

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 և ռուսերեն լեզուներով

Պատասխանատու խմբագիր՝
Բ. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

Պատասխանատու խմբագրի տեղակալներ՝
Ռ. Տ. ԶՐԲԱՇՅԱՆ, Ա. Ս. ՖԱՐԱՄԱԶՅԱՆ

Պատասխանատու փառուղար՝
Է. Ս. ՌՈՍՏՈՄՈՎԱ

Խմբագրական կոլեգիա՝

Պ. Գ. ԱՂՈՅԱՆ, Շ. Հ. ԱՄԻՐՅԱՆ, Ա. Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ,
Վ. Ռ. ԲՈՅՆԱԳՐՅԱՆ, Ս. Ս. ԴԱՐԲԻՆՅԱՆ, Ս. Մ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ,
Ռ. Լ. ՄԵԼԿՈՆՅԱՆ, Ռ. Տ. ՄԻՐԻԺԱՆՅԱՆ, Ս. Ն. ՆԱԶԱՐԵԹՅԱՆ,
Մ. Ա. ՍԱԹԻԱՆ

Ответственный редактор
Б. К. КАРАПЕТЯН

Заместители ответственного редактора
Р. Т. ДЖРБАШЯН, А. С. ФАРАМАЗЯН

Ответственный секретарь
Э. С. РОСТОМОВА

Редакционная коллегия

П. Г. АЛОЯН, Ш. О. АМИРЯН, А. Л. АНАНЯН,
В. Р. БОЙНАГРЯН, С. С. ДАРБИНЯН, Р. Л. МЕЛКОНЯН,
Р. Т. МИРИДЖАНИЯН, С. Н. НАЗАРЕТЯН,
С. М. ОГАНЕСЯН, М. А. САТИАՆ

Խմբագրության հասցեն՝ 375019, Երևան—19, Մարշալ Բաղրամյանի պող. 24ա

Адрес редакции: 375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24 а

© Издательство «Гитутюн» НАН РА
1996, Известия НАН РА, Науки о Земле, 1996

ՀՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏՆՂԵԿԱԳԻՐ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ

ԹԻՎ 1—3

ՀԱՏՈՐ XLIX

1996

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Ա. Ա. Ավագյան, Ռ. Տ. Ջրբաշյան. Երկրաբանական տեղեկատվության վիճակը և խրե- դիրները Հայաստանում	3
Յ. Ա. Հալստայան. Հայաստանի հարավ-արևմտյան մասի միջին-վերին էոցենի և օլիգոցենի նստվածքների կենսաշերտագրական ստորաբաժանումը փոքր բենթոս ֆո- րմինիֆերներով	11
Ռ. Տ. Ջրբաշյան, Հ. Ա. Ղազարյան, Ս. Հ. Կարապետյան, Խ. Բ. Մելիքսեյան, Ա. Խ. Մնացականյան, Կ. Կ. Շիրինյան. Հայկական լեռնաշխարհի հյուսիս-արևելյան մասի մեզոկայնոզոյան հասակի բազալտային հրաբխայնությունը	19
Հ. Ա. Սադոյան, Յ. Հ. Ղանդամանով. Խալթի և դազի նստվածքաբանական ծովակները Հայաստանի Հանրապետության պալեոգենի նստվածքներում	32
Գ. Հ. Սմիթյան, Մ. Ս. Ազիզբեկյան, Ա. Ջ. Ալթունյան. Մարջանի ռսկի-կապար-ծարիրա- յին հանքավայրի ֆորմացիոն պատկանելիությունը և նրա հանքադաշտի հեռանկար- ները	39
Ռ. Ս. Սիմոնյան. Տարրերի պարապենետիկական անալիզի կիրառումը երկրաբանական անոմալիաները գնահատելիս Մարջան—Մազմազակ հանքային տեղամասի օրի- նակով	47
Պ. Կ. Ալոյան. Հայաստանի հանքավայրերի օբսիդացած հանքերի տեսակավորումը և տեխ- նոլոգիական գնահատականը	52
Ռ. Ս. Մեսչյան. Հակաֆիտրացիոն գեանահողային խառնուրդների կազմի բնորո- վյան հղանակ	62
Վ. Ռ. Սոյնազյան. Հայկական լեռնաշխարհի լեռնալանջերի ձևավորման և զարգացման հիմնական օրինաչափությունները	67
Ա. Խ. Սադոյան. Հայկական լեռնաշխարհի կենտրոնական մասի երկրակեղևի սեյսմիկ ճեղքվածքավորումը և ըստ ժամանակի լարվածա-դեֆորմացիայի վիճակի փոփո- խությունը	74
Յու. Ա. Աղաբալյան, Լ. Մ. Բաղդասարյան, Ա. Խ. Բաղդասարյան, Հ. Վ. Մարգարյան. Հայաստանի երկաթի հանքավայրերի համալիր յուրացման հեռանկարները	80

ՀԱՄԱՌՈՏ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ

Ս. Մ. Կերիզոյան, Ս. Ա. Խուրիկյան. Նոր տվյալներ Դիլիջանի շերտախմբի հասակի վերաբերյալ ըստ բրածո ֆաունայի մնացորդների	85
Ռ. Հ. Տեր-Մինասյան. Հայաստանի Հանրապետության տարածքի սելավավտանդավորու- թյան, աուտիմանի գնահատումը	88
Ն. Լ. Մելիքյան. Արտեզյան ջրերի շերտի ջրահաղորդականությունը որոշելու հղանակի մասին	90
Ի. Հ. Մելիքյան, Պ. Ա. Մարեոսյան, Մ. Հ. Մնացականյան, Ս. Կ. Սարգսյան. Հայաս- տանի տարածքում 1990—95 թթ. օդոնի բնդհանուր պարունակության շափումների արդյունքները	93

СОДЕРЖАНИЕ

А. А. Авакян, Р. Т. Джрбашян. Состояние и задачи геологической информа- тики в Армении	3
Ф. А. Айрапетян. Биостратиграфическое расчленение средне-верхнеэоценовых и олигоценовых отложений юго-западной части Армении по мелким бен- тосным фораминиферам	11
Р. Т. Джрбашян, Г. А. Казарян, С. Г. Карапетян, Х. Б. Меликсетян, А. Х. Мнацаканян, К. Г. Ширинян. Мезокайнозойский базальтовый вулканизм северо-восточной части Армянского нагорья	19
А. А. Садоян, Ю. Р. Каграманов. Литологические ловушки нефти и газа в па- леогеновых отложениях Республики Армения	32
Ш. О. Амирян, М. С. Азизбекян, А. З. Алтунян. Формационная принадлежность Марджанского золото-свинцово-сурьмяного месторождения и перспективы его рудного поля	39
Р. С. Симонян. Применение парагенетического анализа элементов при оценке геохимических аномалий на примере Марджан-Мазмазакского рудного участка	47

П. Г. Алоян. Типизация и технологическая оценка окисленных руд месторождений Армении	52
С. Р. Месчан. Метод подбора состава противифльтрационных грунтовых смесей	62
В. Р. Бойнагрян. Основные закономерности формирования и развития склонов Армянского нагорья	67
А. Х. Баграмян. Сейсмическая трещиноватость и временные вариации напряженно-деформированного состояния земной коры в центральной части Армянского нагорья	74
Ю. А. Агабалян, Л. М. Багдасарян, А. Т. Багдасарян, А. В. Маркарян. Перспективы комплексного освоения железорудных месторождений Армении	80

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

С. М. Григорян, С. А. Бубикян. Новые данные о возрасте дилижанской свиты по ископаемым фаунистическим остаткам	85
Р. О. Тер-Минасян. Оценка селеопасности территории Республики Армения	88
Н. Л. Меликян. О методе определения водопроницаемости артезианского водоносного пласта	90
Д. О. Мелконян, П. А. Матевосян, М. Г. Мнацаканян, С. Г. Саркисян. Результаты измерений общего содержания озона над территорией Армении в 1990—95 гг.	93

CONTENTS

A. A. Avakian, R. T. Djrbashian. States and Question of Geological Informatics in Armenia	3
F. A. Hayrapetian. Biostratigraphic Dissection of the Middle-Upper Eocene and Oligocene Deposits in the South-Western Part of Armenia According to Small Benthos Foraminifera	11
R. T. Djrbashian, G. A. Kazarian, S. G. Karapetian, Kh. B. Meliksetian, A. Kh. Mnatsakanian, K. G. Shirinian. Meso-Cenozoic Basaltic Volcanism in The North-Eastern Part of The Armenian Highland	19
H. A. Sadoyan, Yu. R. Kagramanov. Lithological Traps for Oil and Gas in the Palaeogene Sediments in Armenia	32
Sh. H. Amirian, M. S. Azizbekian, A. Z. Altounian. Formational Identity of the Marjan Gold-Lead-Antimony Deposit and Prospects of Its Ore Field	39
R. S. Simonian. Application of the Elemental Paragenetic Analysis in the Evaluation of Geochemical Anomalies On the Example of the Marjan-Mazmazak Ore Locus.	47
P. G. Aloyan. Classification and Technological Evaluation of Oxidized Ores of Armenia.	52
S. R. Meschian. A Method for Proportioning of Antiseepage Soil Mixtures Compositions	62
V. R. Boinagrian. Basic Regularities in Formation and Development of the Armenian Highland Slopes	67
A. Kh. Baghranian. Seismic Fracturing and Time Variations of Stress-Deformed State of the Earth's Crust in the Central Area of the Armenian Highland.	74
Yu. A. Aghabalian, L. M. Bagdasarian, A. T. Bagdasarian, A. V. Markarian. Prospects of Comprehensive Development of Iron-Ore Deposits of Armenia	80

BRIEF INFORMATION

S. M. Grigorian, S. A. Bubikian. New Data on the Age of Dilijan Suite According to Fossil Fauna Remnants	85
R. H. Ter-Minasian. Evaluation of Mud Stream Hazard in the Territory of the Republic of Armenia	88
N. L. Melikian. On the Method of Determination of Water Conductivity of Artesian Aquifer	90
D. H. Melkonian, P. A. Matevossian, M. H. Mnatsakanian, S. G. Sarkissian. The Results of Total Ozone Content Measurements over the Territory of Armenia in 1990 to 1995	93

СОСТОЯНИЕ И ЗАДАЧИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИКИ В АРМЕНИИ

© 1996 г. А. А. Авакян, Р. Т. Джрбашян

*Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 10.09.96.*

Проведен анализ основных направлений автоматизации информационного обеспечения и применения количественных методов решения геологических задач. Показаны возможности и пути достижения современного уровня информатики в геологических научных исследованиях и производственных работах на основании опыта ИГН реализации геологических баз данных и математических моделей. В этой связи ставится вопрос об изучении и анализе геологических данных с позиции информатики. Целью этих работ являются структуризация и преобразования формальными методами, а также организация хранения, оперативного доступа и использования накопившихся за десятилетия геологических данных.

Быстрое расширение областей, вовлекаемых в современную информатику, и очевидные преимущества ее применения являются достаточным обоснованием целесообразности ее широкого внедрения в геологию Армении. (Сегодняшнее состояние информационного обеспечения геологических научных исследований и практических работ в Армении не может считаться удовлетворительным). В связи с этим неизбежным процессом нам кажется актуальным в настоящей статье представить общие подходы и те основные задачи информатики, которые на основании опыта работ в Институте геологических наук (ИГН) НАН Армении нам видятся применительными к специфике геологии Республики.

Следует отметить, что работы в этой области проводились геологическими организациями Армении разрозненно, без общего плана и единых методических принципов. Первые шаги по объединению усилий работы в этом направлении предпринимаются ИГН НАН и Госупрнедра РА.

Работы в области информатики связаны общей целью последовательного наращивания баз данных о минеральных ресурсах и месторождениях, а также автоматизации решений некоторых основных задач геологической науки и практики и, по-видимому, представляют собой самые результативные шаги в области геологической информатики. Причины такого положения вытекают также из принципов ведения экономики в прошлые годы, которые скорее стимулировали получение новой информации при экстенсивных методах ее обработки, чем способствовали интенсивному, углубленному использованию имеющихся данных.

В настоящее время обостряется необходимость интенсивного использования накопившихся геологических данных в связи с новыми принципами экономики Республики Армения и складывающейся соответственно им тенденцией сокращения объема полевых исследований. В связи с этим и следуя опыту развитых стран, в данной статье впервые ставится вопрос о том, чтобы объектом исследований, наряду с традиционной тематикой, сделать геологическую информацию, накопленную в Армении на протяжении многих десятилетий. Предметом исследований могут стать все виды информации, используемые геологической наукой, производством и смежными областями народного хозяйства. Конечной целью обсуждаемого направления исследо-

ваний является создание научных и методических основ для развитой информационной системы, действующей автономно или в составе возможной в будущем Республиканской информационной сети. Более близкими практическими результатами представляются создание и поэтапное наращивание автоматизированного геологического информационного обеспечения управленческих, производственно-экономических, проектных решений и научных исследований.

Для геологии предпочтительными методами и приложениями информатики являются: составление специализированных программ, автоматизация хранения и пользования данными на основе баз данных и персональных компьютеров, анализ структуры и формальное представление данных, построение количественных моделей объектов, процессов и отношений между ними, разработка правил адекватного применения и корректной интерпретации результатов вычислительных методов. В ограниченных случаях оказывается возможной также автоматизация получения данных при полевых, аналитических работах. Рассмотрение перечисленных задач является содержанием данной статьи.

За рубежом указанные вопросы имеют длительную историю развития. Из них наиболее актуальным было и продолжает оставаться создание информационных систем для оценки состояния, перспектив и степени изученности минеральных ресурсов. В этих системах полезные ископаемые и месторождения рассматриваются как товарное качество и национальное имущество в геологическом, технологическом и экономическом аспектах. Более двух десятилетий в США, Франции, Японии, Израиле и др. странах на национальном уровне созданы системы баз различных геологических данных, в том числе разведочных, картографических, каталогов буровых скважин [6, 7, 8, 9].

В странах СНГ на протяжении последнего десятилетия геологическая информатика развивалась в направлении создания тематически специализированных баз данных, т. е. ограниченных как по геологической тематике, так и по виду и форме данных. Подобные базы данных обычно содержат информацию, относящуюся к определенному региону. По этой причине, а также вследствие программной несовместимости баз данных на территории СНГ до сих пор отсутствует кооперация в области геологической информатики между странами и регионами.

Развитие обсуждаемого направления и его сегодняшнее состояние в Республике можно представить на примере работ, проведенных в ИГН НАН РА. Изложение нашего опыта далее в статье построено таким образом, чтобы показать возможности методов информатики в каждой из традиционных стадий геологических работ: обзора литературы, полевых наблюдений, аналитических и камеральных работах, в которые входят анализ данных, построение и интерпретация вычислительных моделей, а также рутинные работы по оформлению результатов работ в виде отчетов или подготовке к публикации.

Автоматизация работы с библиографическими материалами важна в связи с тем, что научно-исследовательские и производственные работы по геологии, будучи процессом генерации информации, сами являются мощным потребителем литературных данных. В автоматизированной системе научно-технической информации, в сферу обслуживания которой ранее входила также Армения, головной организацией по геологии является РИЭМС. Вероятно, восстановление связи с этой системой наиболее реально связано с подключением к глобальной информационной сети [4, 5].

Библиографическая информационная система может базироваться на персональном компьютере и быть предназначена для индивидуального пользования. Система такого назначения в ИГН была разработана годы назад, однако не получила распространения вследствие малочисленности персональных компьютеров. При ее составлении был использован большой опыт первого фундаментального русскоязычного тезауруса с английским переводом терминов [3]. Тезаурус представляет собой пополняемый машинный словарь ключевых слов, в котором определены синонимы, вышестоящие и нижестоящие по объему термины каждого ключевого слова. В последующем возможности автоматической обработки и использования литературных источников значительно расширились в связи с появлением фирменных программных средств для составления справочных систем, содержащих произвольные данные.

Полевые наблюдения трудно поддаются автоматизации, ее методы наиболее разработаны для аппаратных средств. Такая возможность имеется на стационарных объектах наблюдения, оборудованных автоматическими записывающими устройствами. Наш опыт автоматизации аналитических работ также имеет характер отдельных экспериментов, в частности, в области спектрального анализа. Наиболее полная автоматизация этого процесса охватывает передачу интенсивности спектральных линий с помощью аналогово-цифровых устройств в ЭВМ, затем—машинная интерпретация этих линий и печать результатов. В ИГН реализована часть этой схемы, автоматически интерпретирующая интенсивности спектральных линий, вручную вводимые в компьютер.

Камеральные работы разнообразны как по форме, содержанию, так и по глубине их обработки. Относящиеся к ним чертежные, картографические, вычислительные и машинописные работы с высоким эффектом поддаются автоматизации. В литературе имеется опыт автоматизации описания и анализа структуры и минерального состава пород в прозрачных шлифах, однако дальнейшего развития эти методы не получили.

В настоящее время в традиционной геологической картографии успешно применяются методы компьютерной графики. Состояние в этой области можно описать на примере ИГН, где как программные, так и аппаратные возможности соответствуют современному уровню. Необходимая вычислительная техника для картографических работ—это специфические устройства ввода (цифрователь, сканер) и вывода (графопостроитель или плотер). Обработка или создание графических документов, в наиболее сложном случае—карт и трехмерных изображений, начинается с ввода данных в ЭВМ. Карты предварительно кодируются путем трансформации в цифровые данные. Такое представление графических данных позволяет их обрабатывать самыми разнообразными численными методами, редактировать, прибавлять и убавлять данные, а также строить новые производные карты и выводить их на бумагу автоматически, с помощью графопостроителя. Полная схема автоматизации исключает ручное черчение и позволяет получить без дополнительных работ различные варианты карт или их фрагментов.

Особой интересной областью работ является создание картографических баз данных. Такого вида работы в настоящее время продолжают углубляться, однако их описание выходит за пределы настоящей статьи.

Описанными средствами построены: серия моноэлементных геохимических карт бассейна озера Севан, погоризонтные планы распределе-

ния содержаний, выраженных в изолиниях полезных компонентов некоторых промышленных месторождений Армении. Примером интересного решения одной из задач автоматизированного картирования явилось построение ландшафтно-геохимической карты Разданского района масштаба 1:50000. Эта производная карта создана путем сложения информации четырех карт—геоморфологической, геологической, климатической, растительных поясов. Составление такой карты представляет собой задачу отнесения территориальных единиц к заданным группам и затем графическое изображение результатов классификации. Подобные комплексированные карты могут иметь самое широкое применение.

Научные исследования и практические работы в геологии основаны на изучении структуры исходных данных, количественном описании объектов и отношений между ними, построения адекватных геологическому содержанию моделей. Описанные до сих пор работы служат этой основной цели, ее обслуживают также автоматизированные базы данных в качестве информационного обеспечения.

Анализ исходных данных производится с целью их структуризации и разработки способа формального описания предмета исследования, используемого при конструировании баз данных и количественном моделировании. Методы анализа геологических данных определяются их специфичностью, заключающейся в неоднородности (по детальности изучения) объектов или их частей, неодинаковой точности различных методов измерения и описания свойств объектов, разнородности по форме представления—числовая, графическая, текстовая.

Первые две особенности приводят к необходимости анализа качества данных и их соответствия решаемой геологической задаче.

Для этой цели применяются статистические числовые методы, определяющие независимость совокупности данных, принадлежность членов выборки одной генеральной совокупности, адекватность данных наблюдений выбранной модели. Различная форма данных требует применения методов формализации, позволяющих совместное их использование, в том числе кодирование графической информации.

Особенности формализации текстового материала геологического содержания связаны с тем, что такой текстовой материал, как правило, составляется довольно свободно не только в отношении стиля изложения, но и пользования терминологией. В то же время в геологической практике известны довольно установившиеся формы документации, например, скважин, горных выработок и др., традиционная практика использования которых показывает, что без ущерба для содержания можно разработать также определенные правила описания и других геологических объектов—месторождений, рудных тел, естественных обнажений горных пород, геологических разрезов и др. Разработка таких правил и соответствующих им документов необходима для того, чтобы иметь входной документ, достаточно формализованный для работы с ним в автоматизированном режиме, но унифицированный не в ущерб содержанию.

Разработка таких документов связана также с уточнением терминологии, номенклатуры описываемых геологических образований, в том числе с установлением синонимов не рекомендуемых к употреблению терминов и т. д. Заполнение же документов по каждому геологическому объекту является процессом создания новой информации. Для информационной системы «Минеральные ресурсы» в ИГН совместно с НЦ «Геоэкономика» разработан паспорт для типового опи-

сания месторождений полезных ископаемых, включающий общие и географические сведения, данные по геологии, структуре, минеральному составу сортов полезного ископаемого, сведения о запасах, условиях отработки и экономической оценке месторождения. Составлены паспорта более четырехсот месторождений, зарегистрированных в Госбалансе РА.

