave}}$ .

Теперь сформулируем условия принятия решения о наличии аномалии по параметру  $\psi$  в рассматриваемом полевым пункте:

- средней проводимости:  $|\psi_{\text{ave}} - 1| \geq 3\sigma_{\psi \text{ave}}$ ,
- анизотропности:  $\psi_{\phi \max} - \psi_{\phi \min} \geq 3\sigma_{\psi \text{max}}$ .

Последующая обработка позволяет построить карты не только  $\psi$ ,  $\sigma_{\psi}$ ,  $\psi_{\text{ave}}$ ,  $\sigma_{\psi \text{ave}}$  и аномальных областей средней проводимости и анизотропности для всего планшета съемки, но и азимутальные гистограммы и круговые диаграммы  $\psi$  в требуемом полевым пункте.



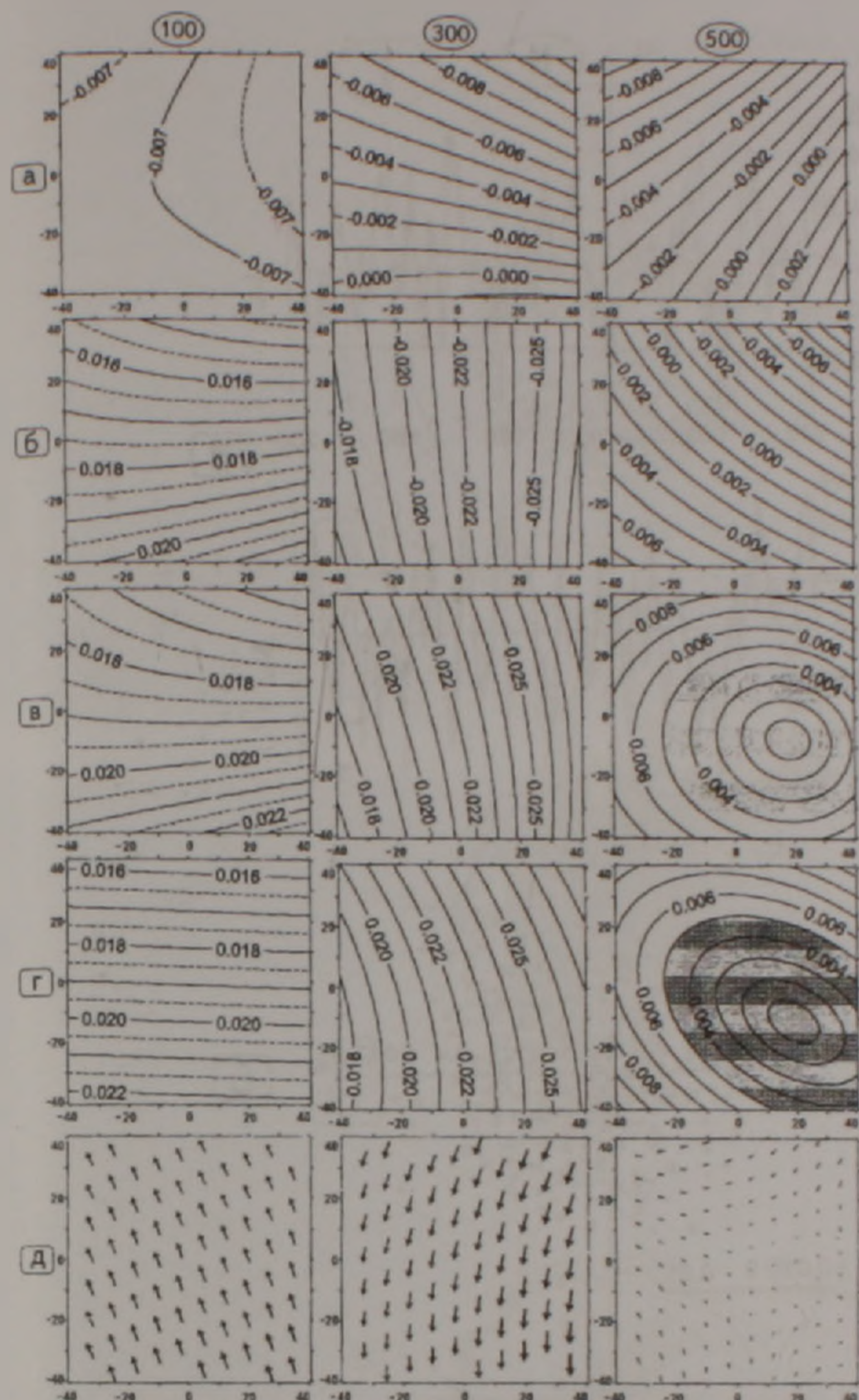


Рис. 1. Карты изолиний наблюдаемых  $x$ - и  $y$ -составляющих (а и б), модулей векторов приращения напряженности электрического поля БТ по наблюдаемым (в) и нормированным по трем (В1-В2-В3) базисным пунктам (г) (области планшета, в которых величина модуля вектора  $\Delta E_{BT}$  меньше принятого порогового значения, наблюдаемого во времени  $500\tau$ , — затемнены, и в последующем процессе интерпретации результатов данные за этот момент времени исключаются), а также вектора приращения напряженности первичного поля БТ (д) (размеры стрелок пропорциональны величине вектора  $\Delta E_{BT}$ ) для трех (100, 300 и  $500\tau$ ) моментов времени при цикле II измерений.