Математическое моделирование геологического объекта рассматривается как построение его формального количественного образа, который неотделим от цели работы, практического применения модели. Методы моделирования в значительной степени зависят и от содержания объекта—рудное месторождение, магматическое или осадочное образование и т. д., однако идеология моделирования во многом одинакова для различных областей геологии. Общим и независимым от содержания объекта в моделировании является выбор признаков, представительно описывающих объект, анализ и систематизация данных и разработка методики представления данных. Для некоторых областей геологии такие решения находятся весьма просто. Например, для построения геолого-статистических моделей месторождений полезных ископаемых применительно к задачам разведки, подсчета запасов используются данные детального опробования и документация горных выработок. В большинстве же случаев при построении многофакторных моделей сложным вопросом является выбор определяющей информации. Так, при геохимических поисках основным является установление элементов индикаторов, при прогнозе месторождений—установление рудоконтролирующих факторов и относительная количественная оценка их роли. Далее важным вопросом является выбор теоретической модели по признаку ее соответствия содержанию моделируемого геологического объекта. Здесь определяются также количественные отношения между признаками, их информационный вес в модели.

Следует отметить, что уже на стадии подготовки к моделированию обрабатывается большой материал, что повышает его ценность и создаются возможности для его многократного использования в других аналогичных задачах. Например, данные, подготовленные для подсчета запасов, затем, с добавлением новых, могут быть многократно использованы для оперативного анализа движения запасов.

Информационная ценность геологического материала повышается за счет того, что производятся контроль качества, анализ структуры и систематизация данных, формируются новые производные данные, а также новые формы представления данных (построение диагностических, генетических и др. диаграмм), оформление данных в виде, удобном для постоянного хранения и прямого оперативного доступа. Кроме указанных часто обнаруживаются новые, неизвестные отношения между признаками моделируемого объекта.

Наряду с количественным описанием изучаемого объекта результатом математического моделирования является создание методов, алгоритмов, программ для решения аналогичных задач на других объектах. Применение в практической геологии этих средств, а также моделей детально изученных объектов в качестве эталонных, обеспечивает надлежащий методический уровень работ, выполнение инструкций и рекомендаций, заложенных в модели, строгую научную обоснованность анализа и интерпретации полевых и камеральных материалов. В научных исследованиях более важны те результаты моделирования, которые приводят к сопоставимости работ разных авторов за счет стандартизации схем интерпретации и представления результатов исследования.

Следует отметить, что нами накоплен опыт моделирования рудных месторождений в связи с геологоразведочными задачами. Наиболее разработанными методами и задачами моделирования рудных месторождений являются количественное описание месторождений на основе модели статистики случайной величины применительно к детальной разведке и подсчету запасов, построение объемной геолого-математической модели рудных месторождений.

Первый тип модели использован для всех месторождений Армении, запасы которых подсчитывались на протяжении последних лет. Этим методом получены интересные результаты, в особенности при высокой изменчивости содержаний полезных компонентов. Изменчивость оруденения анализируется дифференциально в соответствии с практическими задачами оценки достоверности подсчета запасов и определения степени устойчивости состава рудной массы в пространстве рудного тела или месторождения и во времени—при обработке руд. На Меградзорском месторождении золота показана целесообразность интервальной оценки среднего (по причине высокой изменчивости) содержания полезных компонентов. Сравнением выборочной средней с доверительными интервалами истинной средней прогнозируется отклонение запасов золота от подсчитанных в пределах от 5 до 15%.

Методом, основанным на модели статистики случайной величины, определяются минералогические типы руд, устанавливаются их количественные соотношения и пространственное распределение. На Техутском медно-молибденовом месторождении анализом двухмерного (совместного) статистического распределения меди и молибдена по пробам 18-и горизонтальных слоев установлено, что распределение меди и молибдена не зависят друг от друга, что свидетельствует о наличии на месторождении как самостоятельно медных, так и молибденовых руд, а также о количественном преобладании такого состава руд над медно-молибденовыми рудами. Сравнением послойного статистического распределения устанавливается также изменение соотношения минералогических типов руд по вертикали. Полученные данные подтверждают выводы, основанные на изучении вещественного состава руд [2] и помогают в построении объемной модели месторождения.

Сходные задачи методом объемного, трехмерного тренд-анализа решены на Каджаранском месторождении, для Левобережного участка. Для рудных месторождений методика тренд-анализа была применена впервые [1], в результате чего выделены статистически однородные объемные зоны и установлено вертикальное зональное строение Левобережного участка, количественно описаны пространственные закономерности распределения меди и молибдена.

В процессе наших работ методы статистического моделирования применялись также в области вулканизма при изучении верхнеплиоцен-четвертичных базальтовых породных ассоциаций Армении. Интересные результаты дали также модели климатических процессов, режима подземных вод и др.

В заключение следует отметить, что рассмотренные вопросы автоматизации информационного обеспечения достаточно полно охватывают основные области геологических научно-исследовательских и производственных работ.

Описанные методики, разработанные программы и накопленные базы данных, а также наш опыт работы с ними свидетельствуют о том, что современные возможности информатики могут быть неограни-

Ա. Ա. Ավագյան, Ռ. Տ. Զրբաշյան

ԱՄԻՆՈՒՄ

Երկրաբանության ասպարեզում տեղեկատվության գիտության կիրառություններին առավել զերադասելի են տվյալների պահպանման և փոխակերպման ավտոմատացումը, նրանց ձևական ներկայացման եղանակները, առարկաների, գործընթացների և նրանց միջև կապերի քանակական մոդելների կառուցումը, հաշվողական եղանակների և մաթեմատիկական մոդելների հիմնավորված կիրառումը և մեկնաբանումը։ Որպես ուսումնասիրության առարկա քննարկվող ասպարեզում կարող են հանդես գալ տեղեկատվության բոլոր տեսակները, որոնք ծառայում են երկրաբանական գիտությանը, արտադրությանը և ժողովրդական տնտեսության կից այլ ճյուղերին։ Քննարկվող ուղղության վերջնական նպատակում հանդիսանում է զարգացած տեղեկատվական համակարգի դիտական և մեթոդական հիմքի ստեղծումը, հետադադում հանրապետական տեղեկատվական ցանցի կազմում գործելու համար։ Հայաստանում երկրաբանական տեղեկատվության ասպարեզում անցյալ տարիների ընթացքում աշխատանքներ կատարել են հիմնականում ՀՀ ԳԱԱ ԵԳ ինստիտուտում։ Այդ աշխատանքների թվին են պատկանում Թեղուտի, Լիճքի, Արմանի-սի, Թեյի հանքավայրերի նմուշարկման տվյալների հենքերի կազմումը և հատկապես Կապանի և Շահումյանի հանքավայրերի երկրաբանական հետախուզական համալիր տվյալների հենքերի համակարգի ստեղծումը։ Վերջինի կարևոր հատկանիշը կայանում է նրանում, որ այն ընդգրկում է բազմատեսակ գծագրական, թվային, տեքստային նյութեր, որոնք ըստ պահանջի կարող են ձևափոխվել և օգտագործվել համատեղ։

9

էլեմենտ քարտեզներ և Հրազդանի շրջանի լանդշաֆտների 1:50000 մասշտաբի քարտեզ:

Մաթեմատիկական մոդելավորումը դիտվում է որպես երկրաբանական մարմինների, գործընթացների ձևական քանակական կերպարի ստեղծում: Մոդելավորման ուղղակի արդյունք են հանդիսանում նաև մեթոդական նոր լուծումները, ավտորիթմական և ծրագրային միջոցների ստեղծումը, երկրաբանական նյութի համակարգումը և ժամանակակից պահանջներով կադմակերպումը և պահպանումը:

Ներկայացված վերլուծությունը և երկրաբանական արդյունքները բավարար չափով հիմնավորում են ժամանակակից տեղեկատվության արդյունավետությունը և առաջնահերթ խնդիրները:

CONDITIONS AND OBJECTIVES OF GEOLOGICAL INFORMATICS IN ARMENIA

A. A. Avakian, R. T. Djrbashian

Abstract

The basic directions of information computerization and application of quantitative methods in solving geological problems are analyzed. Based on the experience of the Institute of Geological Sciences in realization of geological databases and mathematical models, the real possibility and way to achieve the modern level of informatics for scientific researches and geological production in Armenia are shown. To this end an issue on study and analysis of the geological data of Armenia from the viewpoint of informatics, aimed at their restructuring and transformation by means of formal methods, arrangement for storing, operational access and use, is put forward.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян А. А., Манукян С. Р. Математическая модель штокверкового оруденения по данным Каджаранского месторождения. В кн.: Многофакторные модели рудных месторождений... Тбилиси, 1988, с. 75—76.
2. Амирян Ш. О., Пиджян Г. О., Фарамазян А. С. Стадии минерализации, минералы руд Техутского месторождения—Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1987, № 4, с. 31—44.
3. Дворкина Б. Д., Долгополов В. М. и др. Многоязычный тезаурус по геологии (русский вариант) Л., 1982. 272 с.
4. Клименко С., Уразметов В., Internet—среда информационного обитания общества. Противно. 1995, 325 с.
5. Каталог локальных баз данных научно-исследовательских учреждений и организаций АН СССР и АН союзных республик. М. 1990, 159 с.
6. Albirt T. N. Geoscience data management. Comp. and Geosc., 1976, vol. 2, pp. 311—313.
7. Bernard A. G. Quantitive fall-back of naturalist classification of ore deposits. Comp. and Geosc., 1976, vol. 2, pp. 313—315.
8. Boehm S., Frenkel Y., Gill D. Computerised catalog of geological maps of Israel. Comp. and Geosc., 1980, vol. 6, pp. 451—456.
9. Clark A. L. Resource data bases-resource assessment. Comp. and Geosc., 1976, vol. 2, pp. 309—311.

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ СРЕДНЕ- ВЕРХНЕЭОЦЕНОВЫХ И ОЛИГОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АРМЕНИИ ПО МЕЛКИМ БЕНТОСНЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ

© 1996 г. Ф. А. Айрапетян

Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 10.09.96.

Впервые в палеогеновых отложениях юго-западной части Армении по мелким бентосным фораминиферам представлено биостратиграфическое расчленение. В основе расчленения находятся представители семейства *Anomalinidae*, которые имеют широкое горизонтальное и вертикальное распространение. При расчленении учитывалось также вертикальное распространение других семейств мелких бентосных фораминифер.

При биостратиграфическом расчленении отложений палеогена первостепенное значение придавалось планктонным фораминиферам, на основании которых разрабатывались схемы зонального деления [5, 6, 7]. В разрезах, где отсутствуют планктонные фораминиферы, особое значение приобретают мелкие бентосные фораминиферы, которые дают возможность детального стратиграфического расчленения. Такие схемы в свое время были созданы как для различных регионов в пределах бывшего Советского Союза, так и для зарубежных стран.

В юго-западной части Армении мелкие бентосные фораминиферы имеют широкое распространение в отложениях верхней части среднего эоцена, верхнего эоцена и нижнего олигоцена. В предлагаемой статье приводится определение более чем двухсот видов мелких бентосных фораминифер, относящихся к 56 родам. Из них секретионные формы составляют 65%, а агглютинированные—35%. Изучение систематического состава и особенностей развития мелких бентосных фораминифер показало, что для биостратиграфического расчленения особо важное значение имеют представители семейств *Anomalinidae*, характеризующиеся быстрой сменой видового состава во времени, что позволяет выделить характерные виды и группы видов, на основе которых возможно уточнение стратиграфического положения и сопоставление содержащих их отложений. В нашем материале присутствуют более двадцати видов аномалинид, дающих возможность дробного подразделения верхнеэоценовых и олигоценовых отложений. Поскольку бентосные фораминиферы не имеют широкого субглобального распространения, как планктонные фораминиферы, автор ограничился выделением слоев по этой группе фауны.

Средний эоцен. Среднеэоценовые отложения представлены нуммулитовыми известняками, песчаниками, алевролитами, глинами и мергелями. В данных отложениях Н. А. Саакян-Гезалян, Ю. А. Мартиросян и В. А. Крашенинниковым выделены зоны по планктонным фораминиферам. В нижней части среднего эоцена, соответствующей зонам *Acarinina bullbrookii* и *Acarinina rotundimarginata*, бентосные фораминиферы имеют очень обедненную ассоциацию (в видовом и родовом отношении) и малочисленны. Несмотря на это, в указанном интервале по аномалинидам можно выделить слои с *Heterolepa propria*.

Верхняя часть среднего эоцена соответствует слоям с *Uvigerina costellata*-*Cibicidoides landjaricum*.

Слой с *Heterolepa propria*. Породы слоев представлены в основном известняками и крупнозернистыми песчаниками арпинской свиты. Общая мощность в разрезе Ланджар составляет приблизительно 40 м. В разрезах юго-западной части Армении мощность этих слоев сравнительно меньше. Из семейства аномалинид к характерным видам относятся *Heterolepa propria*, *Cibicidina westi*, *Anomalina granosa*, *A. spissiformis*, *Falsiplanulina amnophila*. Среди других мелких бентосных фораминифер встречаются *Reussella terquem*, *Chilostomella affinis*. В нижней части зоны *Hantkenina alabamensis*, где заканчивают свое существование *Heterolepa propria*, *Chilostomella affinis*, проходит верхняя граница слоев.

Слой с *Uvigerina costellata*-*Cibicidoides landjaricum*. С нижней части зоны *Hantkenina alabamensis* мелкие бентосные фораминиферы разнообразны по видовому составу и многочисленны в количественном отношении. По данным Э. М. Бугровой, на Кавказе, в Крыму и Средней Азии соответственно зонам *Hantkenina alabamensis* и *Globigerina turmenica* по планктонным фораминиферам со выделена зона *Uvigerina costellata* по бентосным фораминиферам. На исследованной территории этот вид начинает встречаться с верхней части среднего эоцена и продолжает свое существование в верхнем эоцене, а *Cibicidoides landjaricum* sp. nov. встречается только в указанных планктонных зонах. Поэтому данный интервал по бентосным мелким фораминиферам целесообразно называть слоями с *Uvigerina costellata*-*Cibicidoides landjaricum*. Литологически представлены они в основном мергелями, алевролитами и глинами. Общая мощность варьирует от 50 до 100 м. Здесь впервые появляются *Valvulina lacera*, *Marginulina propinqua*, *Gyroldina soldani*, *Cibicidoides micrus*, *Heterolepa eoceana*, *Anomalina affinis*, *Bolivina antegressa angulata* и индекс-виды. Присутствуют агглютинированные формы—*Spiroplectamina dalmatina*, *Textularia dibolensis*. Совместно с ними продолжают встречаться *Fronclularia budensis*, *Ammodiscus incertus*, *Valvulina haeringensis*, *Clavulinoides szabo*, *Karrerella cubensis*, *Pseudoclavulina cylindrica*, *Marginulina fragaria*, *Anomalina granosa*, *A. spissiformis*, *Cibicidina westi*, *Falsiplanulina amnophila*, *Globobulimina ovata*, *Bulimina sculptilis*, *Uvigerina spinicostata*, *Globocassidulina globosa*.

Нижняя граница слоев с *Uvigerina costellata*-*Cibicidoides landjaricum* фиксируется появлением *Uvigerina costellata*, *Cibicidoides landjaricum* sp. nov., *C. grimsdalei*, *C. micrus*, *Heterolepa eoceana*, *Planulina costata*, верхняя граница проводится исчезновением вида *Cibicidoides landjaricum* sp. nov.

Верхний эоцен. В верхнеэоценовых отложениях Северного Кавказа, Крыма и Средней Азии Э. М. Бугрова по бентосным мелким фораминиферам выделяет зону *Planulina costata* [1, 2, 3]. На территории южной Армении вид *Planulina costata* единично встречается в среднеэоценовых отложениях, в большом количестве—в верхнеэоценовых и продолжает свое существование в отложениях нижней части нижнего олигоцена. Учитывая общий комплекс мелких бентосных фораминифер, в верхнеэоценовых отложениях южной Армении можно выделить также слой с *Planulina costata*, которые соответствуют зонам по планктонным фораминиферам *Globigerapsis semiinvoluta* и *Globorotalia cocoaensis*. Верхний эоцен южной Армении литологически представлен мергелями, песчаниками, а также маломощными

известняками. Общая мощность варьирует от 80 до 100 м. В верхнем эоцене в южной Армении по аномалинидам можно дать более дробное подразделение, т. е. выделить слои с *Cibicidoides truncatus* и слои с *Heterolepa pygmaea*.

Слои с *Cibicidoides truncatus*. Они соответствуют нижней зоне верхнего эоцена *Globigerapsis semiinvoluta* и нижней части средней зоны *Globorotalia cocoaensis*. Общая мощность варьирует от 30 до 50 м. Из представителей семейства аномалинид характерными видами являются *Cibicidina westi*, *Cibicidoides grimsdalei*, *C. micrus*, *C. truncatus*, *Heterolepa eoceana*, *Anomalina spissiformis*, *A. granulosa*. Из представителей других мелких бентосных фораминифер появляются *Discorbis schuratus*, *Halkyardia minima*, *Queraltina epistominoides*. Совместно с ними продолжают свое существование *Ellipsoglandulina multicostata*, *Cylindroclavulina colomi*, *Aragonia janosheki*, *Nodosaria lateguata*, *Margulinina bohmi*, *M. fragaria*, *M. pediformis*, *M. propinqua*, *Gyroldina soldanii*, *Eponides pneumbonatus*. Нижняя граница фиксируется появлением *Cibicidoides truncatus*, *Discorbis schuratus*, *Queraltina epistominoides*, верхняя — исчезновением *Cibicidoides grimsdalei*, *Cibicidoides truncatus*.

Слои с *Heterolepa pygmaea*. Данные слои соответствуют верхней части зоны *Globorotalia cocoaensis*. Они представлены глинистыми породами. Эти слои характеризуются появлением *Heterolepa pygmaea*. Из аномалинид обильно встречаются *Cibicidoides ungerianus*, *C. oligocenicus*, *Heterolepa dutemplei*, *H. humbonata*, *H. reussi*. Среди других мелких бентосных фораминифер установлены *Eotalia lithothamnica*, *Saracenaria arcuata*, *Bulimina aksuatica*, *B. pupoides*, *B. sculptilis*, *Uvigerina costellata*, *U. hispida*, *U. jacksonensis*, *U. spinicostata*, *Rectuvigerina millepunctata*, *Trifarina labrum*, *Bolivina nobilis*, *B. nobilis-gracilis*, *B. denticulata*. Мощность слоев варьирует от 20 до 40 м.

Надо отметить, что слои с *Cibicidoides truncatus* и слои с *Heterolepa pygmaea* содержат сравнительно близкие комплексы мелких бентосных фораминифер. Верхнеэоценовые отложения, которым соответствуют вышеуказанные слои, литологически не отличаются от вышележающих осадков олигоцена. Поэтому изменение фаунистических комплексов здесь имеет, вероятно, эволюционный характер и не связано с фацональными обстановками.

Нижний олигоцен. Нижнеолигоценовые отложения южной Армении отличаются фауной от одновозрастных пород Северного Кавказа, Крыма и Средней Азии. Поэтому зоны, которые выделены для олигоцена указанных районов, невозможно выделить на исследованной территории в южной Армении. Нижнеолигоценовые отложения представлены глинами, песчаниками и известняками, в которых постепенно увеличиваются мелкие бентосные фораминиферы. В данных отложениях Н. А. Саакян-Гезальян выделены три зоны по бентосным фораминиферам. Они не соответствуют нынешнему пониманию зон и поэтому имеют местное стратиграфическое значение: 1. Нижняя зона смешанных эоцен-олигоценовых фораминифер. 2. Средняя зона *Valvulineria erevanensis*. 3. Верхняя зона *Almaena palmulata*.

По нашим исследованиям, в нижнеолигоценовых отложениях выделены слои с *Heterolepa granulosa* и слои с *Almaena palmulata*.

Слои с *Heterolepa granulosa*. Эти слои характеризуются появлением и расцветом следующих видов аномалинид — *Heterolepa granulosa*, *H. reussi*, *H. dutemplei*, *H. krashennikovii* sp. nov., *Cibici-*

Распространение аномалинид и сифонинид в ЮЗ части Армении

П а л е о г е н							С и с т е м а		
средний эоцен				верхний эоцен			нижний олигоцен		Поло дел
P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₁₅	P ₁₆	P ₁₇	P ₁₈	P ₁₉	Зоны по планктонным ф. раминиферам
H. propria		U. costata-C. landjaricum		Planulina costata			Heterolepa granulosa	Almaena palmulata	Слои по бентосным фераминиферам
				Cibicidoides truncatus	Heterolepa pygmaea				
									Anomalina granosa (Hantken).
									Cibicidina westi Howe.
									Cibicidoides micrus Berm.
									Anomalina spissiformis (Cush.).
									Cibicidoides landjaricum sp.
									Heterolepa coceana (Gümbel).
									Anomalina affinis (Hantken).
									Cibicidoides truncatus (Gümb.).
									Cibicidoides grimsdalei (Nutt.).
									Cibicidoides ungerianus Orb.
									Heterolepa biumbonata (Furs.).
									Planulina costata (Hantken).
									Heterolepa duteuplei (Orb.).
									Heterolepa krasheninnikovi sp.
									Heterolepa pygmaea (Hantken).
									Cibicidoides oligocenicus (Samoilova).
									Heterolepa reussi (Silvestri).
									Cibicides scaleanus Galloway et Heminway.
									Heterolepa granulosa (Bermudez).
									Cibicidoides pseudoungerianus Cushman.
									Almaena taurica Samoilova.
									Almaena palmulata Sahakian- Gezalian.

des scaleanus, *Planulina costata*. С указанными видами продолжают существовать аномалиниды и другие мелкие бентосные фораминиферы, перешедшие из подстилающих отложений. Слои с *Heterolepa granulosa* соответствуют зонам *Globorotalia centralis*-*Globigerina gortanii* и *Globigerina tapuriensis* (т.е. соответствуют самой верхней части верхнего эоцена и низам олигоцена). Мощность слоев варьирует от 40 до 60 м. В верхней части слоев с *Heterolepa granulosa* завершает существование *Heterolepa granulosa* и уменьшаются в количественном отношении *Heterolepa pygmaea*, *H. reussi*, *Cibicidoides oligocenicus*, *Cibicides scaleanus*, *Planulina costata*. Из других бентосных фораминифер уменьшаются в размерах *Bolivina antegressa* и *B. nobilis*. Верхняя граница слоев с *Heterolepa granulosa* фиксируется исчезновением *Heterolepa granulosa*, *H. pygmaea*, *H. reussi*, *Cibicidoides oligocenicus*.