### Визуализация данных

При проведении векторной съемки методом БТ определяются напряженность и приращения напряженности техногенного электрического поля, по которым строятся карты векторного поля (рис. 1д), изолиний его составляющих (рис. 1а-б) и модуля (рис. 1в-г) при различных моментах времени, параметров  $\psi$  и  $\sigma$  (рис. 2а-г) и проявления анизотропности по  $\psi$  (рис. 2д) при различных способах нормирования поля, а также графики  $x$ - и  $y$ -составляющих (рис. 3а) и годографы (рис. 3б) вектора первичного электрического поля БТ, круговые диаграммы (рис. 4), азимутальные гистограммы (рис. 4б-в), корреляционные поля между наблюдаемыми и нормирован-

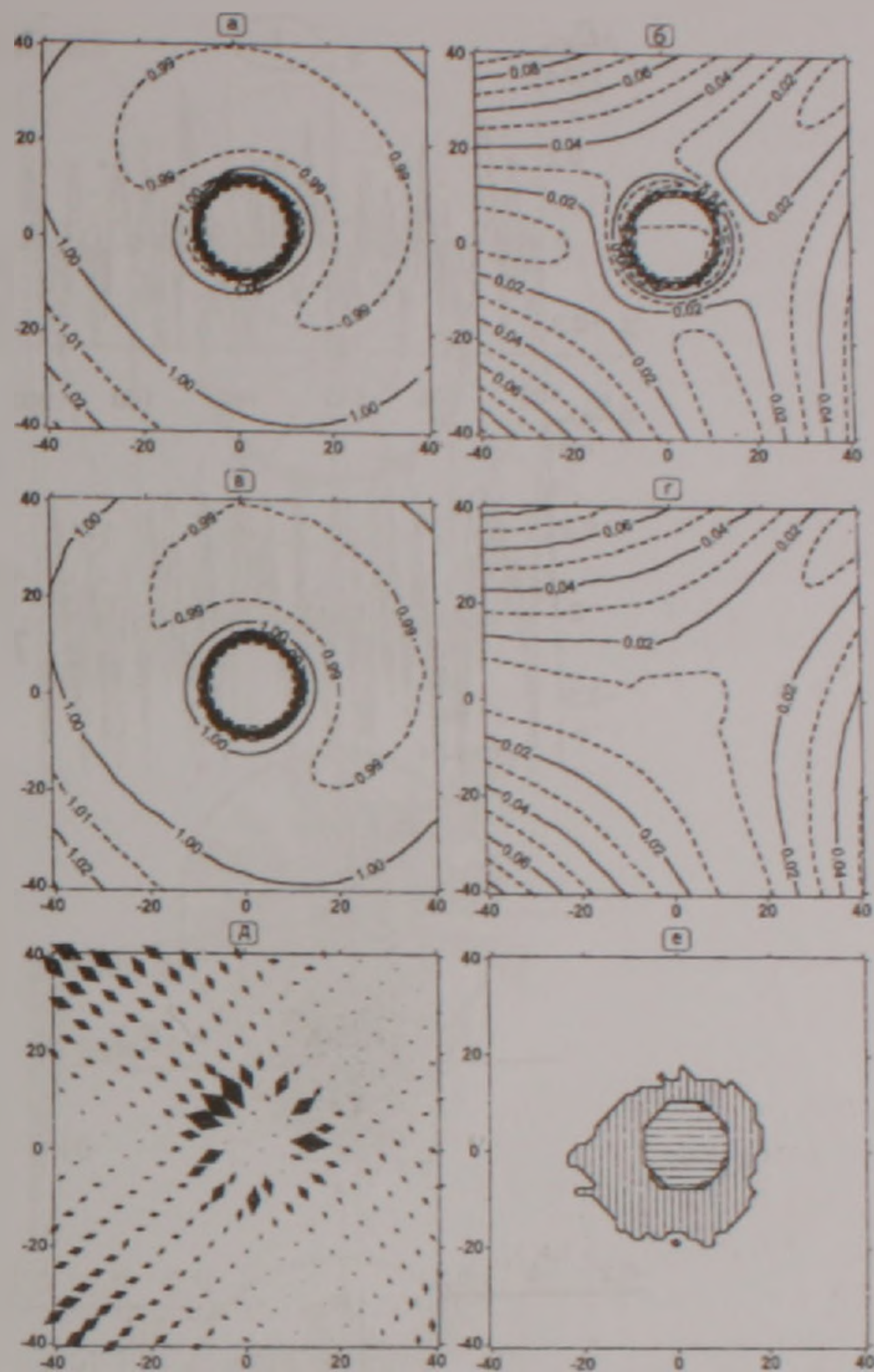


Рис. 2. Карты изолиний  $\psi^{B123}$  (а),  $\sigma^{B123}$  (б),  $\psi^{B123}$  (в),  $\sigma^{B123}$  (г), проявления анизотропности по  $\psi^{B123}$  (д) (размер ромбиков прямо пропорционален величине  $\psi_{\text{max}}/\psi_{\text{min}} - 1$ , а их большая диагональ ориентирована по направлению  $\psi_{\text{max}}$ ) и аномальных областей средней проводимости (горизонтальная штриховка) и анизотропности (вертикальная штриховка) по параметру  $\psi^{B123}$  (е) на поверхности однородной изотропной среды, содержащей полусферическую низкоомную неоднородность при цикле II измерений.

ными параметрами поля (рис. 3в) за весь исследуемый цикл в исследуемом пункте наблюдений. В результате интерпретации строятся обобщенные (сводные) карты аномальных областей средней проводимости и анизотропности по параметру  $\psi$  (рис. 2е) на поверхности исследуемых геоэлектрических моделей.

Для однозначной интерпретации данных БТ при сложных геологических и техногенных условиях, необходимо полученные данные сопоставлять с результатами других электроразведочных методов на постоянном токе (в частности, электрозондирования и электрпрофилирования) с привлечением результатов математического и физического моделирования электрических полей в разнотипных геоэлектрических средах.



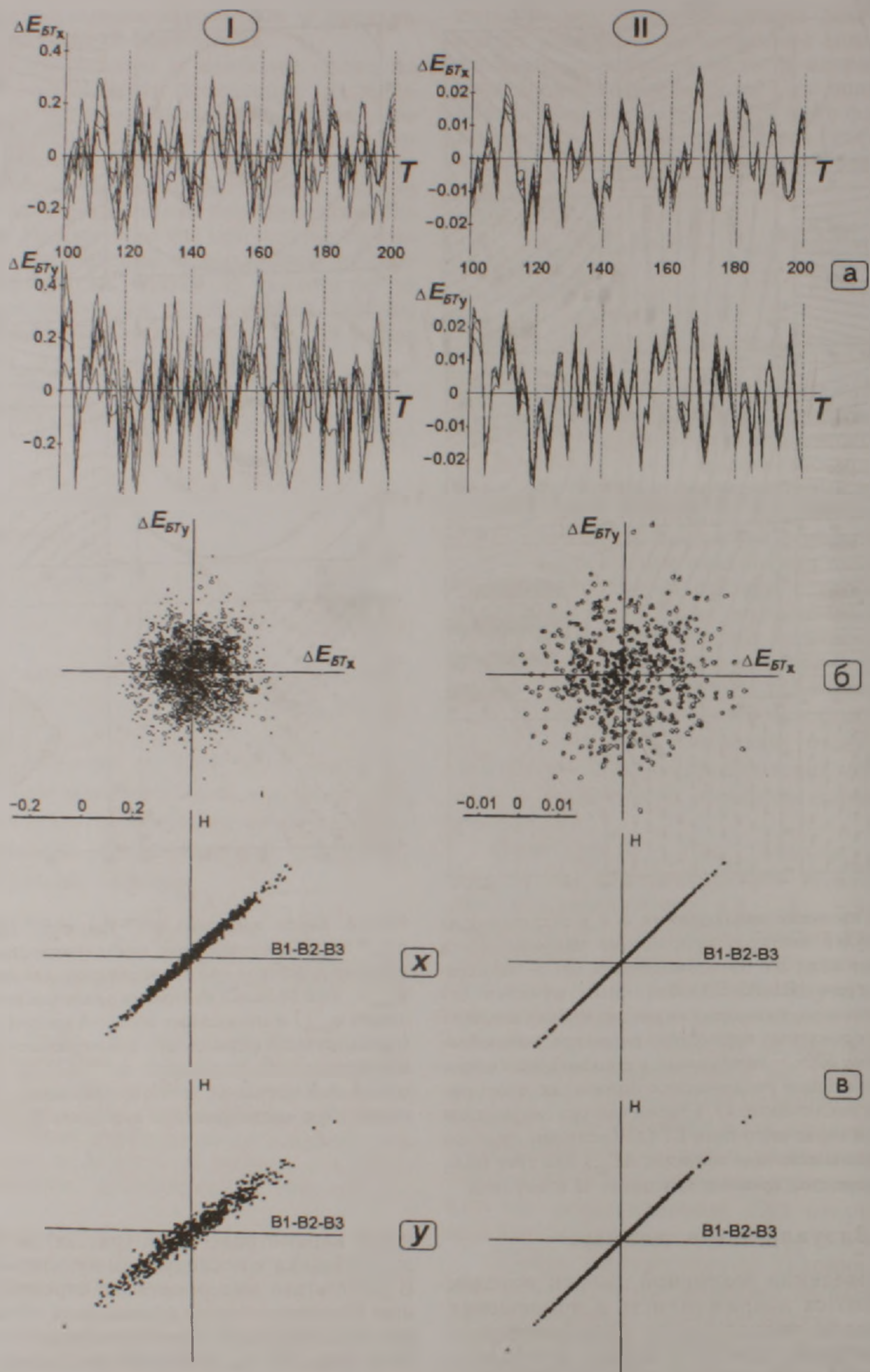


Рис 3. Визуализация параметров электрического поля в полевом и трех (B1, B2, B3) базисных пунктах при двух (I, II) циклах измерений.  
 а – совмещенные графики  $x$ - и  $y$ -составляющих приращения напряженности электрического поля БТ во временном интервале  $100+200\tau$ ;  
 б – совмещенные годографы векторов приращения напряженности поля БТ в полевом пункте по наблюдаемым и нормированным по трем (B1-B2-B3) и двум (B1-B4) базисным пунктам (кружками обозначены наблюдаемые значения в полевом пункте).  
 в – корреляционные поля (диаграммы рассеяния)  $x$ - и  $y$ -составляющих вектора приращения напряженности поля БТ, наблюдаемых в полевом пункте по наблюдаемым и нормированным по трем (B1-B2-B3) базисным пунктам.