Слой с *Almaena palmulata*. Названные слои представлены песчаниками и известняками, соответствуют зоне *Globigerina sellii* нижнего олигоцена. Мощность их варьирует от 250 до 500 м. Здесь сокращается число видов планктонных фораминифер; среди мелких бентосных фораминифер преобладают агглютинированные формы. Из представителей аномалинид продолжают встречаться виды, составляющие фон в слоях с *Heterolepa granulosa*. В большом количестве обильно встречается *Heterolepa dutemplei*. Из других мелких бентосных фораминифер характерны *Rotalia lithothamnica*, *R. audouini*, *R. fungiformis*, *Purgo simplex*, *Asterigerina ventriconvexa*, *Epistomina kuzejevskis*, *Elphidium armenium*, *Almaena palmulata*, *A. taurica*, *Globobulimina ovata*, *Uvigerina pygmaea*, *Virgulina schreibersiana*, *Bolivina budensis*, *B. denticulata*, *B. nobilis-gracilis*, *Nonion ovatus*.

Итак, на территории Армении по мелким бентосным фораминиферам можно выделить: а) слой с *Heterolepa propria* и слой с *Uvigerina costellata*-*Cibicidoides landjaricum* в среднеэоценовых отложениях; б) слой с *Cibicidoides truncatus* и слой с *Heterolepa pygmaea* в верхнеэоценовых отложениях; в) слой с *Heterolepa granulosa* и слой с *Almaena palmulata*—в олигоценовых отложениях (табл. 1).

Детальное изучение характерных разрезов верхнеэоценовых и олигоценовых отложений Ехегнадзорского, Араратского и Приереванского районов Армении дало возможность наметить некоторые предположения о развитии мелких бентосных фораминифер.

Большой интерес представляет вид *Bolivina antegressa Subbotina*, который хорошо изучен на территории бывшего Советского Союза. На Северном Кавказе этому виду придавалось важное значение, так как по его появлению проводилась граница между верхним эоценом и нижним олигоценом. На территории Армении *Bolivina antegressa Subbotina* существует в эоцене и олигоцене, однако отмечаются морфологические особенности в строении этого вида, которые замечены еще в 1960 г. Н. А. Саакян-Гезальян. Среднеэоценовый подвид *B. antegressa angulata* мелок по размерам, раковина снабжена килем, камеры низкие, плоские, угловатые. Этот таксон продолжает свое существование до средней части верхнего эоцена. В верхах верхнего эоцена и в низах нижнего олигоцена встречается *B. antegressa interposita Sahakian-Gezalian*. Подвид *B. antegressa dentata Sahakian-Gezalian* приурочен только к нижнему олигоцену. Камеры последнего по сравнению с древними его формами более высокие и вздутые. У *B. antegressa interposita* наблюдаются варьирующие признаки раннего и позднего типов строения. В южной части Испании в бассейне Пампло-

на найдена только *B. antegressa angulata*, которая приурочена к верхам среднего эоцена. Остальные два подвида не обнаружены. *B. antegressa angulata* на территории северной Италии и в юго-западной части Армении начинает встречаться в середине среднего эоцена, а *B. antegressa interposita* появляется в нижней части верхнего эоцена. Этот факт подтверждает, что изучение указанного вида и его подвидов важно не только для проведения границы между верхним эоценом и олигоценом, но также между средним и верхним эоценом.

Особенно важно и интересно распространение и развитие *Bolivina nobilis* (Hantken) и *Bolivina gracilis* Cushman. Они связаны промежуточной формой *Bolivina nobilis-gracilis* Grunig.

Эволюция этих таксонов прослежена в палеогеновых отложениях северной Италии от *Bolivina nobilis* (Hantken) и до *Bolivina gracilis* Cushman. Итальянские микропалеонтологи *Bolivina nobilis* называют те формы, у которых длина раковины превышает 0,5 мм и они имеют хорошо выраженные ребра в начальной половине раковины. У некоторых экземпляров длина раковины меньше 0,45 мм, вдоль оси раковины протягиваются почти параллельные маленькие ряды камер, а ребра отсутствуют. Эти раковины идентичны голотипу *Bolivina gracilis*. Между этими видами выделяется промежуточная форма, у которой раковина меньше 0,5 мм и в начальной части раковины видны хорошо выраженные ребра. Послойное изучение материала показало, что изменчивость морфологических признаков позволила наблюдать вертикальное распространение этих подвигов и на территории Армении. В среднем эоцене *B. nobilis* и ее подвида отсутствуют. Они имеют широкое распространение в верхнем эоцене и средней части нижнего олигоцена. В верхней части нижнего олигоцена их количество уменьшается, редко встречаются только маленькие *Bolivina gracilis*. Типичный *B. nobilis* существует в верхней части зоны *Globorotalia coccaensis* и в зоне *Globorotalia centralis-Globigerina gortanii*, где с данным видом встречается *B. nobilis-gracilis* и обе формы достигают больших количеств.

Итальянские микропалеонтологи сравнивают *B. nobilis* бассейна северной Италии с современной *B. argenta* из южной Калифорнии (Lutze, 1964). Из современных боливинид Е. Лютце отличает стройные, длинные формы, живущие в низкокислородной среде. Эти таксоны соединяются друг с другом промежуточными формами. Палеонтологи Италии находят, что в северной Италии также изменилось содержание кислорода и в связи с этим выявлены разновидности *B. nobilis*. Наблюдения над изменениями морфологических признаков боливинид от эоцена до олигоцена на территории Армении приводят к выводу, что исчезновение ребер, уменьшение и расширение раковины являются признаками приспособления к новым биологическим условиям. Эволюция рода *Bolivina* от стройных, длинных форм до широких связана с увеличением содержания кислорода. Этот факт может помочь в дальнейших палеоэкологических исследованиях.

Морфологические изменения фиксируются и в линиях других видов. В верхнеэоценовых отложениях обычны представители вида *Eponides praeumbonatus* Mjatluk, которые характеризуются более вздутыми камерами и дуговидно изогнутыми швами, нежели олигоценовые формы *Eponides umbonatus* (Reuss).

Распределение фораминифер в разрезах тесно связано с характером пород. Намечается такая закономерность: а) в песчанистых отложениях встречаются сравнительно крупные формы мелких бентосных фораминифер, относящиеся к родам *Asterigerina* и *Rotalia*, а также некоторые другие крупные формы. б) в глинистых породах

присутствие этих двух родов уменьшается, а иногда они совсем исчезают. II, наоборот, увеличивается количество и разнообразие других секретионных бентосных форм; в) в песчанистых отложениях почти исчезают планктонные фораминиферы.

Выявленные мелкие бентосные фораминиферы в изученном районе дают основание сделать следующие выводы:

1. Большие изменения мелких бентосных фораминифер произошли у границы среднего и верхнего эоцена.

В пограничных отложениях среднего и верхнего эоцена в юго-западной части Армении появляются новые роды *Queraltina* и *Halkyardia*. Появление рода *Queraltina* в Средиземноморье является одним из важнейших признаков для проведения границы среднего и верхнего эоцена. На территории Армении этот род также начинает свое существование с подошвы зоны *Globigerapsis semlinvoluta*. Надо отметить, что он в небольшом количестве выявлен из разрезов Ланджар. В других разрезах этот род отсутствует или встречается выше, продолжая свое существование в более молодых отложениях. Относительно рода *Halkyardia* следует отметить, что его представители в других бассейнах мира найдены также из среднеэоценовых отложений, однако в юго-западной части Армении *Halkyardia minima* (Liebus) появляется в верхнем эоцене.

Кроме *Queraltina* и *Halkyardia* у границы среднего и верхнего эоцена получают развитие *Discorbis* и другие бентосные фораминиферы.

2. У границы верхнего эоцена и олигоцена имели место следующие изменения мелких бентосных фораминифер.

Присутствие представителей рода *Almaena* является основным отличием верхнеэоценовых и олигоценовых отложений. В разрезе Ланджар этот род установлен в зоне *Globigerina sellii*, в Шорап-бюрском разрезе — начиная со средней части зоны *Globigerina tapuriensis*.

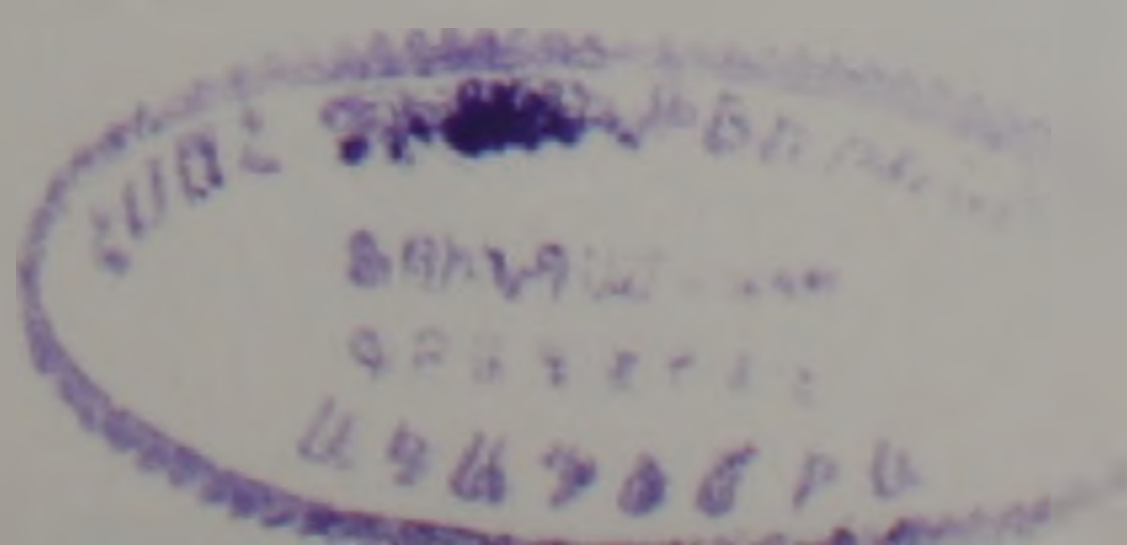
В среднеэоценовых и верхнеэоценовых отложениях Средиземноморья обычны виды рода *Cyclammina*, а на исследованной территории этот род известен только с нижнего олигоцена. Но это местная особенность. У границы верхнего эоцена и олигоцена в Армении изменился видовой состав мелких бентосных фораминифер, исчезли некоторые виды и появились новые.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՐԱՎ-ԱՐԵՎՄՏՅԱՆ ՄԱՍԻ ՄԻՋԻՆ-ՎԵՐԻՆ ԷՈՑԵՆԻ ԵՎ ՕԼԻԳՈՑԵՆԻ ՆՍՏՎԱԾՔՆԵՐԻ ԿԵՆՍԱՇԵՐՏԱԳՐԱԿԱՆ ՍՏՈՐԱԲԱԺԱՆՈՒՄԸ ՓՈՔՐ ԲԵՆԹՈՍ ՖՈՐԱՄԻՆԻՖԵՐՆԵՐՈՎ

Ֆ. Ա. Հայրապետյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հայաստանի էոցենի և օլիգոցենի հասակի ապարների համար առաջին անգամ փոքր բենթոս ֆորամինիֆերներով անցկացվում է ստորաբաժանում, որի հիմքում ընկած են հիմնականում Anomaliniidae սեռի ներկայացուցիչները: Պետք է նշել, որ այս սեռի ներկայացուցիչներն ունեն համեմատաբար լայն հորիզոնական և ուղղահայաց տարածում: Ստորաբաժանման ընթացքում հաշվի են առնված նաև փոքր բենթոս ֆորամինիֆերների բոլոր մյուս սեռերի տվյալները:



Այսպիսով, Հայաստանում փոքր բնթոս ֆորամինիֆերներով անդկացվում են հետևյալ շերտերը՝ ա) *Heterolepa propria* և *Uvigerina costellata-Cibicidoides la idjaricum* միջին էոցենի ապարներում, բ) *Cibicidoides truncatus* և *Heterolepa pygmaea* վերին էոցենի ապարներում, գ) *Heterolepa pygmaea* և *Almaena palmulata* օլիգոցենի ապարներում:

Մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում *Bolivina antegressa* Subbotina, *B. nobilis* (Hantken), *B. gracilis* Cushman և նրանց միջանկյալ ձևերը, որոնց մեջ տեղի ունեցած փոփոխությունները կարևոր նշանակություն ունեն միջին-վերին էոցենի և օլիգոցենի ժամանակաշրջանի հնաէկոլոգիական հարցերի պարզաբանման համար:

BIOSTRATIGRAPHIC DISSECTION OF THE MIDDLE-UPPER EOCENE AND OLIGOCENE DEPOSITS IN THE SOUTH-WESTERN PART OF ARMENIA ACCORDING TO SMALL BENTHOS FORAMINIFERA

F. A. Hayrapetian

Abstract

The biostratigraphic dissection of the Palaeogene deposits in the south-western part of Armenia according to small benthos foraminifera is presented for the first time. The dissection is based on the specimens of *Anomaliniidae* family, which are widely spread out both vertically and horizontally. The dissection also takes account of vertical spreading of other families of small benthos foraminifera.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугрова Э. М. К характеристике некоторых родов семейства (фораминиферы). *Вопр. микропалеонт.*, 1972, вып. 15, с. 114—117.
2. Бугрова Э. М. Зональная стратиграфия по микроорганизмам и методы ее разработки Тез. докл. X Всесоюз. микропалеонтол. совещ., Ленинград, 1986, 237 с.
3. Бугрова Э. М. Фораминиферы рода *Pianulina* из эоцена Советского Союза. *Палеонт. журн.*, 1977, № 4, с. 21—33.
4. Василенко В. П. Ископаемые фораминиферы СССР. Аномалиниды. Тр. Всес. нефт. научн.-иссл. геологоразвед. ин-та, 1954, Новая серия, вып. 80, 200 с.
5. Крашенинников В. А., Птугян А. Е. Соотношение фаун планктонных фораминифер и нуммулитов в палеогеновых отложениях Армении. *Вопр. микропал.*, 1973, вып. 16, с. 146—182.
6. Саакян-Гезалян Н. А. Фораминиферы третичных отложений Ереванского бассейна. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1957, 96 с.
7. Субботина Н. Н. Стратиграфия нижнего палеогена и верхнего мела Северного Кавказа по фауне фораминифер. Тр. Нефт. геол. научн.-иссл. ин-та, сер. А, вып. 96, 1936, 31 с.

МЕЗОКАЙНОЗОЙСКИЙ БАЗАЛЬТОВЫЙ ВУЛКАНИЗМ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

© 1996 г. Р. Т. Джрбашян, Г. А. Казарян, С. Г. Карапетян,
Х. Б. Меликсетян, А. Х. Мнацаканян, К. Г. Ширинян

Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24 а, Республика Армения
Поступила в редакцию 5.11.96.

В статье последовательно рассматриваются геолого-тектоническая позиция и петро-геохимические особенности мезокайнозойских базальтовых комплексов СВ части Армянского нагорья. Установлен дискретный характер изменчивости состава базальтов во времени, связанный с процессами реконструкции геодинамических режимов окраин Евразийской и Иранской плит и разделяющей их офиолитовой сутуры. Выделены три устойчивых петро-геохимических типа базальтов, отвечающих режимам островных дуг, континентальной коллизии и рифтогенеза. Эволюция каждого из типов отражает тенденцию усиления роли K_2O , некогерентных элементов, суммы РЗЭ и степени их фракционирования. Многообразие типов базальтов связывается с гетерогенностью и разноглубинностью исходных мантийных субстратов, различиями в степени их плавления и участия флюидной фазы.

В геологическом развитии Армянского нагорья как составной части Кавказского сегмента Альпийско-Гималайского складчатого пояса отражены все главные этапы его формирования в условиях взаимодействия Евразийской и Ирано-Аравийской континентальных плит и сокращения акватории океана Тетис. В эволюции магматизма региона базальтовый вулканизм занимает ключевую позицию, неоднократно проявляясь на отрезке времени от юры до четвертичного. Он приурочен к разнородным тектоническим зонам и связан с перемещением и метаморфическим преобразованием больших масс глубинного вещества, отражая составы наименее дифференцированных при движении к поверхности магматических расплавов [26, 11].

Статья посвящена сравнительному анализу мезокайнозойских базальтовых комплексов северо-восточной части Армянского нагорья, рассмотрению их геолого-тектонической позиции, прослеживанию особенностей состава в стратиграфической последовательности (табл. 1). Важной задачей являлась идентификация дискретных комплексов с определенными геодинамическими обстановками на петрографо-петрохимическом и геохимическом уровнях. Изученные базальты представляют с одной стороны преимущественно начальные члены в различной степени дифференцированных разновозрастных серий, с другой образуют самостоятельные однородные серии.

В работу вошли оригинальные аналитические данные авторов по химическому и микроэлементному составу базальтовых комплексов. Основной объем силикатных, количественных спектральных (Ba, Sr, Ni, Co, Cr, V, Zr, Nb, Yb, Y) и Rb—Sr изотопных анализов выполнен в ИГН НАН РА. Использовались кроме того петрохимические данные по юрским и палеогеновым базальтам, приведенные в работах Э. Г. Малхасяна, С. О. Ачикгезяна, А. Г. Тонаканяна, А. И. Шмидта, Е. А. Успенской, А. С. Остроумовой, И. Я. Центер. Определения РЗЭ в базальтах верхнего мела и палеогена выполнены по материалам

авторов в ГЕОХИ РАН; содержания РЗЭ в юрских и миоцен-четвертичных базальтах заимствованы из публикаций Р. Магакяна [10], Г. С. Закарнадзе [7], Б. М. Меликсетяна [12], В. С. Попова [18], М. А. Сатяна с соавторами [19].

Проведенное исследование выявило дискретность составов базальтов (рис. 1), подразделяющихся на три устойчивых петро-геохимических

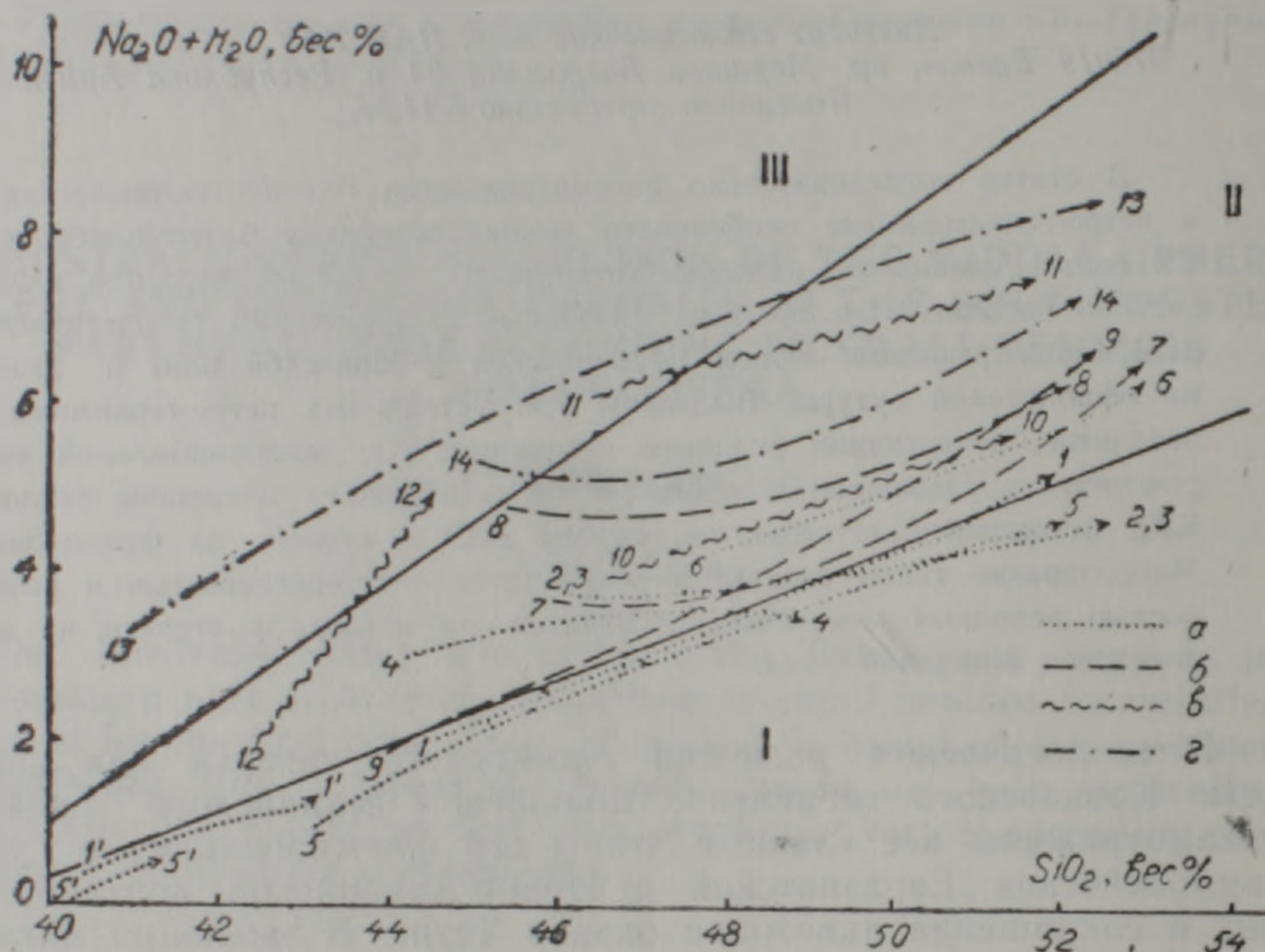


Рис. 1. Диаграмма $SiO_2-(Na_2O+K_2O)$ для мезокайнозойских базальтовых комплексов северо-восточной части Армянского нагорья. I-III—поля серий: I—толентовые и нормальные известково-щелочные серии; II—субщелочные серии; III—щелочные серии. а-г—базальтовые комплексы различных геодинамических режимов: а—островодужные; б—раннеколлизийные; в—позднеколлизийные; г—рифтогенные. 1-14—вариационные линии: 1, 2— K_1 базальты Сомхето-Карабахской энсиналической ОД: 1—Алавердский ареал, 1'—пикриты, 2, 3—Бердский и Капанский ареалы; 4— K_2 базальты Прикуринского, Иджеванского, Таузского прогибов; 5— K_3 базальты Севанской и Вединской энсиматических ОД: 5—нижняя серия, 5'—пикриты; 6—верхняя серия; $Pg_2^2-Pg_2^3$ базальты раннеколлизийного этапа: 7—Базумская зона, 8—Вайкский блок, 9—Зангезурская зона, N_1-Q базальты позднеколлизийного этапа: 10—Транскавказская зона трещинных извержений; 11—Арагац-Сюникская зона ареальных извержений, 12—Капанский активизированный блок; базальты полициклического рифтогенеза: 13— T_3-J_1 Ерах-Неграмская зона, 14— $Pg_3^3-N_1^1$ Вайк-Вединская зона.