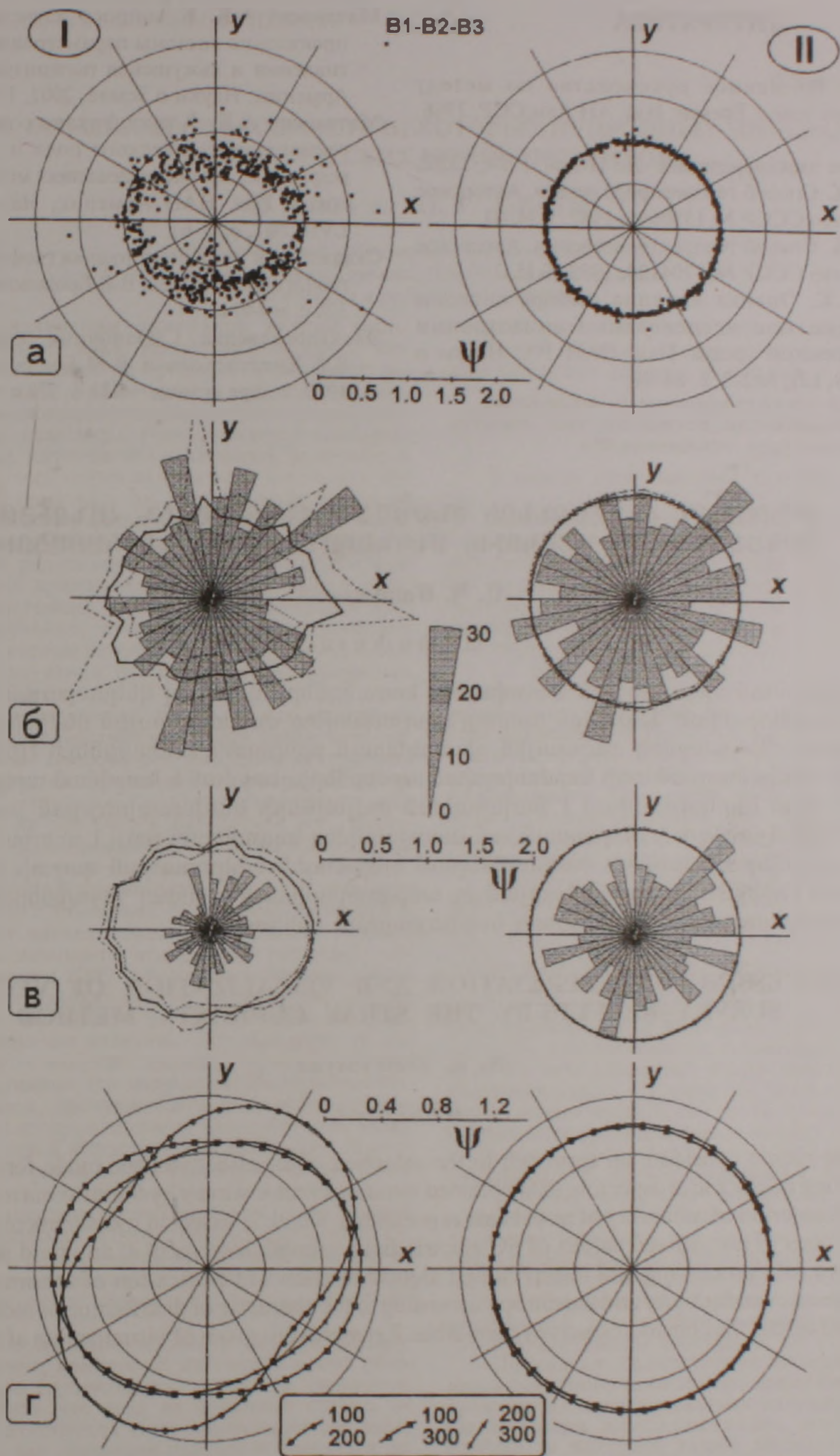


Рис 4 Визуализация параметра  $\psi^{B123}$  путем нормирования поля БТ по трем (B1-B2-B3) базисным пунктам в полевом пункте при двух (I, II) циклах измерений.

а – круговые диаграммы  $\psi^{B123}$ ;

б – азимутальные гистограммы и круговые диаграммы усредненного параметра  $\psi^{B123}$  (сплошная линия) и  $\psi^{B123} \pm \sigma_{\psi^{B123}}$  (пунктирная) без учета величины пороговой напряженности;

в – азимутальные гистограммы и круговые диаграммы усредненного параметра  $\psi^{B123}$  (сплошная линия) и  $\psi^{B123} \pm \sigma_{\psi^{B123}}$  (пунктирная) с учетом величины пороговой напряженности;

г – круговые диаграммы  $\psi^{B123}$  по попарно взятым трем (100, 200, 300 мкс) моментам времени.



## ЛИТЕРАТУРА

- Гамоян В.Б. Временное руководство по методу блуждающих токов. Ереван: Изд. АН Арм.ССР, 1986, 100 с.
- Инструкция по электроразведке. Л.: Недра, 1984, 352 с.
- Матевосян А.К. Способ геоэлектроразведки. Авторское свидетельство СССР № 1350640, 1987, Б.И. 41.
- Матевосян А.К. Способ геоэлектроразведки. Авторское свидетельство СССР № 1704120, 1992, Б.И. 1.
- Матевосян А.К. Оценка влияния выбора системы регистрации при исследовании анизотропии геоэлектрической среды. Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1999, LII, №2-3, с. 84-88.
- Матевосян А.К. К вопросу изучения особенностей проявления системы параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости. Изв. НАН Армении, Науки о Земле, 2002, LV, №1-3, с. 54-58.
- Матевосян А.К. Классификация первичного техногенного электрического поля и способы его нормирования при исследованиях методом блуждающих токов. Изв. НАН Армении, Науки о Земле, 2004, LVII, №1, с.58-61.
- Скважинная и шахтная рудная геофизика. Справочник геофизика. Под ред. В.В.Бродового, М.: Недра, 1989, 320 с. и 440 с.
- Электроразведка. Справочник геофизика (под ред. В.К.Хмелевского и В.М.Бондаренко). М.: Недра, 1989, в двух книгах — 438 с, 378 с.

## ԹԱՓԱՌՈՂ ՀՈՍԱՆՔՆԵՐԻ ՄԵԹՈԴՈՎ ՎԵԿՏՈՐԱՅԻՆ ՀԱՆՈՒՅԹԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄ, ՄԵԿՆԱԲԱՆՈՒՄ ԵՎ ՆԵՐԿԱՅԱՅՈՒՄ

Ա. Կ. Մաթևոսյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում դիտարկվում է թափառող հոսանքների մեթոդով վեկտորային հանույթի ավտոմատավորված մշակման համար արդյունավետ ժամանակային ռեժիմի ընտրման մոտեցում: Պահանջվող դաշտային դիտակետում թափառող հոսանքների էլեկտրական դաշտի լարվածության աճի նորմավորված արժեքների չափման և հաշվման արդյունքների հիման վրա ներկայացված է նախնական տվյալների հավաստիության չափանիշը: Տվյալների մշակման և մեկնաբանման առաջարկվող ալգորիտմը թույլ է տալիս անջատել հետազոտվող տեղամասի սահմաններում տեխնոգեն էլեկտրական դաշտի բաշխման բնույթով միջին հաղորդականության ու անիզոտրոպիայի անոմալ շրջանները: Բերված են մեկնաբանվող պարամետրերի ներկայացման օրինակներ:

## PROCESSING, INTERPRETATION AND VISUALIZATION OF VECTOR SURVEY RESULTS BY THE STRAY CURRENTS METHOD

A. K. Matevosyan

A b s t r a c t

The article considers an approach to the selection of an effective time mode for automated processing of electric prospecting data obtained through a vector survey by the stray currents method (SC). A criterion of reliability of initial data is presented, which is based on measurement results and calculations of normalized values of SC electric field strength increment at any field station. The proposed data processing and interpretation algorithm allows identification of abnormal areas of medium-rate conductivity and anisotropy according to the character of distribution of industrial electric field across the considered survey plan-table. Examples are given of visualization of interpreted results.



## ИЗЛУЧАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ И СИНТЕТИЧЕСКИХ МОНОКРИСТАЛЛОВ\*

© 2004 г. Ю. Г. Агбалян

Государственный инженерный университет Армении  
375009, Ереван, Терьяна, 105, Республика Армения  
Поступила в редакцию 10.03 2004 г.

Вопросами излучения минералов ученые занимались еще в средние века, поскольку считалось, что они благоприятно влияют на организм и обладают целебными свойствами. Кроме минералов применялись также кристаллы полудрагоценных и драгоценных камней. В трактатах известных ученых-медиков средневековья, Парацельса, Амирдовлата и Авиценны их целебные свойства объяснялись неким излучением, поскольку эти минералы не растворялись ни в воде, ни в масле. В дальнейшем, уже после открытия радиоактивных материалов, бытовало мнение, что эти камни и минералы обладают слабой радиоактивностью, величина которой существенно ниже природного фона. Однако ни в средние века, ни в настоящее время не была выяснена природа самого излучения, в связи с чем был проведен целый комплекс исследовательских работ по выявлению свойств этого излучения и методов регистрации его физических параметров.

Обнаружение излучения от различных минералов и монокристаллов, вследствие его малой интенсивности, в настоящее время приборными методами не производится. Кроме того, на сегодняшний день до конца не ясно какое это излучение – электромагнитное или какое-то другое; на сей счет в литературе есть многочисленные версии. Во всяком случае, электромагнитная составляющая в нем присутствует, так как это излучение можно отклонять и преломлять, но его обнаружение возможно только с помощью биолокации, которая в научном мире не находит поддержки. Однако научная общественность почему-то игнорирует тот факт, что лозоходцы уже почти 2000 лет, а по некоторым данным 4000 лет, ищут и находят воду и металлы без знания физики явления. Во всяком случае, методом биолокации можно однозначно ответить, как минимум, на два главных вопроса – излучает данный минерал или нет, и на каком расстоянии это излучение обнаруживается.

Таким образом, протяженность излучения, то есть то расстояние, на котором оператор чувствует излучение, может служить мерой интенсивности излучения. И хотя чувствительность различных операторов может колебаться в пределах нескольких десятков процентов, в зависимости от многочисленных внешних и внутренних факторов, погрешность относительных измерений составляет 10-15 %. К сожалению, на сегодняшний день не известен механизм возникновения излучения, однако проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

Минералов и монокристаллов, у которых обнаруживается излучение, немного. В настоящее время обнаружено излучение серпентинита, арагонита, эвдиалита, родонита и биотита, что пока не позволяет связать их излучательную способность с их химическим составом. Если учесть, что для генерации излучения требуется некоторая энергия, то она может быть либо внутренней, либо внешней. Поскольку внутренняя энергия (например, радиоактивный распад) у исследуемых материалов отсутствует в силу их химического состава, остается предположить, что существует некая внешняя энергия, которая и обеспечивает генерацию. Вероятным источником внешней энергии, с нашей точки зрения, является Солнце, так как оно генерирует широкий спектр электромагнитных колебаний – от космических лучей и до

метровых радиоволн (Таблицы физических величин, 1976).

Таким образом, предлагается следующая гипотеза происхождения данного излучения.

**Минералы и монокристаллы сами не излучают, они являются пассивными фильтрами околоземного излучения.**

В пользу этой гипотезы говорят следующие факты.

Чем тоньше пластина исследуемого материала, тем больше протяженность излучения. В большом куске минерал почти не излучает. Для сравнения, в оптике чем меньше оптическая плотность светофильтра, тем больше коэффициент его пропускания. Стопка светофильтров пропускает минимум света. Или пример – прозрачность воды в стакане и в море.

Та же самая зависимость имеет место при использовании порошка минерала – чем меньше размер зерен минерала, тем больше протяженность излучения. Если предположить, что минерал излучает сам, и каждая частичка имеет случайно ориентированный вектор излучения, то при количестве частиц, стремящихся к бесконечности, суммарный вектор будет стремиться к нулю. В нашем же случае, при увеличении количества частиц и уменьшении их геометрических размеров протяженность излучения возрастает.

Измерения, проведенные в лаборатории физики нейтрино ЕрФИ на территории солерудника на глубине 235 м, показали, что излучение минерала под землей полностью отсутствует. Также отсутствует излучение минерала в вестибюлях станций метро на глубине 50-70 м.

Исследования, проведенные в тоннеле на глубине 10-15 м, дали следующие результаты. При входе в тоннель протяженность излучения максимальна и примерно равна протяженности излучения на открытом воздухе. По мере вхождения вглубь тоннеля протяженность излучения падает и в середине тоннеля становится, примерно, равной нулю. К выходу из тоннеля протяженность излучения снова возрастает и доходит до первоначальной величины. Все измерения проводились двумя операторами и хорошо согласуются друг с другом.

Согласно нашим исследованиям величина протяженности излучения зависит от следующих факторов – состава минерала, его толщины (или размеров частичек минерала) и от формы излучающей поверхности. Метод определения длины волны излучения и зависимость интенсивности излучения минералов от формы излучающей поверхности и некоторых внешних факторов в настоящем сообщении не рассматриваются.

Поскольку большинство минералов имеют переменный химический состав, дальнейшие исследования проводятся с монокристаллами, например с искусственно выращенным монокристаллом молибдата свинца  $PbMoO_4$ , у которого также обнаружено излучение. Кристаллографические параметры синтезированных монокристаллов достаточно хорошо известны, что позволит, в конечном итоге, связать параметры излучения с параметрами решетки монокристалла.