мических типа: I—Базальты островодужных обстановок, II—Базальты коллизийных обстановок, III—Базальты рифтогенных режимов.

1. Базальты островодужных обстановок

а) Базальты юрско-раннемелового этапа развития Сомхето-Карабахской ОД на субконтинентальном фундаменте южного края Закавказского срединного массива. Заложенная на различных по глубинному строению блоках раздробленного древнего основания, Сомхето-Карабахская ОД имеет фрагментарное строение и состоит из самостоятель-

Геоструктуры	Возраст	Вулканические зоны, ареалы и геодинамические обстановки	Тип и формы извержений	Природа магмовыводящих каналов	Петрологические особенности магматических расплавов	Петрохимические типы серий	Главные породообразующие минералы базальтов	Современные аналоги		
Эрзинджан-Севан-Эльбурская офиолитовая су́тура	K ₂	Примитивная ОД с переходами к развитой (70-75 млн.лет)	Подводные извержения субщелочных базальтов, трахиандезитов, трахитов и их пирокластов	ЮРА - МЕЛ	Выплавки субщелочных базальтов на глубоких горизонтах мантийного клина под ОД (60-80км) ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr = 0,70509	Последовательно-дифференцированная пикродолерит-трахибазальт-трахитовая серия	Ti-CPx + Pl + Ol Kfs + Ti-CPx	ОД Фиджи, Соломоновы		
		J ₃ -K ₁	Примитивная ОД на симатическом офиолитовом основании (?-83,1 млн.лет)		Подводные излияния толеитовых шаровых лав и гиадокластитов	Дайки небольшой протяженности	Базальтовые выплавки экалитов при сейсмофокальной зоне (10-12км)	Контрастно-дифференцированная толеит-плагиоориолитовая Na серия	Pl + CPx	Внутриокеанские дуги Тонга, Кермадек, Марианская
	K ₂	Примитивная ОД с переходами к развитой (90-85млн.лет)	Подводные излияния субщелочных базальтов, трахиандезитов, трахитов, выбросы пирокластиков		Дайки небольшой протяженности, штоки, экструзии	Выплавки субщелочных базальтов на глубоких горизонтах мантийного клина под ОД (60-80км)	Последовательно дифференцированная трахибазальт-трахитовая Na, K-Na серия	Ol + Pl + Ti-CPx	ОД Фиджи, Соломоновы	
		J ₃ -K ₁	Примитивная ОД на симатическом офиолитовом основании (титон-бернас-114 млн.лет)		Подводные излияния толеитовых шаровых лав гиадокластитов	Дайки небольшой протяженности	Базальтовые выплавки экалитов при сейсмофокальной зоне (10-20км) ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr = 0,70472	Контрастно-дифференцированная толеит-плагиоориолитовая Na серия	Pl + CPx	Внутриокеанские дуги Тонга, Кермадек, Марианская
	Предмалокавказский окраинно-морской бассейн	K ₂	Прикуринский, Тауузский, Иджеванский вулканические ареалы (прогибы): зрелая ОД с внутридуговым рифтингом (77-80 млн.лет)		Прибрежно-морские, островные вулканы: лавово-шлаковые, экструзивные хребты, ВТС и ВТД	Линейно-ориентированные дайки, экструзии, вулканические купола	Плавление мантии Ап-Ро фации (10-12кбар) под осевым центром растяжения задугового окраинного моря ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr = 0,70402-0,70438	Известково-щелочная, субщелочная протяженно-дискретная базальт-андезит-риолитовая K-Na серия	Am + CPx Ol + CPx + Pl Ol	Окраинные моря с континентальной З.К. Аляскинский сегмент ПО ОД Алеуты
			J ₃ -K ₁	Алавердский, Таушский, Капанский вулканические ареалы:	Подводно-морские и мелководные вулканы - центры лавовых излияний и эксплозивных выбросов	Дайки, субвулканические корневые тела	Базальтовые выплавки из экалитов сейсмофокальной зоны северо-направленной субдукции	Толеитовая Na, K-Na, известково-щелочная K-Na базальт-андезит-риолитовая серия	Pl + CPx CPx + Ol + OPx	Периферийно-океанические ОД с субконтинентальной корой (Курилы, Алеуты)
				J ₁ -J ₂	Примитивная ОД (168,5млн.лет)	Подводно-морские вулканы - центры лавовых излияний	Дайки, корневые субвулканические тела, силлы	Толеитовая Na, K-Na, известково-щелочная K-Na базальт-риолитовая контрастная серия	Pl + CPx	
	Центрально-Армянская зона	T ₃ -J ₁	г.Ерах-с.Екегис-с.Азиябурт-ст.Неграм(146-121млн.лет)	Трецинные излияния трахибазальтов, трахитов	Трецинный, экструзивные купола	Мантийно-подкоровые расплавы, глубина зарождения более 70км	Контрастно-дифференцированные субщелочные K-Na серии: трахибазальты, трахиты, фонолиты	Pl + Ol + Ti-CPx Ti-CPx + Kfs + + Als + Ap	Африкано-Аравийская рифтовая система	
	ПАЛЕОГЕН - НЕОГЕН									
	Центрально-Армянская зона позднеколлазионного рифтогенеза	Pg ³ -N ₁	Междуречье Азат-Веди-Западный Вайх (зона рифтогенного растяжения) (в.олюгоцен-7,7 млн.лет)	Трецинные излияния тефритов и трахибазальтов, центральные полигенные вулканы (Гортун: Варданес, Алахюр)	Трецинный (дайки); жерловины, экструзивные купола	Мантийные подкоровые расплавы, глубина зарождения-60-70км ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr = 0,70636-0,70837	Дифференцированные субщелочные K-Na, K серии: 1)трахибазальт-трахиандезит-фонолит, 2)трахибазальт-трахиандезит-трахит	Pl + Ol + CPx + Lc + Sap + Als Ol + CPx + + Pl + Am	Африкано-Аравийская рифтовая система	
Анатолийско-Армянско-Иранский вулкано-платонический пояс (коллассе типа АК-ПКО или К-К); Центрально-Армянская зона	Pg ₂ ³	Базумская зона близшпротного глубинного сжатия (30-39млн.лет)	Прибрежно-континентальные центральные вулканы с высокой эксплозивностью	Полигенные ВТС, линейные системы даек, силлов, экстружий	Генерация магм при взаимодействии мантийных расплавов (30-50км) с корой; анатектические кислые магмы ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr = 0,70406-0,70485	Дифференцированные известково-щелочная, K-Na, субщелочная, K-Na и щелочная K серии	Ol + CPx + OPx + Pl + Am(Bi) CPx + Am + Pl + + Ksp + Bi	Компазионные зоны срединноморского типа		
		Вайкский краторный ареал (блок) (28,5-38,5млн.лет)	Ареальные, мелководно-морские моногенные вулканы, ВТС	Изолированные вулканические центры простые ВТС с кальдерами обрушения	Генерация магм при взаимодействии мантийных расплавов с мелководным субстратом (50-70км), ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr = 0,7035-0,7045	Дифференцированная трахибазальт-трахиандезит-риолитовая субщелочная K-Na серия	Pl + CPx + Am			
		Зангезурская зона субмеридионального глубинного растяжения (28-39млн.лет)	Континентальные, островные вулканы трецинного типа со слабой эксплозивной деятельностью	Субмеридиональные трецинные экстружии, субвулканические тела; структуры корневых зон вулканов	Плавление подкоровых мантийных диапиров (глубина зарождения 70-80км) ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr = 0,70389-0,70410	Укороченные серии: толеитовая, известково-щелочная K-Na (базальт-андезит) и субщелочная K-Na (трахибазальт-трахиандезит)	Pl + CPx + OPx + + Ol CPx + Pl + Am			
	Pg ₂ ⁴	Базумская зона близшпротного глубинного сжатия (42-48млн.лет)	Мелководно-морские центральные вулканы с высокой эксплозивностью, экструзии, ВТС	Линейная система даек, экстружий, ВТС	Генерация магм при взаимодействии мантийных расплавов с веществом коры (20-30км) ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr = 0,70372-0,70485	Дифференцированная базальт-андезит-риолитовая известково-щелочная K-Na серия	Pl + CPx + OPx Pl + CPx + OPx + + Am Pl + Am + CPx			
		Зангезурская зона субмеридионального глубинного растяжения (42-49млн.лет)	Прибрежно-морские, островные вулканы трецинного типа	Субмеридиональные трецинные экстружии и субвулканические тела; корневые зоны вулканов	Плавление подкоровых мантийных диапиров (глубина зарождения 50-70км) ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr = 0,70389-0,70404	Укороченные толеитовая Na-K и известково-щелочная K-Na серии (мелабазальт-базальт-андезит)	OPx + CPx + Pl + + Ol CPx + Pl			
ВЕРХНИЙ ПАИОЦЕН - ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ										
Транскавказское поперечное, поднятие	N ₂ -Q ₁	Рифтогенный мантийный вулканизм. Бас. рек Ахурия, Дебет, Дзорагет, Котайкское плато, отроги Гегамского нагорья, сопредельные районы Грузии, Турции.	Линейно-трецинные излияния базальтов	Глубинные (сквозь-коровые) разломы растяжения меридионального направления, секущие все продольные зоны альпийской складчатости	Первичные, подкоровые, недифференцированные магматические расплавы устойчивого состава, выплавленные на глубинах порядка 40-45км	Долериты, лейкодолериты субщелочного нормального ряда, насыщенные или слабо недосыщенные кремнеземом	Pl + Ol + CPx			
Центрально-Армянская область позднеорогенной (позднеколлазионной) альпийской складчатости и блоково-глыбовых дифференцировочных поднятий	N ₂ -Q ₂	Позднеорогенный мантийно-коровый вулканизм 1. Западная вулк. зона: Арагацкий массив. 2. Восточная вулк. зона: Гегамское, Вердениское, Сюникское нагорья.	Эффузивно-эксплозивные извержения моногенных центральных вулканов: 1. Массив г. Арагац. 2. Гегамское, Вердениское и Сюникское нагорья (ареальный вулканизм)	Вертикальные каналы, соединяющие жерла вулканов с промежуточными (2-5км) и периферическими очагами (0,5-1,5км).	Первичные мантийные расплавы базальтового состава и их дифференцированные и континирированные разности	1. Субщелочные базальты-андезиты-дациты. 2. Субщелочные базальты-трахибазальты-трахиандезиты, фельдшпатидные базальты (Сюник)	Pl + Ol + CPx Pl + Ol + CPx + + Am + Ap			
Активизированный Капанский блок ранней консолидации	Q ₂	Капанская квазикратонная блоковая структура	Центральная эксплозивно-эффузивная активность моногенных вулканов (многочисленный тип)	Барабатум-Халаджский и Мецмагаринский мезозойские разломы, активизированные в среднечетвертичное время	Первичные недифференцированные мантийные расплавы. Глубина выплавки порядка 75-85км	1. Оливиновые и 2. Роговообманковые базальты с переходами к щелочным пикритами	Pl + Ol + CPx CPx + Am + Pl			

ных палеовулканических ареалов—Алавердского, Бердского, Шамхорского, Карабахского, Капанского, разделенных поперечными разломами древнего заложения. На начальном этапе (J_1 — J_2) ОД развивается над единой северо-направленной палеозоной субдукции, трасируемой Севано-Акеринской офиолитовой сутурой. С конца J_2 наряду с сохранением прежней зоны погружения на Ю—ЮВ фланге ОД возникает новая, южно-направленная зона [2, 6]. На J_1 — J_2 этапе вулканизма формируется контрастная базальт-плагиориолитовая серия, приуроченная к косевым зонам Алавердского, Бердского и Капанского ареалов; в пределах последнего роль базальтов относительно невелика. Петрохимический тип J_1 — J_2 базальтов соответствует низкокальциевым, низкотитанистым толентам и известково-щелочным базальтам примитивных ОД тихоокеанского типа. Отмечаются низкие содержания (в г/т) как литофильных / КИР—Li(5,25), Rb(10,1), Sr(189), Ba(135), и Zr(28,5), так и фидерофильных—Ni(38,5), Cr(95), Co(36,5) элементов [10]. Характерны кроме того низкие значения отношений Ti/V (~10), Ti/Zr, Ti/Cr, Ni/Co, высокие V/Cr, пологий характер кривой распределения РЗЭ с $La/Yb=3$ (рис. 2) и слабое обогащение ЛРЗЭ, свойственное островодужным толентам [10]. Эти параметры свидетельст-

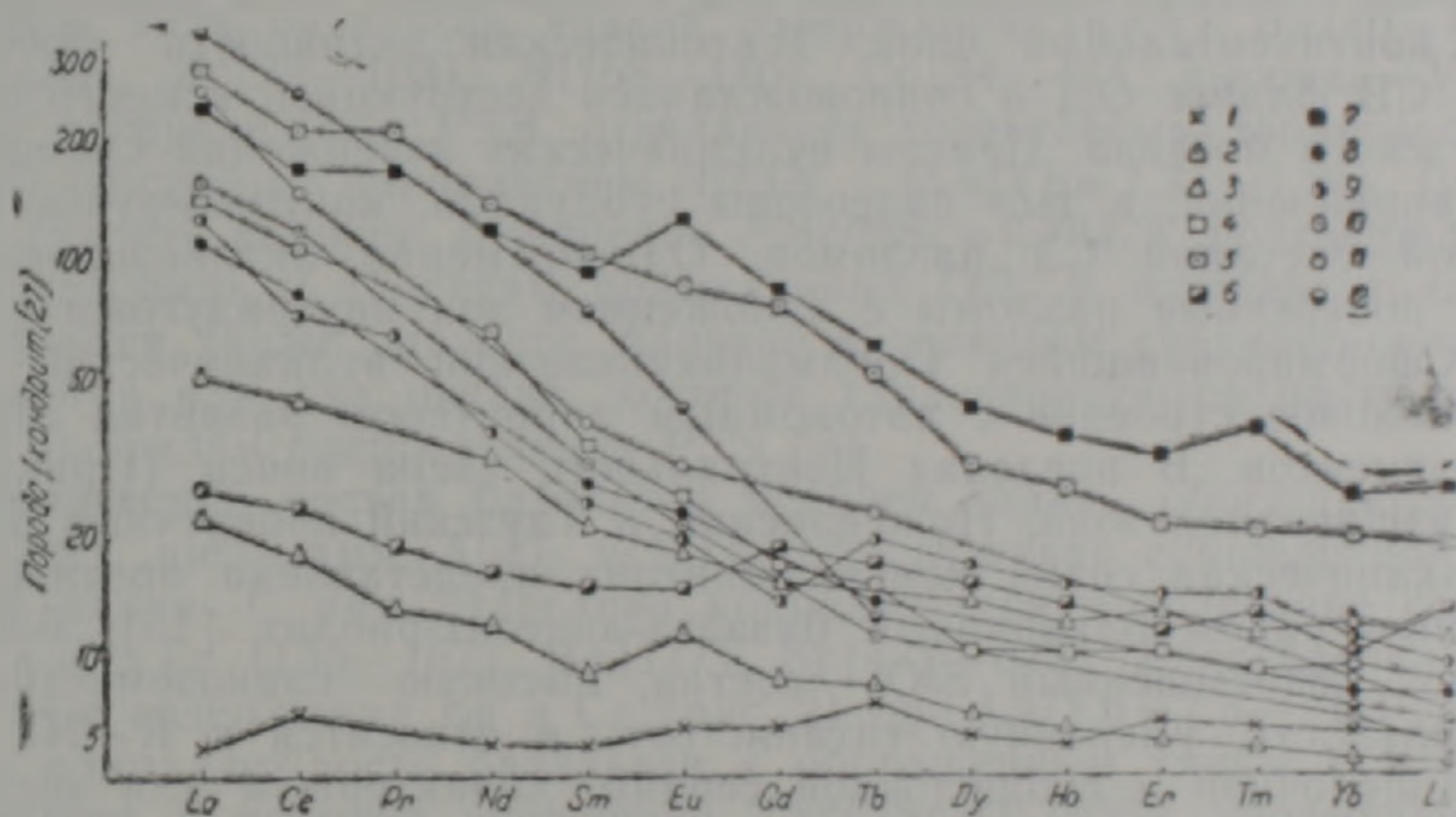


Рис. 2. Нормированное по хондриту распределение РЗЭ в мезокайнозойских базальтовых комплексах северо-восточной части Армянского нагорья. 1— J_1 — K_2 базальты Севанской и Вединской энсиматических ОД по [7]; 2— J_1 — J_2 базальты Сомхето-Карабахской энсиматической ОД по [10]; 3— K_2 базальты Прикуринского, Иджеванского, Таузского прогибов; 4— Pg_2^3 базальты Базумской зоны; 5— Pg_2^3 базальты Вайкского блока; 6— Pg_2^2 мелабазальты Зангезурской зоны; 7— Pg_2^1 базальты Зангезурской зоны; 8— T_2 — J_1 щелочные базальты Ерах-Неграмской зоны по [19]; 9— Pg_3^3 — N_1 щелочные базальты Вайк-Вединской зоны по [12]; 10— N_2 — Q базальты Транскавказской зоны трещинных извержений по [18]; 11— N_2 — Q базальты Арагац-Сюникской зоны ареальных извержений по [18]; 12— Q базаниты Капанского блока по [18]

вуют о происхождении J_1 — J_2 базальтов из обогащенного гранитом субстрата и малоглубинном характере магматического очага с быстрым подъемом расплавов к поверхности.

J_3 — K_1 этап вулканизма Сомхето-Карабахской ОД отвечает формированию дифференцированной базальт-андезит-риолитовой серии, выраженной в каждом из ареалов с различной полнотой. Интенсив-

ность вулканизма и роль базальтовых излияний данного этапа нарастают с СЗ (Алаверди) на ЮВ (Берд) и юг (Капан) [6, 14]. По петро-геохимическим параметрам базальты соответствуют толеитовым и известково-щелочным типам развитых ОД Тихоокеанского пояса, что подчеркивалось и [16]. В них усиливается известково-щелочной тренд, возрастает степень порфировости, уменьшаются содержания Ni, Cr, Co, возрастают (в г/т) — V(440), Zr(35), Y(22), Li(16), Sr(220), но сохраняется уровень содержаний РЗЭ и форма кривой их распределения [10]. В направлении с СЗ на ЮВ — Ю проявляется латеральная зональность составов с ростом FeO/MgO, K₂O и, особенно TiO₂, с чем связано появление среди базальтов Капанского ареала высокотитанистых (1.12—2.30% TiO₂) разностей, тяготеющих к ограничивающим его с запада и востока шовным зонам. Подобная изменчивость может указывать на локальные растяжения в задуговых структурах типа узких глубоководных бассейнов с корой океанического типа и проявления обогащенных легкоплавкими когерентными элементами мантийных расплавов при малой степени плавления.