В заключение автор выражает свою признательность Л.А. Араратяну за помощь при проведении экспериментов.

### ЛИТЕРАТУРА

Таблицы физических величин. Справочник под редакцией академика И.К. Кикоина. М. Атомиздат, 1976, 974 с.

\* ) Сообщение публикуется в порядке дискуссии.



## ՀՀ ԳԱԱ ԹՂԹԱԿԻՑ-ԱՆԴԱՄ Ռ. Լ. ՄԵԼՔՈՆՅԱՆԻ ԾՆՆԴՅԱՆ 70-ԱՄՅԱԿԻՆ



քոնյանի 70-ամյակը:

Ռ. Լ. Մելքոնյանը ծնվել է 1934թ. նոյեմբերի 29-ին. Երևանում: 1958թ., գերազանցությամբ ավարտելով Երևանի Պետական համալսարանի Երկրաբանական ֆակուլտետը, նա աշխատանքի է անցել ԽՍՀՄ Երկրաբանության և ընդերքի պաշտպանության նախարարության Գրոմովյան արշավախմբում: 1960թ., Անդրկովկասում ռադիոակտիվ հումքի որոնողական աշխատանքների դադարեցումից և Գրոմովյան արշավախմբի լուծարումից հետո, նա աշխատանքի է անցնում ՀԽՍՀ ԳԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում: Ռ. Լ. Մելքոնյանի հետագա ամբողջ գիտական գործունեությունը կապված է այդ ինստիտուտի հետ, որտեղ նա անցել է ասպիրանտից մինչև պետրոլոգիայի և իզոտոպային հետազոտությունների լաբորատորիայի վարիչի (1976թ.-ից մինչ այսօր) և տնօրենի գիտության գծով տեղակալի (1981-1988թթ. և 1993թ. մինչ այսօր) ուղին:

Ռ. Լ. Մելքոնյանը իր գիտական գործունեությունն սկսել է Հայաստանի կարևորագույն հանքային շրջաններից մեկի, Ալավերդու ինտրուզիվ առաջացումների ուսումնասիրությամբ: Չնայած որ այդ տարածքը Հայաստանի առավել ուսումնասիրված շրջաններից էր, Ռ. Լ. Մելքոնյանին հաջողվեց առաջ քաշել և հիմնավորել մի շարք սկզբունքորեն նոր դրույթներ՝ ինտրուզիվ համալիրների հասակային տարանջատման, պետրոլոգիայի և հանքաքերության վերաբերյալ: Նա առաջինը անջատեց միջին յուրայի (մինչ կելովեյի) պլագիոգրանիտային ինտրուզիվ համալիրը, հիմնավորեց ինտրուզիվ համալիրների սկզբնային հալոցքի ոչ թե գրանիտոիդային, այլ բազալտային կազմը, առաջ քաշեց տեսակետ՝ շրջանի պղինձ-կոլչեդանային և բազմամետաղային հանքայնացման կապը ոչ թե սուբվոլկանիկ («ալֆիտոֆիրներ») կամ ինտրուզիվ առաջացումների, այլ բազալտային հալոցքի խորքային օջախների հետ, ընդգծելով հանքայնացման տարածքային և հասակային առավել մոտիկությունը փոքր ինտ-

րուզիաների ֆորմացիայի ապարների հետ:

Ռ. Լ. Մելքոնյանը, ԽՍՀՄ ԳԱ թղթ.-անդամ Գ. Դ. Աֆանասևի, ԽՍՀՄ ԳԱ ակադեմիկոս Գ. Ս. Չոգենիձեի և ուր. հետ համատեղ, Մեծ Կովկասի և Փոքր Կովկասի մագմատիկ առաջացումների առաջին և մինչ այսօր միակ հասակային և ֆորմացիոն կորելյացիոն սխեմայի խմբագիր-կազմողներից մեկն է:

1989թ. Ռ. Լ. Մելքոնյանը Մոսկվայում, ԽՍՀՄ ԳԱ Մետաղային հանքավայրերի երկրաբանության, պետրոգրաֆիայի, միներալոգիայի, երկրաքիմիայի ինստիտուտում (ИГЕМ АН СССР) պաշտպանեց դոկտորական ատենախոսություն, որում իրենց հիմնավորված լուծումները ստացան Փոքր Կովկասի մեզոզոյի կղզաղեղային համալիրների երկրաբանության, պետրոլոգիայի և հանքագոյացման մի շարք ակտուալ հարցեր: Ինչպես նշել է Ռ. Դ. ԳԱ ակադեմիկոս Օ. Ա. Բոգատիկովը, այդ աշխատանքի շնորհիվ «... շրջանառության մեջ մտավ կղզաղեղային ֆորմացիաների չափանիշային նկարագորություններից մեկը, որի վրա կարելի է հիմնվել այդ տիպի պալեոերկրադինամիկական իրավիճակների բացահայտման ընթացքում»:

Չգալի է Ռ. Լ. Մելքոնյանի ավանդը ինտրուզիվ համալիրների հանքաքերության և հանքագոյացման որոշ ընդհանուր պրոբլեմների լուծման գործում: Նա առաջինը անջատեց Կովկասի համար պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրերի նոր կղզաղեղային տիպը, որը կապված է  $J_3-K_1$  տոնալիտային ֆորմացիայի հետ (Թեդուտ, Շիկահող, Քասապետ և ուր.): Դա, ի տարբերություն եղած պատկերացումների, թույլ տվեց Փոքր Կովկասի մեզոզոյի կղզաղեղային կառույցը համարել հեռանկարային պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրերի հնարավոր հայտնաբերման առումով:

Ավելի քան երկու տասնամյակ, Ռ. Լ. Մելքոնյանի և Մ. Ս. Հակոբյանի ստեղծագործական սերտ համագործակցությամբ, զարգացվում է նոր ուղղություն՝ ապար- և հանքառաջացման մի շարք ակտուալ խնդիրների լուծում թթվածնա- և ածխածնա-իզոտոպային հետազոտությունների արդյունքների միջոցով: Այդ առումով հարկ է նշել առաջին անգամ գաբրո-գրանիտոիդային համալիրների համար մշակված ասիմիլյացիայի և դիֆերենցիացիայի պրոցեսների թթվածնա-իզոտոպային ցուցանիշը հիմնված քվարց-մագնետիտ գույգում իզոտոպային տեղաշարժերի վրա: Հարկ է նշել, նաև պղինձ-մոլիբդենային հանքայնացմամբ կղզաղեղային հանքամագմային համակարգերի (ՀՄՀ) առաջացման գենետիկական մոդելի ստեղծումը, որը սկզբունքորեն տարբերվում է կոլիզիոն պայմաններում ձևավորված ՀՄՀ-ից (Քաջարան և ուր.): Չգալի ավանդ է հանքագոյացման տեսության մեջ կղզաղեղային պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրերի առաջացման գործընթացում ծովային ջրի և նրա ծծմբի մասնակցության ապացույցը, ինչպես նաև մետաղային հիդրոթերմալ հանքավայրերի առաջաց-



ման ընթացքում երկու տիպի հիդրոթերմալ համալիրների գործունեությունը ուղղորդված շարժվող (հանքագոյացման վաղ փուլեր) և կոնվեկտիվ ցիրկուլյացիոն (հանքագոյացման ուշ փուլեր): Առաջին անգամ իզոտոպային հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա ցույց է տրվել երկրաբանական միջավայրի որոշիչ դերը տարբեր երկրադինամիկական պայմաններում առաջացած ՀՄՀ ձևավորման ընթացքում, կոնկրետ երկրաքիմիական արգելապատնեշների որոշիչ դերը հիդրոթերմալ լուծույթներից այս կամ այն մետաղների նստեցման գործում:

Ռ.Լ.Մելքոնյանը հեղինակ և համահեղինակ է ավելի քան 90 գիտական հոդվածների, այդ թվում՝ 4 մենագրությունների: Նրա գիտական հետազոտությունների արդյունքները բազմիցս ներկայացվել են տարբեր Միջազգային և համամիութենական կոնգրեսներում և գիտաժողովներում, նրա անունը լայնորեն ճանաչվում է միջազգային գիտական շրջանակներում և վայելում է մեծ հարգանք ու հեղինակություն: Հարկ է նշել Ռ.Լ.Մելքոնյանի բարյացկամությունն իր գործընկերների նկատմամբ և, միևնույն ժամանակ, արդարացի պահանջկոտությունն ու սկզբունքայնությունը գիտական հարցերի լուծման ընթացքում:

Երկար տարիներ Ռ.Լ.Մելքոնյանը եղել է Միջազգային և Համամիութենական երկրաբանական, պետրոլոգիական և երկրաքիմիական մասնագիտացված աշխատաքնային խմբերի անդամ, ԽՍՀՄ ԳԱ Միջգերատեսչական Պետյոգրաֆիական կոմիտեի, Արիմ, Կարպատներ, Կովկաս Պետրոգրաֆիական կոմիտեի նախագահի տեղակալ: Բազմակողմանի և երկկողմանի գիտական համագործակցության շրջանակներում նա մասնակցել է արշավախմբային աշխատանքների Գերմանիա-

յում, Բուլղարիայում, Սլովակիայում, ԱՄՆ-ում, իսկ այժմ մասնակցում է Ֆրանսիայի մասնագետների հետ համատեղ կատարվող գիտական նախագծերում:

Շուրջ 20 տարի, հանդիսանալով Ինստիտուտի տնօրենի գիտության գծով տեղակալը, Ռ.Լ.Մելքոնյանը իրականացնում է նաև մեծ գիտա-կազմակերպչական գործունեություն: Նա անդամ է տարբեր Գիտական խորհուրդների, ՀՀ ԳԱԱ ՖՄՏԳ բաժանմունքի Գիտություններ երկրի մասին Գիտական խորհրդի, ՀՀ ԳԱԱ Տեղակազրի «Գիտություններ երկրի մասին» հանդեսի խմբագրական կոլեգիայի:

Բազմաժանտակ և բեղմնավոր գիտա-արտադրական գործունեության համար Ռ.Լ.Մելքոնյանին շնորհվել է «ՀՍՍՀ վաստակավոր երկրաբան» պատվավոր կոչումը (1985թ.), 1998թ. նա ընտրվել է Ռուսաստանի Բնական գիտությունների ակադեմիայի ակադեմիկոս, 2000թ. ՀՀ ԳԱԱ թղթակից-անդամ:

Իր հոբբյալանը Ռ.Լ.Մելքոնյանը դիմավորում է նոր ստեղծագործական մտափոխումներով: Նրա գործընկերները և բարեկամները ի սրտե մաղթում են նրան քաջ առողջություն, ամենայն բարիք և ստեղծագործական նորանոր հաջողություններ:

ՀՀ ԳԱԱ Նախագահություն,  
ՀՀ ԳԱԱ ՖՄՏԳ բաժանմունք,  
ՀՀ ԳԱԱ երկրաբանական  
գիտությունների ինստիտուտ,  
ՀՀ ԳԱԱ Տեղեկագրի  
«Գիտություններ երկրի մասին»  
հանդեսի խմբագրական կոլեգիա

**К 70-ЛЕТИЮ ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА НАН РА  
Р.Л.МЕЛКОНЯНА**

Известному ученому в области петрологии, геохимии, изотопной геологии, члену-корреспонденту НАН РА, академику АЕН РФ, доктору геолого-минералогических наук Рафаелу Левонovichу Мелконяну исполняется 70 лет.