б) *Базальты позднемелового этапа развития Сомхето-Карабахской ОД.* Коньяк-сантонскому этапу вулканизма предшествует структурная перестройка Сомхето-Карабахской ОД с переходом ее в консолидированный континентальный блок. Тектоническая активность проявлялась на СВ фланге ОД и сопровождалась деструкцией южного борта Закавказского массива. Центры вулканических извержений смещались в СВ направлении, в тыл палеозоны субдукции, контролируясь Прикуринской системой СЗ разломов. Одновременно активизировались древние поперечные разломы с заложением зон внутридугового рифтинга. Сформировавшийся Предмалокавказский вулканический пояс имеет блоковое строение с автономным характером развития отдельных фрагментов. В пределах Центрального звена пояса (Прикуринская близширотная зона, Иджеванский и Таузский поперечные прогибы) вулканическая серия коньяка-сантона представлена протяженно-дискретным рядом оливиновый базальт-андезит-риолит [15]. Базальты имеют недосыщенный SiO₂ состав, высокую глиноземистость и магнезиальность, умеренную титанистость и относятся к К—Na известково-щелочной и субщелочной сериям, характерным для энсалических ОД и АКО тихоокеанского типа [15, 20]. Содержания КИР элементов (в г/т) в них, хотя и превосходят J₂—K₁ базальты, относительно невысокие — Li(6,2), Rb(2—3,5), Ba(95—132), Sr(276—353), Y(22), но резко возрастают Zr(96—111), Cr(276—453), Ni(208—228), Co(48). Характерно плавное распределение РЗЭ (La^{III}/Sm^{III} = 1,6) с заметным обогащением ЛРЗЭ (La/Yb = 5,5—5,9) (рис. 2). Выявляются высокие значения индикаторных отношений — K/Rb(2110—2818), Ni/Co(4,7), Ti/Y(260), Ti/V(45), низкое — V/Cr(0,35—0,5). По Ti—Zr соотношению данные базальты отвечают сериям островных дуг. ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr изотопный состав варьирует от 0.70402 до 0.70432, что наряду с низкими Rb/Sr отношениями указывает на мантийные источники выплавления. Приведенные данные позволяют интерпретировать К₂ вулканизм как смешанный «островодужный-внутриплитный» [5]. В петрологическом аспекте подобная двойственность связана с усилением степени плавления гетерогенного мантийного субстрата за счет углубления источника флюидных компонентов, в геодинамическом — с установлением относительно стабильного тектонического режима, на что указывают и [6]. Фрагментарность строения вулканического пояса позволяет предполагать наличие прерывистых малых осей спрединга, что характерно для задуговых окраинно-морских бассейнов [21].

Постскладчатое растяжение рифтового типа на K_2 этапе развития Сомхето-Карабахской ОД нашло свое отражение также в образовании СВ расколов, контролирующих рой даек пикродиабазов и пикритов в Алавердском ареале [9]. Эти породы отличаются высокими содержаниями MgO (14.5—23.9%), Ni и Cr , низкими— Al_2O_3 , TiO_2 . Высокие отношения Ti/Cr (3.7), Cr/V (156), Ni/Co (8.0) являются индикаторами очагов истощенной верхней мантии с высокой степенью плавления.

з) *Базальты верхнеюрско-верхнемелового этапа развития островных дуг на офиолитовом фундаменте.* Во фронтальной зоне Сомхето-Карабахской ОД на данном этапе формировались новые вулканические дуги—Севанская и Ведишская. В их сложении участвуют две последовательные серии—нижняя контрастная толент-плагиогранитовая серия, залегающая на размытой поверхности офиолитов, и несогласно с перерывом сменяющая ее верхняя дифференцированная трахибазальт-трахандезит-трахитовая серия. По химизму базальты нижней серии соответствуют низкокальцевым толентовым и известково-щелочным типам примитивных ОД на симатическом основании. Они характеризуются низкой титанистостью, умеренной глиноземистостью. Геохимические исследования Г. С. Закариадзе и соавторов [7] выявили в данном типе базальтов низкие содержания (в г/т) Ba (40—43), Sr (125—180), Zr (72—103), Ni (58—140), Co (34—44), высокие— V (260—405) и распределение РЗЭ, отвечающее толентовому деплетированному типу со слабым накоплением ЛРЗЭ ($La/Yb=1.31—1.86$) (рис. 2). Сравнительно высокое отношение $^{87}Sr/^{86}Sr=0.70472$ подтверждает их принадлежность к толситам примитивных ОД. В нижней серии устанавливаются также разности, близкие к толентам срединно-океанических рифтов или дна океана, которые характеризуются почти хондриковым профилем распределения РЗЭ [7].

Химический состав базальтов верхней серии обогащается TiO_2 (до 3.5%), щелочами, Al_2O_3 и P_2O_5 , обнаруживая субщелочной и щелочной уклон. С ним отчетливо коррелируется возрастание содержания (в г/т) Zr (150—167), Ba (117), Sr (472—515). Распределение РЗЭ и высокие содержания La и Ce (рис. 2) при $La/Yb=7.5—14.8$ указывают на принадлежность базальтов к обогащенным типам [7]. С этим согласуется и высокое отношение $^{87}Sr/^{86}Sr=0.70509$, указывающее на их связь с мантийными субстратами высокого уровня щелочности. Ассоциация низкокальцевых толентов с высокотитанистыми субщелочными и щелочными базальтами в Севанской и Ведишской энсиматических ОД выявляет гетерогенность блоков их основания, которая осложняет тектонический режим перехода от примитивной стадии к ранней с вовлечением в плавление более глубоких, специфически обогащенных мантийных субстратов.

II. Базальты коллизионных обстановок

а) *Базальты раннеколлизионного (средне-верхнеэоценового) этапа развития Центрально-Армянского мегаблока.* С процессами конвергенции Евразийского (южная часть Закавказского срединного массива) и Афро-Аравийского (северный край Иранской плиты) континентов и последующей коллизии отдельных микроплит и фрагментов древних ОД связано формирование палеогенового континентально-вулканического пояса. Он отчетливо наложен на разнородные и разновозрастные структуры древней консолидации: на севере это фрагмент Сомхето-Карабахской ОД (Лорийский блок), на юге—древняя ПКО Иранского

микроконтинента (Вайкский блок, Зангезурская зона), в центральной части—разделяющая эти структуры Севанская шовная зона (Ширакский, Базумский, Памбакский, Арегунийский блоки). Геодинамический режим формирования палеогенового вулканического пояса отвечает коллизии типа континент-континент, который предполагает одновременное возникновение зон глубинного сжатия и растяжения, особенно характерное для областей клиновидных выступов поддвигающейся плиты (Аравийский клин) [12, 4, 17].

Базум-Севанская зона глубинного сжатия близширотного простиранья приурочена к Севанской офиолитовой сутуре в зоне сочленения Сомхето-Карабахской ОД с северной окраинной Центрально-Армянского мегаблока. Вулканизм развивается в обстановке, сходной с субдукционной, определяемой глубинным поддвигом Центрально-Армянского мегаблока в северном направлении по линейamentу Спитак-Ширак. Выделяются два этапа вулканизма: среднеэоценовый (базальт-андезит-риолитовая серия) и верхнеэоценовый (базальт-андезит-риолитовая и трахибазальт-трахириолитовая серии). По химизму базальты данной зоны отвечают известково-щелочным и субщелочным К—Na типам. В базальтах верхнего эоцена усиливается степень недосыщенности SiO_2 , роль глинозема и щелочей за счет K_2O . Характерны повышенные содержания КИР элементов (в г/т)—Ba (467—910), Rb (8,5—50), Sr (445—1200), а также Zr (84—132), Y (16—22), высокие значения V/Cr, Zr/Y, K/Rb индикаторных отношений, низкие содержания Li (2,2—6), Cr (103—120), Ni (40—56). Кривая распределения РЗЭ (рис. 2) имеет крутой профиль ($\text{La}^{\text{H}}/\text{Sm}^{\text{H}} = 3.3—6.1$) со значительным обогащением легкими РЗЭ ($\text{La}/\text{Yb} > 10$). Петро-геохимические параметры базальтов Базумо-Севанской зоны в целом отвечают ассоциациям зрелых ОД и АКО средиземноморского типа с мощной континентальной корой в основании, что подтверждается и соотношениями Ti—Zr. Отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, варьирующие в пределах 0.70372—0.70485, могут интерпретироваться как признаки вовлечения корового материала в магмообразование. Выплавление базальтовых расплавов происходит из истощенного мантийного субстрата в условиях высокого P_n , и взаимодействия с нижней корой.

Зангезурская зона глубинного растяжения имеет близмеридиональное простиранье и развивается в пределах ЮВ края Центрально-Армянского мегаблока по Зангезур-Далидагскому разлому. Выделяются среднеэоценовый (мелабазальт-базальт-андезитовая серия) и верхнеэоценовый (базальт-андезитовая и трахибазальт-трахиандезитовая серии) этапы вулканизма. Начальные члены среднеэоценовой серии близки к Na толентам ОД, более поздние отвечают известково-щелочным типам АКО с умеренно высоким содержанием MgO и низким TiO_2 . В базальтах верхнего эоцена усиливается К—Na уклон с переходом от известково-щелочных к субщелочным типам АКО. По сравнению с Базум-Севанской, в базальтах Зангезурской зоны уменьшаются содержания (в г/т) Ba (180—281), Rb (6,5—8), Sr (377—600), Zr (44—70), Ni (28—34), Y (6—16), возрастают Li (2—10), Cr (120—130), V (130—350). Кривая распределения РЗЭ в мелабазальтах имеет пологий хондритовый профиль ($\text{La}^{\text{H}}/\text{Sm}^{\text{H}} = 1.4$) с высоким уровнем содержаний ТРЗЭ ($\text{La}/\text{Yb} = 3—4$); в субщелочных базальтах верхнего эоцена резко возрастает сумма РЗЭ при сохранении пологого профиля кривой и низкой степени их фракционирования с $\text{La}/\text{Yb} = 6,2$ (рис. 2). По Ti—Zr соотношению базальты относятся к островодужным типам с переходом наименее дифференцированных мелабазальтов в область составов СОХ. Низкие величины $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ отношений (0.70389—0.70410)

указывают на участие в петрогенезисе базальтов мантийных источников. Выплавление базальтовых расплавов связано с интенсивным подтоком восстановительных флюидов из участков истощенной мантии с высоким содержанием граната. Возрастная последовательность серий отражает процесс вовлечения в плавление все более глубоких участков мантийного диапира и усиление степени плавления [12, 4].

Вайкский кратонный ареал приурочен к стабилизированной центральной зоне Центрально-Армянского мегаблока. В отличие от смежных Севано-Базумской и Зангезурской зон интенсивный вулканизм проявляется здесь лишь в верхнем эоцене с образованием укороченной серии трахибазальт-трахиандезит. Трахибазальты представлены недосыщенными SiO_2 , меланократовыми, высокотитанистыми типами, отвечая субщелочным K—Na сериям АКО и внутриплитных обстановок. Они отличаются высокими содержаниями КИР элементов (g/t)—Ba(250—780), Li(10—50), Rb(9—86), Sr(420—1160), Cs(0.6—4.8), а также Zr(80—156), V(160—281), Co(32—56), умеренными—Cr(9—42), Ni(42—47), низкими—Y(10—17); по Ti—Zr соотношению принадлежат к внутриплитным ассоциациям. Распределение РЗЭ (рис. 2) обнаруживает сравнительно пологий профиль в левой части спектра ($\text{La}^N/\text{Sm}^N = 3.8$ и максимальное для палеогеновых серий содержание ЛРЗЭ при высокой степени фракционирования ($\text{La/Yb} = 15—60$). Отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7035—0.7045$ указывают на мантийный источник расплавов, взаимодействующих с нижнекоровым субстратом. Совокупность геохимических данных позволяет связывать базальты Вайкского блока с метасоматически измененным амфиболсодержащим мантийным источником невысокой степени плавления.

б) Базальты позднеколлизийного (неоген-четвертичного) этапа развития Центрально-Армянского мегаблока. Широкое проявление базальтовых серий—одна из характерных особенностей молодого вулканизма Армении, связанная с завершающими этапами горообразования и континентальной коллизии. В результате этих процессов спаянными воедино оказались разновозрастные и разнотипные континентальные блоки байкальской, герцинской и альпийской консолидации. Тектоническая гетерогенность субстрата обеспечила его восприимчивость к значительным деформациям и разнообразие геодинамических условий проявления вулканизма [22]. К неотектоническому этапу развития региона приложимы представления о «двухъярусной тектонике плит», суть которых состоит в выделении в зонах коллизийного орогенеза корового и подкорового ярусов и двух разных масштабов проявления тектоники плит [23]. Важной особенностью неотектонического развития Армянского нагорья является отчетливая интерференция тектонических зон и связанных с ними вулканических проявлений. Главными являются зоны, подчиненные общекавказским широтным структурам, и зона Транскавказского поперечного поднятия [13]. Базальтовый вулканизм представлен трещинным и ареальным типами извержений, проявляющимися в различных геодинамических условиях.

Трещинный базальтовый вулканизм приурочен к зоне Транскавказского поперечного поднятия и связан с сквозькоровыми рифтогенными расколами без вертикальных смещений крыльев. Разломы тяготеют к линейаментам «африканского» направления, которые прослеживаются от рифта Мертвого моря на север, в пределы Армянского нагорья и далее на Б. Кавказ [1]. Базальты этих структур образуют достаточно однородную по составу формацию платобазальтов и распространены в виде обширных и мощных (100—300 м) лавовых покровов в пределах Амасийского, Ашотского, Лорийского, Котайкско-

го плато, бассейнов рр. Ахурян, Дебед, вдоль ЮЗ побережья оз. Севан. Они относятся к известково-щелочному петрохимическому типу с пологим трендом накопления щелочей по мере возрастания SiO_2 (рис. 1). Характерны низкие содержания K_2O (до 1%), TiO_2 , умеренные— MgO (2,45—7,40%). Описываемые базальты заметно обогащены КИР-элементами (в г/т) — Li (7,6—9), Rb (11), Sr (320—708), Ba (450), обеднены Zr (150), Y (20—22), Ta (0,47), Nb (<10). Одновременно отмечаются высокие содержания таких сидерофильных элементов, как V (105—140), Co (15—36), низкие— Cr (60—120), Ni (15—42). По геохимическим данным В. С. Попова с соавторами [18], распределение РЗЭ в платобазальтах (рис. 2) характеризуется умеренным обогащением легкими лантаноидами ($\text{La/Yb}=12,3$), крутым наклоном кривой ($\text{La}^{III}/\text{Sm}^{III}=4,1$) и высокой степенью дифференцированности легких и тяжелых РЗЭ на фоне плавного убывания последних. Величина $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ дает устойчивое значение 0,7040 [17]. Однородность состава больших объемов трещинных платобазальтов, отсутствие признаков дифференциации и контаминации, геохимические параметры позволяют предполагать их мантийное происхождение из истощенного субстрата и условия «сухого» высокотемпературного плавления низкой степени. Геодинамический режим вулканизма соответствует пульсационным излияниям жидких лав по сквозным расколам растяжения без задержки в промежуточных очагах.

Ареальный базальтовый вулканизм в тектоническом плане контролируется близширотными общекавказскими структурами пояса. Базальты, представляющие начальные члены дифференцированных серий, изливались из небольших моногенных вулканов центрального типа, связанных с залегающими на разных уровнях промежуточными (2—5 км) и периферическими (0,5—1 км) вторичными очагами [24]. Ареальный вулканизм локализован в западной и восточной зонах (табл. 1), различающихся масштабом и временем проявления базальтов и степенью дифференцированности комплексов, начальными членами которых они являются. В масштабах проявления базальтового вулканизма отмечается четкая латеральная зональность, выраженная возрастанием его объемов по мере удаления от Транскавказского поперечного поднятия на ЮВ, где в пределах Сюникского нагорья достигает максимума. В том же СЗ—ЮВ направлении протяженные известково-щелочные и субщелочные серии сменяются укороченными субщелочными и щелочными, возрастает общая и калиевая щелочность с появлением на Сюникском нагорье фельдшпатовидных базальтов. Согласованно с латеральным трендом щелочности увеличивается степень недосыщенности SiO_2 , меланократовость, усиливается роль TiO_2 и P_2O_5 . Состав микроэлементов в ареальных базальтах по сравнению с платобазальтами отличается значительно более высокими содержаниями (в г/т) — Li (12—24), Rb (18—43), Cs ($<1,6$), Sr (1400—1780), Ba (1267), Zr (180—240), Nb (20), Co (21—100), V (96—320), Ta (1,8), низкими— Cr (28—100), Ni (25—40), Y (15—18). Существуют также латеральные вариации содержаний микроэлементов между ареальными базальтами западной и восточной зон, при этом в последней роль КИР-элементов, V , Co выше, а Cr , Ni , Y —заметно ниже. По Ti — Zr соотношениям базальты обеих зон, как и платобазальты, относятся к внутриплитным континентальным сериям. По [18] для ареальных базальтов характерно резкое возрастание как суммы РЗЭ, так и степени фракционирования легких и тяжелых лантаноидов ($\text{La/Yb}=30,5$) с крутым профилем кривой ($\text{La}^{III}/\text{Sm}^{III}=5,2$). Отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0,7035\text{—}0,7037$ [17] отвечают мантийным источникам. При

веденные петро-геохимические параметры указывают на ведущую роль в петрогенезисе ареальных базальтов частичного плавления обогащенного водосодержащими и редкоземельными акцессорными фазами мантийного источника, состав которого обнаруживает латеральную изменчивость с увеличением глубины залегания, степени плавления и роли флюидных компонентов в ЮВ направлении.

Базальтовый вулканизм зоны активизации. Капанский блок представляет крайний ЮВ—Ю фрагмент Сомхето-Карабахской ОД, выступающий как постинверсионная консолидированная структура. В его границах новейший базальтовый вулканизм представлен группой моногенных вулканических центров, приуроченных к глубинным разломам мезозойского возраста, активизированным на позднеорогенном этапе. Лавы и эксплозии этих вулканов не имеют аналогов среди мезокайнозойских базальтов и являются наиболее магнезиальными (8—11,56% MgO) и недосыщенными SiO₂ (до 11% нормативного нефелина) среди новейших базальтов Армении [25]. Они отличаются натровым уклоном (3,25—5,25% Na₂O), высокими содержаниями TiO₂ (1,21—1,65%) и P₂O₅ (0,9—1,2%). Геохимическая специфика базанитов состоит в пониженных содержаниях коррелируемых с калием элементов (в г/т) — Li (7,9), Rb (17—24), Ba (100), резко повышенных — Sr (2000—2400) и таких тугоплавких сидерофильных элементов, как Ni (275—430), Cr (320—560), при низких V (142—153), Co (32—43). Из группы ВЗМ элементов наряду с Ti, заметно повышены содержания Zr (170—210), Nb (17—25), Ta (0,9—2,40), Y (18—24). По соотношению Ti—Zr капанские базаниты занимают центральное положение в поле внутриплитных базальтов. По [18] содержание суммы РЗЭ в капанских базанитах наиболее высокое во всем ряду мезокайнозойских базальтов (рис. 2), что отчетливо коррелируется с повышенной общей щелочностью. Заметно сильное обогащение легкими РЗЭ (La/Yb = 46,3—62,5), крутой наклон линии изменения содержаний ($La^{II}/Sm^{II} = 4—4,1$) при резко пониженных содержаниях ТРЗЭ. Эти особенности должны отражать плавление метасоматически обогащенного мантийного субстрата, содержащего амфибол и редкоземельные акцессории [18]. Уровень зарождения первичных очагов капанских базанитов по сравнению с очагами ареальных базальтов смещается на значительные глубины (75—85 км), в которых дифференциация расплавов происходила с фракционированием фаз оливина и амфибола. Геодинамические условия проявления этой специфической серии сопоставляются с щелочными вулканитами протягивающейся к Ю—ЮВ Загросской зоны.

III. Базальты рифтогенных режимов (многоэтапного континентального рифтогенеза)

а) Базальты верхнетриас-нижнеюрского этапа развития СЗ Ерах-Неграмской зоны. ЮВ часть Центрально-Армянского мегаблока, являющегося пассивным краем Ирано-Аравийской плиты, в Т₃—J₁ время развивалась в режиме континентального рифтогенеза. Региональным проявлением этого процесса является прослеживающаяся к ЮЗ от Бединской офиолитовой зоны по линии гор Ерах-Ехегис-Азнабюрт-Неграм продольная прерывистая полоса развития вулканитов контрастной серии щелочной базальт-трахитандезит-трахит. На различных участках рифтогенной структуры эта серия представлена с различной полнотой с сокращением роли трахитов в ЮВ направлении; дифференциаты обнаруживают заметные вариации петрографического состава. Его отличительной особенностью является высокое содержание фенокристаллов высокотитанистых темноцветных и апатита, кристаллизация которых продолжалась и в эффузивную стадию (табл. 1). Химизм

щелочных базальтов и трахибазальтов Ерахского выхода определяется недосыщенностью SiO_2 (40.12—52.15%), резкими вариациями MgO (10.6—2%), высоким суммарным содержанием щелочей (3.2—8.9% при $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$), а также TiO_2 (17—3.7%), P_2O_5 (0.5—1.26%). Они заметно обогащены коррелятивными к калию элементами (вз/т) Ba (120), Sr (560), а также Zr (200—700), Y (26), V (150—170), обеднены Ni (25), Cr (80) [19]. В трахибазальтах Азнабюртского и Неграмского выходов резко возрастают концентрации Ni (33—138), Cr (63—170), V (144—336), Y (22—49), убывают — Zr (110) [8]. По скоррелированному высокому содержанию Ti и Zr составы отвечают базальтам внутриконтинентальных обстановок. По [19] в распределении РЗЭ выявляется резкое обогащение легкими лантаноидами ($\text{La/Yb} = 22.5$) при крутом характере убывания тяжелых (рис. 2). Таким образом, приведенные параметры свидетельствуют о происхождении T_3 — J_1 базальтов Ерах-Неграмской зоны за счет частичного плавления аномально-обогащенного флогопит- и апатит-содержащего мантийного субстрата в условиях высокого $P_{\text{ф}}$; на ЮЗ фланге зоны фронт магмаобразования заметно углубляется и возрастает степень плавления.

б) Базальты верхнеолигоцен-нижнемиоценового этапа развития Вайк-Вединской зоны. Процессы континентального рифтогенеза в ЮВ части Центрально-Армянского мегаблока проявлялись далее на Pg_3 — N_1 этапе и контролировались региональными структурами системы Транскавказского поднятия. В геолого-структурной связи с ними формируется узкий, вытянутый в субширотном направлении Вайк-Вединский пояс щелочных вулканитов, ограниченный парой разломов, заложенных в палеозой-допалеозойском фундаменте. Щелочные вулканиты обнажаются в междуречье Азат-Веди и в Западном Вайке и слагают крупные вулканотектонические депрессии (Котуц-Одзасар и Зовашен-Агавнадзор). Установлено двухкратное проявление вулканических процессов с формированием гомодромных серий — верхнеолигоценовой (анальцимовый тефрит-трахиандезит-трахириолит) и верхнемиоцен-плиоценовой (лейцитовый тефрит-трахиандезит-фонолит) [3]. Вулканиты рифтовой структуры в бассейне оз. Севан приурочены к широтным разветвлениям Транскавказского поднятия и распространены на Варденисском нагорье и Восточно-Севанском хребте. Их рифтогенная природа кроме структурной приуроченности подтверждается высокой щелочностью составов всей серии и особенно базальтовых дифференциатов. По сравнению с базальтами предшествующего этапа, они обладают более узким диапазоном вариаций SiO_2 (44—51%), TiO_2 (0.93—2.3%) и P_2O_5 , более высокой магнезиальностью при несколько пониженной общей щелочности с сохраняющимся соотношением $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$. Геохимические параметры щелочных базальтов Pg_3 — N_1 серии отличаются высокими содержаниями (вз/т) Li (19—70), Rb (90—100), Cs (5—8), Sr (800—1100), Ba (1000—1600), Co (60—75), V (350), Zr (260—320), Nb (22—26), умеренно-высокими Ni (120—140), Cr (82—110) и Y (15—24) [12]. Характерно кроме того резко фракционированное распределение РЗЭ ($\text{La/Yb} = 18.0$), сходное с базальтами T_3 — J_1 этапа, но отличающееся более высоким уровнем концентраций ТРЗЭ [12]. Величины $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ варьируют в пределах 0.70636—0.70837 при низком Rb/Sr отношении (0.08), что характерно для континентально-рифтовых серий повышенной калиевой щелочности. Геохимические особенности и, в частности, повышенные содержания КИР и ВЗИ элементов наряду с тугоплавкими могут указывать, что первичные расплавы генерировались за счет метасоматически обогащенного флогопит-содержащего мантийного субстрата. Отметим также геохимичес-

кую преемственность между составами T_3-J_1 , $Pg_3^3 - N_1$ щелочных базальтов, обусловленную сходной специализацией первичных расплавов, степень плавления которых возрастает во времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В мезокайнозойской истории восточной части Армянского нагорья импульсы базальтового вулканизма совпадают с этапами структурных перестроек в геологическом развитии Кавказского сегмента Альпийско-Гималайского пояса и отражают условия длительной активности мантийных магматических очагов разных уровней глубинности. Эволюция базальтового вулканизма имеет дискретный характер, определяемый неоднородностью мантийных источников и различными геодинамическими режимами магмообразования в крупных пространственно разобщенных континентальных мегаплитах и разделяющей их офиолитовой сутуре.

Выделяются собственно островодужная (J_2-K_2) и континентально-коллизийная ($Pg_2^2 - Q$) стадии с независимыми трендами петрохимической изменчивости базальтов. В каждой из стадий от ранних этапов вулканизма к поздним возрастают масштабы проявления и объемы излияний базальтов, отражая возрастание степени плавления глубинных субстратов и усиление тепло-массопереноса, в том числе и флюидного. Под влиянием этих процессов возрастает петро-геохимическая дифференцированность сопряженных с базальтами вулканических серий, возникают автономные очаги плавления аналогичного материала континентальной коры, усиливается роль K_2O и некогерентных элементов, сумма РЗЭ и степень их фракционированности.

Островодужная стадия отвечает формированию фрагментарной системы энсалических и энсиматических дуг по южному борту Евразийской плиты. На завершающих этапах их развития субдукционный механизм выплавления первичных магм из истощенных мантийных источников сменялся механизмом мантийного диапиризма с формированием внутридуговых рифтов и вовлечением в плавление обогащенных глубинными флюидами компонентов.

Континентально-коллизийная стадия проявлена по северному выступу Иранского микроконтинента и обнаруживает специфические особенности зон столкновения средиземноморского типа. Они определяются наличием мощной континентальной коры с ее мозаикой разнородных блоков, сопряжением различных тектонических режимов, механизмом гетерогенного мантийного (и нижнекорового) магмообразования. На раннеколлизийной стадии возрастает многообразие петрохимических типов базальтов при определенной конвергенции петро-геохимических признаков геодинамических зон типа зрело-островодужных, растяжения и внутриплитных. Позднеколлизийный этап подчинен мощному глобальному импульсу базальтового вулканизма, связанному с интенсивным сводово-глыбовым воздыманием Армянского нагорья и активизацией Афро-Аравийской рифтовой системы. Эволюция состава базальтов отражает совмещение собственно коллизийной, рифтогенной и внутриплитной геодинамических обстановок в условиях массовой проницаемости земной коры.

В пределах северного выступа Иранской плиты независимые петро-геохимические серии T_3-J_1 и $Pg_3^3 - N_1$ этапов контролируются продольными континентально-рифтовыми структурами. В них реализуются особые тектонические напряжения, обеспечивающие выплавление глубинных магм специфического состава и выведение их на по-

верхность без существенного взаимодействия с материалом земной коры.

Работа выполнена в рамках темы 92—225, финансируемой из государственного бюджета Республики Армения.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԼՆՌՆԱՇԽԱՐՀԻ ՀՅՈՒՄԻՍ-ԱՐԵՎԵԼՅԱՆ ՄԱՍԻ
ՄԵԶՈԿԱՅՆՈԶՈՅԱՆ ՀԱՍԱԿԻ ԲԱԶԱԼՏԱՅԻՆ ՀՐԱՐԽԱՅՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ռ. Տ. Զրբաշյան, Հ. Ա. Դադարյան, Ս. Հ. Կարապետյան,
Խ. Բ. Մելիքսեթյան, Ա. Խ. Մնացականյան, Կ. Գ. Շիրինյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Քննարկվում են բազալտների տարածման և տեղաբաշխման երկրաբանական, տեկտոնական պայմանները, նրանց պետրոլոգիական և երկրաքիմիական առանձնահատկություններն ու դերը մեզոկայնոզոյում երկրակեղևի ձևավորման պատմության ընթացքում:

Բացահայտվել է, որ բազալտների կազմության փոփոխականությունն ունի դիսկրետ բնույթ: Այն կախման մեջ է գտնվում Եվրասիայի և Իրանի մայրցամաքային սալերի եզրամասերում և սալերը բաժանող Սևանի օֆիոլիտային գոտու սահմաններում ընթացող երկրադինամիկական պրոցեսներից:

Առանձնացվում են բազալտների երեք հաստատուն պետրո-երկրաքիմիական տիպեր, որոնք առաջացել են կղզաղեղային, կոլիզիոն և ուֆիտային երկրադինամիկական իրադրություններում: Բազալտների յուրաքանչյուր տիպի համար բնորոշ են կալիումի օքսիդի և հաղվապյուտ հոդերի խմբի տարրերի ու նրանց չափազատման աստիճանի աճ: Բազալտների բաղադրականությունը կախված է խորքային թիկնոցային սուբստրատների անհամասեռությունից, առաջացման խորություններից, խորքային զանգվածների հալման ու ֆլյուիդային ֆազայի մասնակցության աստիճանի տարբերություններից:

MESO-CENOZOIC BASALTIC VOLCANISM IN THE NORTH-EASTERN
PART OF THE ARMENIAN HIGHLAND

R. T. Djrbashian, G. A. Kazarian, S. G. Karapetian,
Kh. B. Meliksetian, A. Kh. Mnatsakanian, K. G. Shirinian

A b s t r a c t

The paper consequently considers a geological-tectonic position and petrogeochemical specific features of the Meso-Cenozoic basaltic complexes in the northeastern part of the Armenian Highland. A discrete character of temporal changes in basalt's composition that were related to the reconstruction processes of geodynamic regimes in the Euroasian and Iranian plates' edges and the ophiolite suture separating them was revealed. Three stable petro-geochemical types of basalts, corresponding to the regimes of island arc, continental collision and riftogenesis, were distinguished. Each basalt's type evolution reflects the trend of increasing of the role of K_2O , incoherent elements, sum of rare-earth elements and their fractionation degree. A diversity of basalt types is attributed to heterogeneity and different depths of initial mantle substrates, differences in their melting degrees and participation of fluid phase.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аслanian А. Т., Ширинян К. Г., Карапетян С. Г. Петрогенетические аспекты новейшего вулканизма Тавро-Кавказского орогена. В кн.: Петрология (Доклады советских геологов на XXV сессии МГК). Наука, 1980, с. 56—66.
2. Ачикгезян С. О. О геодинамическом развитии и металлогении Малого Кавказа в мезокайнозое.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, т. XXXVIII, № 5, с. 71—80.
3. Базарова Т. Ю., Казарян Г. А. Неогеновые щелочные эффузивы Южной Армении и условия их формирования.—Вулканонология и сейсмология, 1986, № 2, с. 34—45.
4. Джрбашян Р. Т. Палеогеновые вулканические пояса зоны замыкания океана Тетис (Малый Кавказ). Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. докт. геол.-мин. наук. Тбилиси, 1989, с. 59.
5. Джрбашян Р. Т., Меликсетян Х. Б., Мнацаканян А. Х. Особенности коллизионного вулканизма Малого Кавказа.—Тезисы I Всероссийского петрогр. сов. «Магматизм и геодинамика». Уфа: 1995, с. 70—71.
6. Засеев В. Г., Абрамович И. И. Юрско-меловая петрохимическая зональность Сомхето-Кафанской островодужной системы (Малый Кавказ).—Геотектоника, 1993, № 2, с. 47—53.
7. Закариадзе Г. С., Книппер А. Л., Соболев А. В., Цамерян О. П., Дмитриев Л. В., Вишневская В. С., Колесов Г. М. Особенности структурного положения и состава вулканических серий офиолитов Малого Кавказа.—В кн.: Океанический магматизм. Эволюция, геологическая корреляция. М.: Наука, 1986, с. 218—241.
8. Карякин Ю. В. Геодинамика формирования вулканических комплексов Малого Кавказа.—Тр. ГИН АН СССР, вып. 438, М.: Наука, 1989, 150 с.
9. Казарян Г. А. Ультраосновные жильные породы Алавердского рудного района.—Тр. Упр. геол. и охр. недр, АрмССР, т. II, 1959, с. 181—190.
10. Магакян Р., Закариадзе Г. С., Дмитриев Л. В., Колесов Г. М., Коровкина Н. А. Геохимия юрско-нижнемелового вулканического комплекса Северной Армении. Вулканонология и сейсмология, 1985, № 3, с. 39—53.
11. Мартынов Ю. А. Геохимия, минералогия и петрогенезис миоцен-четвертичных платоэффузивов Восточного Сихотэ-Алиня.—Петрология, 1995, т. 3, № 2, с. 158—172.
12. Меликсетян Б. М. Петрология, геохимия и рудоносность палеоген-неогеновых вулканогенно-интрузивных формаций Малого Кавказа (магматизм зон коллизии). Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. докт. геол.-мин. наук. Тбилиси, 1989, 49 с.
13. Милановский Е. Е. Рифтовые зоны континентов. М.: Недра, 1976, 280 с.
14. Мнацаканян А. Х. Верхнеюрский-меловой вулканизм Кафанского антиклинория (южная часть АрмССР).—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1970, т. XXIII, № 3, с. 52—60.
15. Мнацаканян А. Х. Петрология верхнемеловой вулканической серии Северной Армении. Изд. АН АрмССР, Ереван: 1981, 240 с.
16. Остроумова А. С. Орогенные андезитовые комплексы Кавказа и Украинских Карпат.—Сов. геология, 1982, № 12, с. 103—109.
17. Петрологическое изучение магматических ассоциаций коллизионных обстановок. // Остроумова А. С., Станкевич Е. К., Центер И. Я., Соболев А. О., Путинцев А. В. // М.: 1995, 215 с.
18. Попов В. С., Семин В. А., Николаенко Ю. С. Геохимия новейших вулканитов Кавказа и их происхождение. В кн.: Геохимия континентального вулканизма; гл. 5. М.: Наука, 1987, с. 143—237.
19. Сатян М. А., Варданын А. В., Степanian Ж. О., Таян Р. Н., Мнацаканян А. Х., Арутюнян М. А., Нисанян Г. Б. О геологическом строении и к минерализации лампрофировых диатрем Вединской офиолитовой зоны.—Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1997, т. I, №1—2.
20. Связь мелового и палеогенового вулканизма Армении с типами развития геосин-

- клинальных прогибов // Джрбашян Р. Т., Елисеева О. П., Мнацаканян А. Х., Остроумова А. С., Фаворская М. А. // М.: Наука, 1968, 153 с.
21. Сондерс А. Д., Гарни Дж. Геохимические характеристики базальтового вулканизма в задуговых бассейнах.—В кн. Геология окраинных бассейнов. М.: Мир, 1987, с. 102—133.
 22. Состав, физические свойства и вопросы петрогенезиса новейших вулканических образований Армении / Толстой М. И., Ширинян К. Г. и др. // Изд. АН АрмССР, Ереван: 1980, 320 с.
 23. Хани В. Е., Лобковский Л. И. Об особенностях формирования коллизионных орогенов.—Геотектоника, 1990, № 6, с. 20—31.
 24. Ширинян К. Г., Бадалян М. С., Гукасян Ю. Г. Некоторые особенности магнитного поля Арагацкого вулканического нагорья. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1981, т. XXXIV, № 4, с. 59—74.
 25. Ширинян К. Г., Задоян В. А. Петрогенетическая систематика позднеорогенных базальтоидов Армении.—Докл. АН АрмССР, 1990, т. 90, № 3, с. 125—130.
 26. Эволюция магматизма в истории Земли. Магматические горные породы. М.: Наука, 1987, 437 с.
 27. Anders, E., Grevesse, N. Abundances of elements: Meteoric and solar. Cosmochim. Geochim. Acta 1989, 53, p. 197—214.

Известия НАН РА, Науки о Земле, 1996, XLIX, № 1—3, 32—39

ՆԱՎԹԻ ԵՎ ԳԱԶԻ ՆՍՏՎԱԾՔԱՐԱՆԱԿԱՆ ԾՈՒՂԱԿՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՊԱԼԵՈԳԵՆԻ ՆՍՏՎԱԾՔՆԵՐՈՒՄ

© 1996 թ. Հ. Ա. Սադոյան, Յ. Ռ. Ղահրամանով

*Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 24.05.91.*

Առաջին անգամ Հայաստանի տարածքի պալեոգենի հզոր (մոտ. 6 կմ) հաստվածքներում առաջադրվում է նավթի և գազի առկայությունը նստվածքաբանական (լիթոլոգիական) ծուղակներում: Դրանք հիմնականում թուրքիդիտային արտաբերման կոների խճաավազային կազմի մարմիններ են, որոնք մեկուսացվել են ֆլյուիդամբո ապարներով: Այս մարմինները սպասվում են Արարատյան իջվածքի պալեոգեն-էոցենի նստվածքներում, մինչև 4,5 կմ խորություններում: Ավելի փոքր չափի խութային կարրոնատային ծուղակները սպասվում են վերին էոցեն-օլիգոցենի կտրվածքներում, մինչև 3 կմ խորություններում:

Հայաստանի Հանրապետության տարածքում 1948 թվականից որոշ ընդհատումներով տարվել են որոնողահետախուզական աշխատանքներ նրա ընդերքում նավթի և գազի բացահայտման ու նրանց հեռանկարների գնահատման համար: Պարզվել է, որ նավթագազաբերության տեսակետից Հայաստանում առավել հեռանկարային է Արարատյան իջվածքը իր հարակից տեղամասերով [1, 2, 3, 9]: Խորը հորատման տեսակետից վատ է ուսումնասիրել և դեռ պարզ չէ Սևան-Շիրակի ու Վայոց ձորի իջվածքների նստվածքային հաստվածքների նավթագազաբերության հեռանկարները: Երկրագիտամիկական զարգացման, ֆացիա-նստվածքաբանական առանձնահատկությունների, օրգանական նյութով ապարների հագեցվածության իմաստով Արարատյան իջվածքի նստվածքային հզոր հաստվածքները կարելի է համեմատել Ալպիական-Հիմալայան ծալքավոր գոտու արդեն հաստատված նավթագազաբերություն

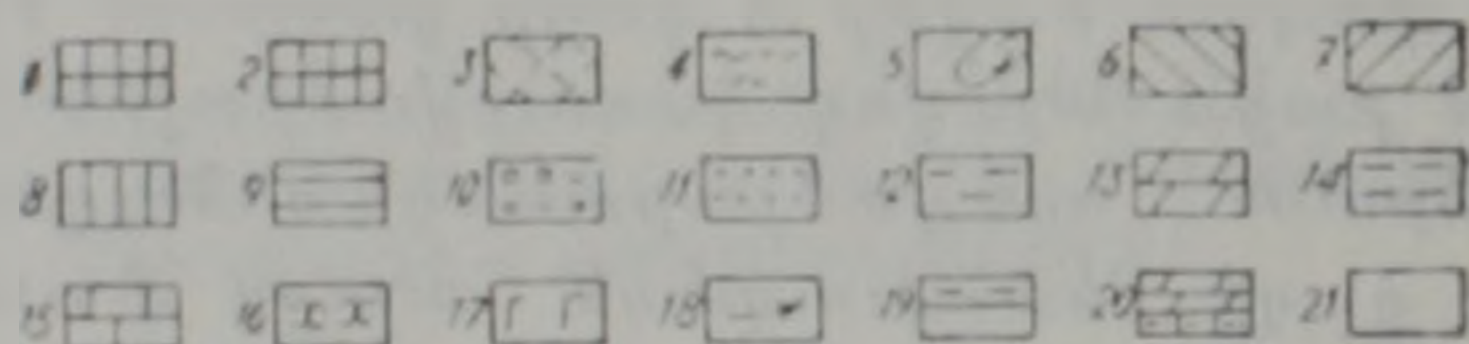
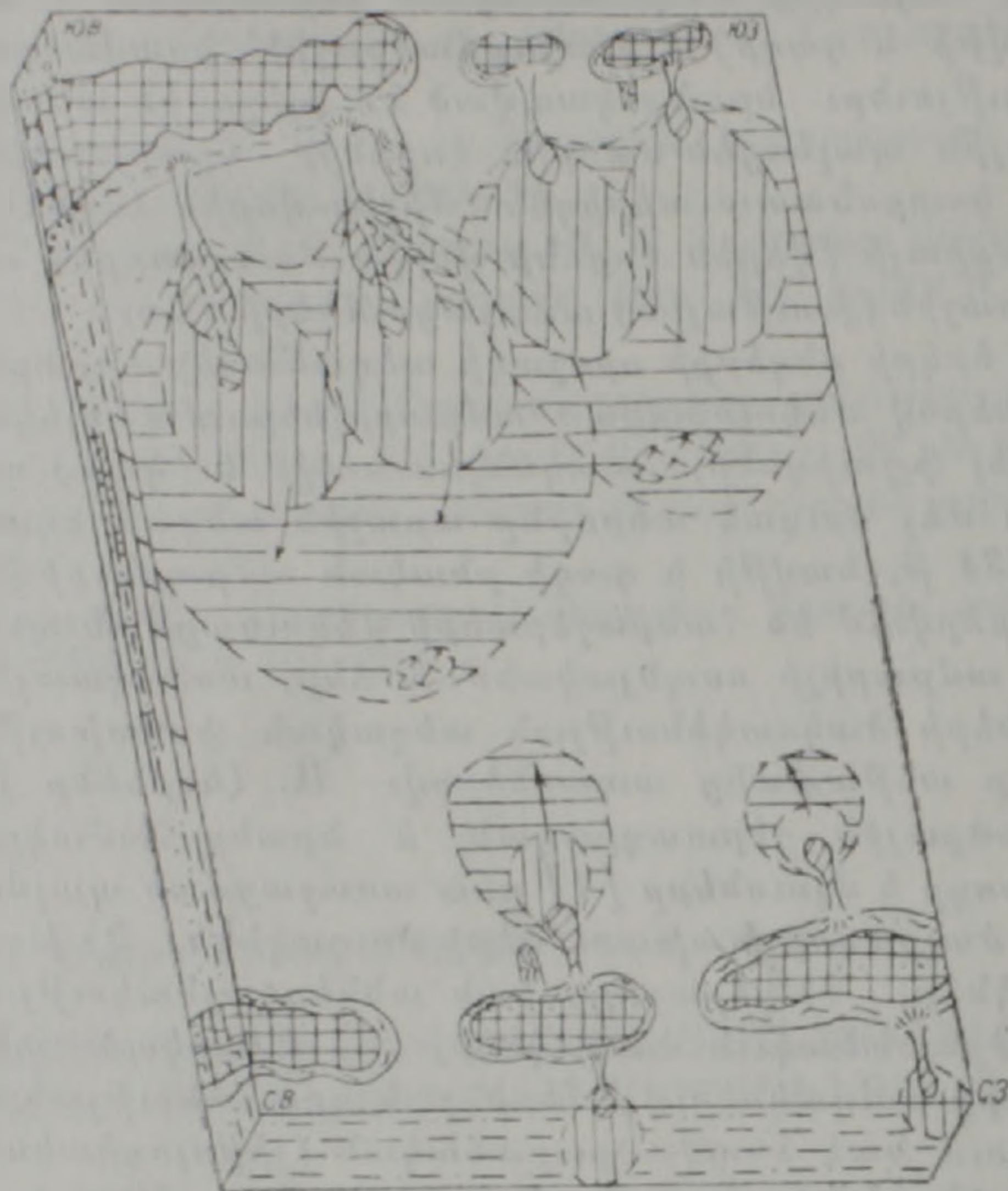
ունեցող Պանոնի, Տրանսիլվանյան և Կուրի (վերջինում հասկապես Կազան-բուլախի, Մամեդխանլիի, Սամգորիի, Պատարձեուլիի ոչ մեծ նավթագաղարեր գաշտերի) իջվածքների հետ։ Նշված իջվածքներում նավթը և գազը հանդիպում են դերազանցապես պալեոգենի և նեոգենի հասակի հաստվածքներում։