Р.Л.Мелконян родился 29 ноября 1934г. в Ереване. В 1958г. с отличием окончил геологический факультет Ереванского Государственного университета и поступил на работу в Громовскую экспедицию Министерства геологии и охраны недр СССР. В 1960г., в связи с прекращением поисков радиоактивного сырья на территории Закавказья и расформированием Громовской экспедиции, Р.Л.Мелконян перешел на работу в Институт геологических наук АН Армянской ССР. Вся дальнейшая научная деятельность Р.Л.Мелконяна связана с этим институтом, в котором он прошел путь от аспиранта до зав. отделом петрологии и изотопных исследований (с 1976г. по настоящее время) и заместителя директора института по научной работе (1981-1988гг. и с 1993г. по настоящее время).

Р.Л.Мелконян начал свою научную деятельность с изучения интрузивного магматизма одного из главных рудных районов Армении – Алавердского. Несмотря на то, что этот район являлся одним из наиболее изученных, Р.Л.Мелконяну удалось выдвинуть и обосновать ряд принципиально новых положений о возрастном расчленении, петрологии и рудоносности интрузивных образований района. Впервые им был выделен среднеюрский (предкелловейский) плагиогранитный интрузивный комплекс, в отличие от существующих представлений было обосновано мнение о базальтовом, а не гранитоидном составе исходного расплава интрузивов, было показано, что медноколчеданное и барит-полиметаллическое оруденение генетически или парагенетически связано не с кислыми субвулканическими («альбитофирами») или с интрузивными образованиями, а с глубинными источниками базальтовой магмы, будучи в пространстве и во времени наиболее сближенными с породами формации малых интрузивов.



Р.Л.Мелконян, в соавторстве с членом-корреспондентом АН СССР Г.Д.Афанасьевым, академиком АН СССР Г.С.Дзоценидзе и др. является одним из редакторов-составителей первой и пока единственной схемы возрастной и формационной корреляции магматических образований Большого и Малого Кавказа.

В 1989г. Р.Л.Мелконян в Москве, в ИГЕМ АН СССР, по совокупности работ, успешно защитил докторскую диссертацию, в которой свое убедительное решение нашли ряд актуальных вопросов геологии, петрологии и рудогенеза палеоостроводужных интрузивных комплексов Малого Кавказа. Как отметил академик РАН О.А.Богатиков, с появлением этой работы «... в обиход вошло одно из эталонных описаний островодужных формаций, на которое можно опираться при выявлении палеогеодинамических обстановок этого типа».

Существенный вклад внес Р.Л.Мелконян в решение вопросов рудоносности интрузивов и некоторых общих вопросов рудообразования.

Впервые Р.Л.Мелконяном был выделен новый для Кавказа островодужный тип медно-молибденовых месторождений (Техут, Шикахох, Дамирлу, Касапет и др.), связанный с интрузивами тоналитовой формации. Это обстоятельство позволило, в отличие от существующих представлений, считать мезозойскую островодужную структуру Малого Кавказа перспективной в отношении возможного обнаружения медно-молибденовых месторождений.

Более двух десятилетий Р.Л.Мелконяном, в тесном творческом содружестве с М.С.Акопяном, развивается новое направление исследований, основанное на использовании результатов изотопно-кислородной и изотопно-углеродной геохимии для решения актуальных вопросов поро- и рудообразования. В результате этих работ впервые был разработан изотопно-кислородный индикатор процессов ассимиляции и дифференциации габбро-гранитоидных ассоциаций, основанный на изотопных сдвигах в паре кварц-магнетит. Впервые была разработана генетическая модель формирования островодужных рудно-магматических систем (РМС) с медно-молибденовым оруденением и показано ее принципиальное отличие от РМС, сформированных в коллизионной обстановке (Каджаран и др.). Существенным вкладом в теорию рудообразования явилось доказательство участия морской воды и ее серы в формировании медно-молибденовых месторождений островодужного типа и представление о функционировании на различных стадиях формирования месторождений гидротермальных систем двух типов — направленно-движущейся (на ранних стадиях) и конвективно-циркуляционной (на поздних ста-

диях). Впервые на основании результатов изотопных исследований была показана решающая роль геологической среды в становлении РМС различных геодинамических обстановок, обуславливающей формирование месторождений различных металлов в результате воздействия конкретных геохимических барьеров, ответственных за выпадение из гидротермальных растворов тех или иных металлов.

Р.Л.Мелконян является автором и соавтором более 90 научных публикаций, в том числе 4 монографий. Результаты научных разработок Р.Л.Мелконяна неоднократно были представлены на различных Международных и Всесоюзных конгрессах и конференциях, его имя хорошо известно в широких научных кругах и пользуется заслуженным авторитетом. Следует отметить доброжелательность Р.Л.Мелконяна к своим коллегам и в то же время требовательность и принципиальность при решении научных вопросов.

В течение ряда лет Р.Л.Мелконян являлся членом различных специализированных Международных и Всесоюзных рабочих групп по проблемам геологии, петрологии и геохимии, был членом Межведомственного петрографического комитета АН СССР, заместителем Председателя Петрографического комитета по Крыму, Карпатам, Кавказу. В рамках многостороннего и двустороннего научного сотрудничества он участвовал в экспедиционных работах в ГДР, Болгарии, Словакии, США, в настоящее время участвует в совместных научных проектах с Францией.

Р.Л.Мелконян, являясь в течение почти 20 лет заместителем директора Института по научной работе, выполняет также большую научно-организационную работу. Он является членом различных Ученых Советов, Научного Совета "Науки о Земле" ОФМ и ТН НАН РА, членом редколлегии журнала Известия НАН РА, Науки о Земле.

За плодотворную научно-практическую деятельность Р.Л.Мелконяну присвоено почетное звание «Заслуженный геолог Армянской ССР» (1985г.), он академик Российской Академии Естественных наук (1998г.), а в 2000г. избран членом-корреспондентом НАН РА.

Р.Л.Мелконян встречает свой юбилей с новыми творческими планами. Его коллеги и друзья искренне желают ему доброго здоровья, благополучия и свершения всех творческих начинаний.

**Президиум НАН РА,  
Отделение ФМТН НАН РА,  
Институт геологических наук НАН РА,  
Редколлегия журнала Известия НАН РА,  
Науки о Земле.**