Հայաստանի պալեոգենի նստվածքներում, հատկապես Արարատյան իջվածքում և նրան հարակից տեղամասերում ենթադրվում է ածխաջրածնային ֆլյուիդների (նավթի և գազի) ոչկառուցվածքային՝ նստվածքաբանական ծուղակների առկայությունը։ Նրանք կապված են ֆլիշային ասոցիացիայի տերիգեն-կարբոնատային պալեոգեն-ստորին էոգեն), հրաբխածին-նստվածքային (միջին էոգեն), կարբոնատա-տերիգեն (միջին-վերին էոգեն) ու ստորին մուսասային ասոցիացիայի (վերին էոգենի վերին մաս-ստորին օլիգոգեն) տերիգեն ու կարբոնատային (խութային) առաջացումների հետ։

Ծուղակները երկրի ընդերքի որոշակի տեղամասեր են, որտեղ անթափանց լեռնային ապարներով մեկուսացված ամբարիչներում (կոնկետորներում) կարող են կուտակվել ֆլյուիդներ, հատկապես նավթ և (կամ) գազ։ Նավթային երկրաբանության մեջ ծուղակ տերմինը առաջին անգամ օգտագործել է Մակ Բուլաֆը [10] 1934 թ. նավթի և գազի բնական ամբարների նշանակման համար, որոնք տարբերվում են հանքաշերտերի մեկուսացման պայմանների բազմազանությամբ. ամբարիչի ոսպնյականման ձևը, ասֆալտային խցանի առաջացումը, ապարների ժակոտկենության տեղական փոփոխությունները, ամբարիչի ծածկումը անթափանց ապարներով։ Ա. Լեոբսենը [6] առանձնացնում է կառուցվածքային, շերտագրական և նրանց համակցված տիպի ծուղակներ։ Ի. Օ. Բրոդը և մյուսները [4] ըստ առաջացման պայմանների առանձնացնում են. 1) ծալքավոր խախտումների ծուղակներ, 2) խզումնային խախտումների ծուղակներ, 3) շերտագրական աններդաշնակությունների ծուղակներ, 4) նստվածքաբանական ծուղակներ, 5) թվարկած տիպերի տարբեր դուգորդությունների ծուղակներ։ Ամերիկյան գրականության մեջ շերտագրական են համարվում նաև նստվածքաբանական (լիթոլոգիական) ծուղակները։ Ա. Լեոբսենը [6] նշում է, որ որպես կանոն, որոնողահետախուզական աշխատանքների առաջին փուլում նավթը և գազը փնտրում են ավելի լայն տարածված և ավելի հեշտ բացահայտվող կառուցվածքային (անտիկլինալային կառույցներ) ծուղակներում։ Նստվածքաբանական ծուղակների բացահայտումը բնորոշ է նավթի և գազի հետախուզման հաջորդ փուլերին։ Նստվածքաբանական ծուղակները դրանք որոշակի նստվածքներից (ասյարներից) կազմված (հիմնականում ավազաքարեր, խութային կրաքարեր, դոլոմիտներ) ոսպնյակաձև, ժապավենաձև մարմիններ են, մեկուսացված ֆլյուիդամերժ ապարներով (հաճախ կավերով), որոնք բավարար ժակոտկենություն, ձեղքավորություն և թափանցելիություն ունենալու դեպքում կարող են դառնալ ջրի, նավթի և գազի ամբարիչներ։ ԱՄՆ-ում նավթի և գազի հանույթի 40 տոկոսից ավելին ստացվում է նստվածքաբանական ծուղակներից և նրանց դուգորդումից անտիկլինալային կառույցների հետ [6]։

Քանի որ մինչև այժմ Հայաստանի տարածքի անտիկլինալային կառույցներում (Շորադրյուրի, Հրադզանի, Արմավիրի) բացահայտվել են նավթի և գազի շատ փոքր կուտակներ, ապա անհրաժեշտ է հետազոտորոնողական-հետախուզական աշխատանքներում մեծ ուշադրություն դարձնել նստվածքաբանական ծուղակների բացահայտմանը, հաշվի առնելով նախորդ փուլում ստացված երկրաֆիզիկական և հորատման բոլոր տվյալները։ Հայտնի է [8], որ Հայաստանի պալեոգենի հասակի նստվածքներում, այդ թվում և Արարատյան իջվածքում լայն տարածում ունեն մինչև 5000 մ հզորության ֆլիշային ասոցիացիայի առաջացումները, և շատ մեծ է հավանականությունը, որ նրանցում կարող են լինել ստորջրյա պղտոր հոսքային (թուրբիդիտային) ծագման արտաբերման կոների խճա-ավազային մարմիններ՝ նստվածքաբանական ծուղակներ։ Նրանց չափավոր խորքային ծագումը հաստատվում է պալեոգենի թուրբիդիտային ֆլիշային առաջացումների հետ այդ մարմինների

սերտ հարաճմամբ: Այստեղ չկան ցամաքային և մերձսփնյա նստվածքների զուգորդումներ՝ բարեր և ճահճակալած լաղունային նստվածքներ: Սրանք հիմնականում ցամաքային ծայրամասերի ստորոտում ուղտոր ռոսքերի կուտակած ստորջրյա վերին արտաբերման կոներ և սապրոֆենային թիակներ են (նկ. 1):



նկ. 1 Պալեոցենի նստվածքառաջացման միջավայրի ուրվագծային մանրակերտը Հայաստանի տարածքում: 1. Ցամաք (կղզի) ցածր, միջին բարձրության լեռներով, 2. Ցամաք (կղզի) բլրահարթավայրային ուղիղով, 3. Ստորջրյա բարձրացումներ, 4. Շելֆային գոնա, 5. Ստորջրյա սողանքներ, 6—9. Թուրբիդիտային առաջացումներ, 6. Նստվածքային թիակ, 7. Վերին արտաբերման կոնի, 8. Միջին արտաբերման կոնի, 9. Ստորին արտաբերման կոնի, 10. Կոնգլոմերատներ, 11. Խճաքարեր, ավազաքարեր և խճավայրային կրաքարեր, 12. Տղմաքարեր և տղմային կրաքարեր, 13. Մերգելներ, 14. Կավեր, 15. Պալեոգոյան և մեզոգոյան կրաքարեր, 16. Կվարցային ավազաքարեր, 17. Գերազանցապես միջին կազմի հրաբխային ապարներ, 18. Թուրբիդիտային ռոսքի ուղղություն, 19. Կրային խճաքարային և խճային կրաքարերի, կրային ավազաքարերի և ավազային կրաքարերի և տղմային կրաքարերի, մերգելների և կավերի ֆլիշային տիպի հերթափոխություն, 20. Կրային տղմաքարերի և տղմային կրաքարերի, մերգելների և կավերի ֆլիշային տիպի հերթափոխություն, 21. Ծովային, գերազանցապես ուղիղ լաղիկ նստվածքներ

Արտաբերման կոների ծայրամասերում նրանք սովորաբար անցնում են պելիտային նստվածքների, հաճախ ծածկվում դրանցով, այնպես որ բրածո վիճակում պելիտային առաջացումները դառնում են ծածկոցներ, մեկուսիչներ այդ ժապավենաձև խճաավազային մարմինների համար: Պալեոցեն-ստորին էոցենի 1500մ հզորության տերիգեն կարբոնատային ֆլիշային հաստվածքի

ցամաքածին բեկորային նյութը բերվել է գերադանցապես պալեոգոյի-տրիասի ապարներից կազմված Հարավհայկական պանգվածից, որը մերկանում է Արարատյան դաշտավայրի հարավային, հրավարենիյան մասերում: Այս դանգվածը բախվել է հրային կղզիաղեղային համակարգի Փոքր Կովկասի հատվածին կավճում: Բեկորային նյութի փոքր մասը մատակարարվել է կավճումվաղ պալեոգենում այդ կղզիաղեղային համակարգի նախաաղեղային ավազանի լանջերը վրաշարժված (օրդուկցված) օֆիոլիտներից: Միջին-վերին էոցենի ֆլիշոիդ-ֆլիշային հզոր (3500մ) հաստվածքներում խճավազային մարմինների բեկորային նյութը գերադանցապես ստացվել է հյուսիսում և հյուսիսարևելքում գտնվող Փոքր Կովկասի հրաբխային կղզիաղեղային կառույցներից և մասամբ՝ հարավում ու հարավ-արևելքում մերկացած Հարավհայկական պանգվածից: Պալեոգեն-ստորին էոցենի խճավազաքարային մարմինների տերիգեն նյութը նվազող կարգով ներկայացված է կվարցով, դաշտային սփաթներով, կրաքարերի, կվարցիտների, կվարցդաշտասփաթային ավազաքարերի, յաշմանների, սպիլիտների, սերպենտիտների բեկորներով: Ցեմենտը կրային է, կավային նյութի խառնուրդով: Միջին-վերին էոցենի ֆլիշոիդ-ֆլիշային հաստվածքի բեկորային նյութը հիմնականում ներկայացված է հրաբխային ապարների (անդեզիտների, բազալտների, դացիտների և նրանց տուֆերի) բեկորներով, պլագիոկլազներով, կվարցով: Խճավազային մարմինների ցեմենտը գերադանցապես կավային է:

Հավանաբար պալեոգենի ծովային, հատկապես պելիտային նստվածքներում (նավթածին շերտաշարք) զգալի քանակությամբ կուտակված օրգանական (գերադանցապես սապրոպելային նյութը) անաերոբ մանրէների կենսագործունեությամբ դիագենեզի փուլում քայքայվել, տրոհվել է մասերի, ավելի կայուն լիպոիդային միացությունների, նավթային ածխաջրածինների առանձնացմամբ: Կատաղենեզի փուլում, որոշակի խորասուզման հետևանքով մեծացած ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում այդ մնացորդային օրգանական նյութը վերափոխվել է միկրոնավթի, գազի և տեղաշարժվելով կուտակվել բավարար ամբարիչ հատկություններ՝ ծակոտկենություն, ճեղքավորություն և թափանցելիություն ունեցող կառուցվածքային և նստվածքաբանական ծուղակներում:

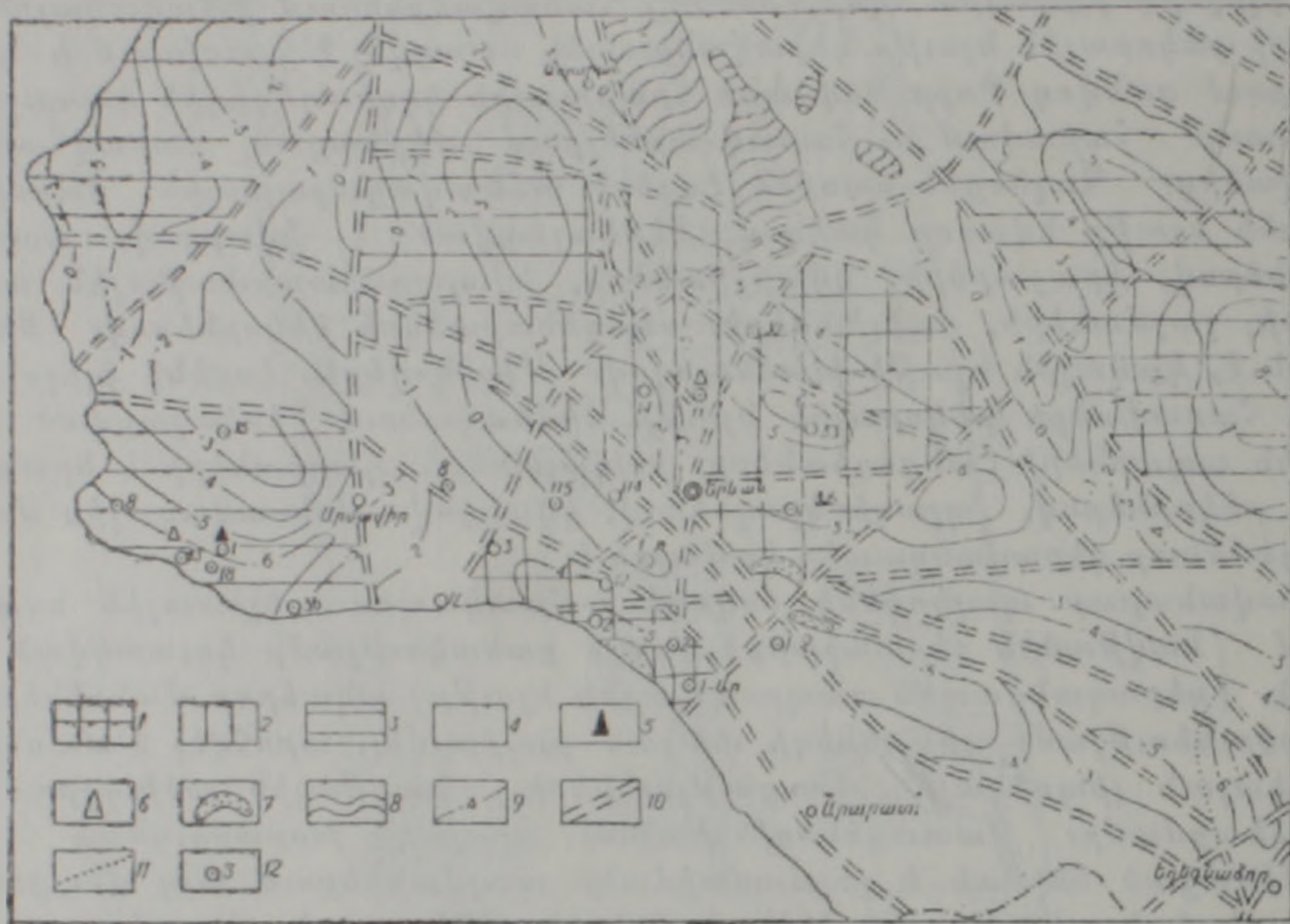
Արարատյան դաշտավայրի հյուսիսային ծայրամասում, նարեկ ու Դվին գյուղերի միջև ընկած տարածքում մերկանում է մոտ 40մ հզորության, շեղ և փսիսաձև շերտայնությամբ խճավազաքարային մարմին պալեոգեն-ստորին էոցենի հաստվածքի վերին մասում, որը թուրքիդիտային ծագման հատիկային հոսքի ժայռավենաձև առաջացում է: Հնաշխարհագրական, ֆացիա-նրստվածքաբանական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ պալեոգեն-ստորին էոցենի կտրվածքում այս մարմնի խորասուզված շարունակությունը կամ նման թաղված մարմիններ կարելի է սպասել Արարատյան իջվածքի հարավային և հարավ-արևմտյան մասերում՝ Արտաշատ—Մխչյան—Մասիս գյուղերի միջև ու արևմտյան, հյուսիս-արևմտյան մասերում՝ Արևշատ—Շորաղբյուր—Այնթափ գյուղերի միջև ընկած տարածքների մինչև 4000մ խորություններում (նկ. 2): Միջին-վերին էոցենի հրաբխանստվածքային (ֆլիշոիդային) և նրստվածքային (ֆլիշային) հզոր (մինչև 3500մ) հաստվածքներում թուրքիդիտային ծագման խճավազային թաղված մարմինների առկայությունը ենթադրվում է Եղվարդ—Ֆանտան—Արամուս գյուղերի միջև գտնվող իջվածքում, 1500—4000մ խորություններում:

Գ. Ա. Ռիթենհաուսը [11], ըստ ծագման առանձնացնում է սկզբնական նստվածքաբանական ծուղակներ, որոնք ձևավորվել են նստվածքակուտակման փուլում և երկրորդային ծուղակներ, կազմավորված դիագենեզիկ պրոցեսների հետևանքով: Պալեոգենի կտրվածքում առաջարկվող ծուղակները գերադանցապես սկզբնական նստվածքաբանական ծագման ծուղակներ են: Իհարկե չի բացառվում նաև դիագենեզիկ ծագման նստվածքաբանական ծուղակների առկայությունը Հայաստանի տարածքի պալեոգենի կտրվածքներում:

Ինչպես նշում է Ռ. Վուրքերը [13], նավթի և գազի թուրքիդիտային ծագ-

ման ծուղակների օրինակներ են Կալիֆորնիայի (Լոս Անջելես, Վենտուրա, Մեծ Հովիտ), Լուիզիանայի (Ակբերի), Հյուսիսային ծովի ավազային մարմինները, այդ թվում և Ֆորտիս ու Մոնթրոուզ խոշոր հանքավայրերը:

Արփա, Վեդի և Հրազդան գետերի ավազաններում մերկացող, վերին էոցենի և ստորին օլիգոցենի կարբոնատային խուժային բրածո կառույցների



նկ. 2. Հայաստանի պալեոգենի նստվածքների նավթագազարերության հեռանկարների ուրվագծային բարտեզ: 1. Պալեոգենի նստվածքների նավթագազարերության ավելի հեռանկարային դաշտեր, որտեղ կարելի է սպասել նաև նստվածքաբանական և աններդաշնակ շերտագրական ծուղակներ: 2. Պալեոգենի նստվածքների հեռանկարային դաշտեր: 3. Պալեոգենի նստվածքների նվազ հեռանկարային դաշտեր: 4. Պալեոգենի նստվածքների ոչ հեռանկարային դաշտեր: 5. Նավթի երևակումներ հորատանցքներում: 6. Այրվող գազի երևակումներ հորատանցքներում: 7. Պղտոր հոսքային ծագման նստվածքաբանական ծուղակ կազմող իմպակային մեկուսացված մարմիններ: 8. Բյուրեղացած հիմքի լիքերը երկրի մակերևին: 9. Բյուրեղային հիմքի իզոգծերը կլիմատերերով: 10. Բյուրեղային հիմքի իզովածքներ: 11. Նավթագազարերության տարբեր հեռանկարներ ունեցող դաշտերի սահմանները, որոնք չեն հաջրակնում խզումների հետ: 12. Խորը հորատանցքեր:

տարածման վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ Շորադրյուր—Ծղվարդ—Փարաբար գյուղերի միջև ընկած տարածքում հնարավոր է նաև թաղված խուժային կառույցների առկայությունը: Հայտնի է, որ Իրանի միջլեռնային իջվածքներում օլիգոցեն-ստորին միոցենի (Ասմարի) կրաքարային (այդ թվում և խուժային) հաստվածքը նավթագազարեր է [4]:

Նստվածքաբանական ծուղակների բացահայտման և սահմանազատման համար Արարատյան իջվածքի վերը նշված տեղամասերում սկզբում անհրաժեշտ է կատարել մանրակրկիտ երկրաֆիզիկական (հատկապես սեյսմահետախուզական), երկրաքիմիական (հատկապես հողի տակի օդի գազային հանույթ) հետազոտություններ և դրական արդյունքներ ստանալու դեպքում՝ հորատման աշխատանքներ:

Նշված մեթոդներով կարելի է բացահայտել նաև նավթի ու գազի շերտագրական աններդաշնակ էկրանավորում ունեցող ծուղակները: Նման ծուղակներ Հայաստանի Հանրապետության տարածքում կարելի է սպասել Արաքս գետի ավազանում, հատկապես Այնթափ—էջմիածնի հորատային բարձրաց-

ման շրջանի երկրաբանական կտրվածքում: Այս շրջանի և հարակից տեղա-
մասերի խորը հորատման անցքերով բացահայտված շերտագրական աններ-
դաշնակությունների տվյալները ներկայացված են աղյուսակ 1-ում: Հասկա-

Աղյուսակ 1

Արաքս գետի միջին ավազանում (Հայաստան) հորատանցքերով բացահայտված
շերտագրական աններդաշնակությունները

Հորատանցք	Շերտագրական աններդաշնակության		
	խորու- թյունը, մետր	ստորին հաստվածքի հասակը	վերին հաստվածքի հասակը
1-Այնթափ	518	մինչքեմր- ստորին պալեոզոյ	վերին էոցեն
115-Զվուրթնոց	972	մինչքեմր- ստորին պալեոզոյ	վերին օլիգոցեն-ստորին միոցեն (խայտաբղետ շերտախումբ)
114-Փարաբար	1010	մինչքեմր- ստորին պալեոզոյ	միջին էոցեն
15-Կարմրաշեն	2445	կավիճ (օֆիոլիտային ասոցիացիա)	էոցեն
12-Նեջերլու	2805	կավիճ (օֆիոլի- տային ասոցիացիա)	պալեոցեն-ստորին էոցեն
1-Արտաշատ	1810	պալեոցեն-ստորին էոցեն	վերին օլիգոցեն- ստորին միոցեն
2-Մասիս	2412	պալեոցեն-ստորին էոցեն	վերին օլիգոցեն- ստորին միոցեն
11-Միշյան	1960	պալեոցեն-ստորին էոցեն	վերին օլիգոցեն- ստորին միոցեն
14-Հրազդան	2364	միջին պալեոզոյ	վերին կավիճ

նալի է, որ ավելի մեծ հետաքրքրության են արժանի այն շերտագրական ան-
ներդաշնակությունները, որտեղ հուսալի ֆլյուիդամերժ էկրան հանդիսացող
հաստվածքների տակ տեղադրված են հավանական նավթագազաբեր շերտա-
խմբերը: Ներկայումս նավթագազաբեր են համարվում Արաքս գետի ավազա-
նի պալեոգենի (հատկապես պալեոցեն-ստորին էոցենի) հզոր նստվածքային
շերտախմբերը: Թեև պալեոցեն-ստորին էոցենի ֆլիշային հզոր նստվածքնե-
րը այստեղ աններդաշնակ ծածկվում են օլիգոցեն-ստորին միոցենի մոլասա-
յին (հաճախ խայտաբղետ) շերտախմբով, սակայն վերջինս էլ իր հերթին
ներդաշնակ ծածկվում է ֆլյուիդամերժ աղաբեր (միջին միոցեն) և ապա նոր-
մալ ծովային, ավազակավային (միոցենի սարմատի հարկ) շերտախմբերով:
Այսպիսով նպատակահարմար է առաջին հերթին որոնողա-հետախուզական
աշխատանքներ կատարել Այնթափ—էջմիածնի հորստային բարձրացման հյու-
սիսային և հարավային թևերում տեղադրված պալեոցեն-ստորին էոցենի նրստ-
վածքների հետ կապված շերտագրական, նստվածքաբանական, ինչպես նաև
նրանց հետ զուգորդվող կառուցվածքա-շերտագրական ծուղակների բացա-
հայտման համար: Նման ծուղակների որոնման աշխատանքներ երկրորդ հեր-
թին պետք է տանել Կենտրոնական (Պանտան—Արամուսի) ճկվածքի հյուսի-
սային թևում, հատկապես պալեոգենի նստվածքներով ներկայացված տեղա-
մասերում:

Աշխատանքը իրականացված է 22 պետբյուջեից ֆինանսավորվող 92-223
և 92-242 ծածկագրով թեմաների շրջանակներում:

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ЛОВУШКИ НЕФТИ И ГАЗА В ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

А. А. Садоян, Ю. Р. Каграманов

Резюме

Впервые выдвигается гипотеза о существовании литологических ловушек нефти и газа в мощных (около 6 км) толщах палеогена Республики Армения. Эти ловушки в основном представлены песчано-гравийными телами конусов выноса турбидитов (подводных мутьевых потоков), накопившихся на подножье континентального склона Южно-армянского блока (микроконтинента). В дальнейшем они были изолированы, погребены мергелями, глинами (флюидоупорами). Литолого-фациальный и палеогеографический анализ показывает, что ловушки турбидитного генезиса можно ожидать в палеоцен-эоценовых отложениях Араратской впадины и сопредельных районов, на глубинах до 4,5 км. Ожидаются также небольшие рифовые и карбонатные ловушки в разрезах верхнего эоцена-олигоцена, на глубинах до 3 км. Для выявления и оконтуривания подобных ловушек в Араратской впадине и в сопредельных участках нужно проводить геофизические и геохимические исследования, а после получения положительных результатов — буровые работы.

LITHOLOGICAL TRAPS FOR OIL AND GAS IN THE PALAEOGENE SEDIMENTS IN ARMENIA

H. A. Sadoyan, Yu. R. Kagramanov

Abstract

The hypothesis on oil and gas lithological traps existence in the thick (about 6 km) Palaeogene strata is set forth for the first time. Traps are represented mainly by sandygravel bodies of turbidite fans—submarine turbidity flows. The traps of turbidite genesis may be also expected in the Palaeocene-Eocene deposits of the Ararat Valley and adjacent regions at the depths down to 4.5 km. Small reef carbonate traps may occur in the Upper Eocene-Oligocene sections at the depths down to 3 km.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аракелян Р. А., Мелик-Бархударов К. Б., Толмачевский А. А., Ташян А. А. Перспективы нефтегазоносности олигоценовых и миоценовых отложений Армении и дальнейшее направление геолого-разведочных работ.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1967, т. XX, № 2, с. 35—47.
2. Арзуманян С. К. Оценка перспектив нефтегазоносности Араратской низменности и сопредельных областей и направление геологоразведочных работ на нефть и газ.—Изв. АН АрмССР, сер. геол. и геогр. наук, 1962, т. XV, № 5, с. 59—68.
3. Асланян А. Т., Арутюнян А. Р., Аракелян Р. А., Гулян Э. Х., Дурмишян А. Г., Мурадян В. М. О перспективах нефтегазоносности территории Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1971, т. XXIV, № 3, с. 23—38.
4. Бакиров А. А., Варенцов М. И., Бакиров Э. А. Нефтегазоносные провинции и области зарубежных стран. М.: Недра, 1971, 541 с.

5. Брод И. О., Еременко Н. А. Основы геологии нефти и газа. М.: Гостоптехиздат, 1957, 260 с.
6. Буш Д. А. Стратиграфические ловушки в песчаниках. М.: Мир, 1977, 215 с.
7. Леворсен А. Геология нефти и газа. М.: Мир, 1970, 639 с.
8. Садоян А. А. Особенности образования флишевой формации датского яруса эоцена Армянской ССР и сопредельных районов.—Литол. и полезн. ископаемые, 1983, № 2, с. 43—56.
9. Садоян А. А. Литология палеогена Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1989, 288 с.
10. Mc Collough E. H. Structural influence on the accumulation of petroleum in California. In: Problems of petroleum geology, Am. Assoc. Petrol. Geology, Tulsa, Okla., 1934, p. 735—760.
11. Rittenhouse G. Stratigraphic trap classification. In: Stratigraphic oil and gas field-classification methods, and gas histories. King R. E. ed.; Jonth publ. Am. Assoc. Pet. Geol. and Soc. Explor. Geophys. AAPG Memoir 16, SEG Spec. Publ. № 14, Tulsa, 1972, p. 14—28.
12. Stauffer F. H. Grain-flow deposits and their implications. Santa Yenez Mountins, California. Jour. Sed. Petrology, 1967, v. 37, p. 487—508.
13. Walker R. G. Deep water sandstone facies and ancient submarine fans model for explorations for stratigraphic traps. AAPG Bull, 1978, v. 62, p. 932—966.

Известия НАН РА, Науки о Земле, XLIX, 1996, № 1—3, 39—46

ФОРМАЦИОННАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ МАРДЖАНСКОГО ЗОЛОТО-СВИНЦОВО-СУРЬМЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РУДНОГО ПОЛЯ

© 1996 г. Ш. О. Амирян, М. С. Азизбекян, А. З. Алтунян

*Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 15.03.96.*

В статье на основании геологических условий образования и размещения месторождений Азатек и Марджан, а также минералого-геохимических и структурно-текстурных особенностей руд, парагенезисов минералов и рудообразующих элементов установлены сходство этих месторождений и их принадлежность к золото-свинцово-сурьмяной формации. Эта формация совместно с медной, медно-молибденовой, полиметаллической и золото-полиметаллической формациями составляет единый генетический ряд и выступает в участках погружения Памбак-Зангезурского антиклинория.

Формационная принадлежность месторождений металлических полезных ископаемых определяет их генетическое и промышленное значение и играет важную роль в прогнозной оценке перспектив рудных районов, полей и месторождений.

Марджанское месторождение золото-сульфидных руд, по выделению И. Г. Магакьяна, находится в Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоне, которая характеризуется, главным образом, полиметаллическим, медным, медно-молибденовым, железорудным, золото-полиметаллическим, золото-свинцово-сурьмяным, редкометальным и реальгар-аурипигментовым оруденением.

В геологическом строении зоны участвуют вулканогенные и частично осадочные толщи эоцен-олигоцен-миоценового времени, которые слагают крупный антиклинорий северо-западного простирания. Отме-

ченные отложения трансгрессивно залегают на древнем фундаменте. Интенсивная складчатость охватывает все отложения до олигоцена и миоцена включительно. В участках вздымания антиклинория обнажаются породы фундамента с крупными интрузивными массивами эоцен-олигоцен-миоценового возраста. В местах погружения встречаются малые субвулканические интрузии гранодиоритов, сиенито-диоритов, кварцевых монзонитов, дайки диорит-порфиритов, диабазовых порфиритов, кварцевых порфиров и экструзии андезито-дацитов олигоцен-миоцена и плиоцена.

Марджанское месторождение и другие проявления рудного поля приурочены к участку погружения антиклинория, поэтому в геологическом строении рудного поля участвуют, в основном, породы верхнего структурного этажа—гидротермально-измененные порфириты, туфобрекчии порфиритов, туфопесчаники, редко песчаники, прорванные небольшими интрузиями гранитоидов, жилами диорит-порфирита, гранит-порфира и экструзиями андезито-дацитов. Отмеченные породы подвергнуты воздействию складчатых и разрывных нарушений. Наиболее смятые и гидротермально измененные породы являются вмещающими для кварцево-сульфидных жил и зон прожилково-вкрапленной минерализации. Обычно они приурочены к сравнительно крупным разрывным нарушениям и их оперениям.

В наиболее приподнятых эродированных участках зоны выступают железорудные, медные, медно-молибденовые и нередко полиметаллические и золото-сульфидные (полиметаллические) месторождения, а в погружениях—в основном полиметаллические, золото-полиметаллические, золото-свинцово-сурьмяные, реальгар-аурипигментовые месторождения и проявления со слабым медно-молибденовым оруденением. Генетическая и парагенетическая связь оруденения с гранитоидным интрузивным магматизмом и близкими по возрасту малыми интрузиями, а также субвулканическими образованиями свидетельствует о существовании единого ряда рудных формаций—медной, медно-молибденовой, молибденовой, полиметаллической, золото-полиметаллической, золото-сульфидно-теллуридовой, золото-свинцово-сурьмяной, сурьмяной и реальгар-аурипигментовой. В зависимости от конкретных геодинамических, магматических и структурных условий, в той или иной части зоны проявляются определенные члены указанного ряда. Так, в Зангезурском (Мегринском) рудном районе проявляются железорудная, медная, медно-молибденовая, молибденовая, полиметаллическая и золото-полиметаллическая формации, а в Баргушатском и Айоцзорском рудных районах—полиметаллическая, золото-полиметаллическая, золото-свинцово-сурьмяная и редкометальная формации со слабым проявлением медных, медно-молибденовых руд. Баргушатский и Айоцзорский рудные районы имеют много общего в геологическом, магматическом, структурном и металлогеническом отношении, что и обусловило сходство Марджанского и Азатекского месторождений.

Аналогичность Азатекского и Марджанского месторождений и их принадлежность единому формационному типу подтверждаются также минеральными парагенезисами и геохимическими ассоциациями элементов, формами и размерами рудных тел, характером развития гидротермальных процессов, физико-химическими условиями минералообразования и структурно-текстурными особенностями руд.

Как на одном, так и на другом месторождении развиты кварц-пиритовый, кварц-пирит-халькопиритовый, кварц-карбонат-халькопирит-молибденитовый (второстепенного значения), кварц-карбонат-халькопирит-сфалерит-галенитовый, кварц-карбонат-галенит-сфалерит-суль-

фоантимонитовый, кварц-антимонит-сульфоантимонитовый парагенезисы и соответствующие им стадии минерализации (табл. 1). На том и на другом месторождении сравнительно повышенными концентрациями золота и серебра отличаются пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовый, галенит-сфалерит-сульфоантимонитовый и антимонит-сульфоантимонитовый парагенезисы.

Для обоих месторождений характерными геохимическими ассоциациями являются: кварц-железо- (Cu, Pb, Zn)—S; Q—Fe—Cu—S—Mo, (Zn, Pb, As, Sb, Au, Ag); Q—Ca—Fe—Cu—Pb—Zn—As—Sb—S—Au—Ag—Cd—In—(Se, Te, Bi, Ga, Ge, Tl, Sn); Q—Ca—Sb—Pb—Cu—As—S—(Au, Ag, Se, Te, In, Cd, Tl, Ga, Ge); Q—Ca—As—S—Sb—(Cu, Zn, Pb, Bi, Au, Ag, Cd); Q—Ca—Ba; Al—Mn—Mg—Ni—Co—Ti—Sn.

Как видно, в составе руд преобладают те элементы, которые на кривых атомных объемов занимают восходящие линии и характеризуются ионами с 18-электронными оболочками. Таким образом, близость химических и физических свойств атомов обуславливает их совместное нахождение и определяет формационный тип руд.

Парагенезис Q-Mo-Cu-Fe связан с наиболее ранним медно-молибденовым рудопроявлением, а Al-Mn-Mg-Ni-Co-Ti-Sn—скорее всего и главным образом, связан с рудовмещающими породами и к продуктам гидротермального оруденения никакого отношения не имеет. Сравнение минералого-геохимических особенностей руд Марджанского и Азатекского месторождений показывает полную аналогию. Идентичность минерального состава проявляется не только в составе главных рудообразующих и жильных минералов, но и в составе редких минералов (табл. 1, 2, 3).

Главными рудообразующими элементами для Марджанского и Азатекского месторождений являются Fe, Cu, Pb, Zn, Sb, As, Au, Ag, Bi, Se, Te, In, Cd, Ga, Ge, Si, Ca, S. Второстепенное значение имеют Mo, Ni, Co, Sn, Ti.

По концентрации главные рудообразующие элементы составляют такой убывающий ряд: Fe→Zn→Pb→Cu→Sb→As→Ag→Au. Золото-серебряное отношение, по данным подсчета запасов для Марджанского месторождения, составляет от 1:50 до 1:170 для отдельных минеральных типов руд, что также сходно с Азатекским. Отношение свинец-цинк варьирует от 1:1 до 1:2. Цинк, свинец, медь по содержанию составляют такой убывающий ряд: Zn→Pb→Cu.

Характерными структурно-текстурными рисунками для руд обоих месторождений являются массивные, брекчиевые, брекчиевидные, полосчатые, метаколлоидные текстуры, а также цементации, замещения, из структур отмечаются зернистые, коррозионные, колломорфные, распада, замещения и взаимных границ.

Известно, что каждая формация руд выделяется своими особыми геолого-структурными и другими условиями рудообразования, в том числе формами и размерами рудных тел, характером заполнения рудоконтролирующих структур.

Характерными особенностями рудных тел являются жилы и зоны прожилково-вкрапленной минерализации. Жилы сложного строения—четковидные, разветвленные, нередко полосчатого строения, замещения и цементации одних минеральных агрегатов другими. Контакты жил четкие с глиной трения. На Марджанском месторождении рудные тела приурочены к северо-западным разрывным нарушениям с падением на северо-восток под крутыми углами (70—80°). По простиранию они прослеживаются на сотни метров (300—700 и нередко до

Стадии минерализации (парагенезисы минералов) и их минеральный состав Азатекского и Марджанского рудных полей

Азатекское рудное поле		Марджанское рудное поле	
Стадии минерализации	Минеральный состав руд	Стадии минерализации	Минеральный состав руд
Кварц-серноколчеданная (пиритовая)	Кварц, пирит (сфалерит, халькопирит, пирротин, марказит, анкерит, магнетит)*	Кварц-пиритовая	Кварц, пирит, халькопирит (сфалерит, галенит, пирротин, марказит, гематит, магнетит, анкерит).
Кварц-медно-молибденовая (проявлена на отдельных участках—Каялу).	Кварц, пирит, халькопирит, молибденит (магнетит, гематит, сфалерит, марказит, карбонаты).	Кварц-карбонат-халькопирит-молибденитовая (проявлена слабо).	Кварц, карбонаты, халькопирит, молибденит, пирит (сфалерит, магнетит, гематит).
Кварц-кальцит-поллиметаллическая (имеет широкое проявление)	Кварц, кальцит, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, бл. руды, золото, арсенопирит, теллуризмутит, галеновисмутит, гессит, алтант, тетрадимит, айкиннит, козалит, бурнонит, висмутин и др.).	Кварц-карбонат-халькопирит-галенит-сфалеритовая (проявлена широко).	Кварц, кальцит, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, бл. руды, золото (тетрадимит, бурнонит, буланжерит, гессит и др.).
Кварц-карбонат-сульфоантимонитовая (проявлена широко).	Кварц, халцедон, кальцит, буланжерит, плагионит, семсент, геокронит, цинкениит (золото, бл. руды, сфалерит, галенит, пирит, серебро и др.).	Кварц-карбонат-сульфоантимонитовая (проявлена слабо)	Кварц, кальцит (пирит, халькопирит, галенит, сфалерит), буланжерит, бурнонит, семсент, геокронит, цинкениит (золото, серебро, бл. руды и др.).
Кварц-антимонитовая (проявлена на Правобережном участке)	Кварц, антимонит (пирит, сфалерит, галенит, бл. руды, золото и др.).	Кварц-антимонитовая (проявлена слабо).	Кварц, кальцит, антимонит (галенит, сфалерит, золото, бл. руды, сульфоантимониты и др.).
Кварц-карбонат-баритовая	Кварц, кальцит, анкерит, барит (пирит, гематит и др.).	Кварц, карбонатовая	Кварц, кальцит, анкерит (барит, пирит и др.).

* В скобках второстепенные минералы

Таблица 2

Содержание основных рудообразующих элементов в главных типах руд и минералах Азатекского и Марджанского месторождений
(по спектр., хим.-сп. и хим. анализам)*

Главные ти- пы руд и минералы	Содержание элементов ■ % %							
	Ni	Co	Cu	Pb	Sb	Bi	As	Zn
Пиритовый	0.001—0.005	0.001—0.03	0.03—0.1	0.03—0.1	0.01—0.03	0.001—0.008	0.001—0.003	0.03—0.1
	0.0004—0.0032	0.001—0.013	0.01—0.075	0.01—0.02	0.0003—0.04	0.0001—0.0003	0.009—0.02	0.01—0.02
Полиметал- лический	0.001—0.003	0.001—0.03	>3.0	>3.0	1.0—3.0	0.001—0.110	0.1—1.0	>3.0
	0.0003—0.001	0.001—0.005	0.69	0.8	0.0016—0.56	0.001—0.03	0.1—0.4	1.5
Сульфидно- антимонитовый	—	—	0.1—3.0	0.3—3.0	3.5	0.001—0.3	0.003—1.0	0.1—1.0
	0.00042—0.00075	0.001—0.013	0.01—0.13	0.075—0.75	0.01—0.56	0.0001—0.001	0.010—0.075	0.032—1.5
Антимонитовый	—	—	0.03—1.0	0.03—1.0	3—10	0.001—0.01	0.03—0.1	1—3
	—	—	0.05—1.0	0.03—0.32	0.5—5.0	0.001	0.075	1—2.4
Пирит	0.005	0.01	0.3	0.1	0.03	0.003—0.1	0.1	0.5
	0.003	0.003	0.075	0.075	0.001	0.00075	0.1	0.3
Халькоп- рит	—	—	>10.0	0.3	0.01—0.05	0.001—0.01	3.0	0.3
	—	—	>10.0	0.08	0.03	0.0075	1.7	0.5
Сфалерит	—	—	1.0—3.0	0.1—0.5	0.3—0.5	0.0003—0.1	0.5—1.0	>10.0
	—	—	3.0	0.3	0.5	0.01	0.5	>10.0
Галенит	0.001	0.003	0.1—0.3	>10.0	0.1—0.3	0.03—0.8	0.1	0.1—0.2
	0.00075	0.003	0.1	>10.0	0.3	0.05	0.1	0.2
Бл. руды	—	—	>10.0	1.0	>10.0	0.01—0.1	>10.0	3.0
	—	—	>10.0	1.3	>10.0	0.05	>10.0	1.0—3.0

* В числителе по Азатекскому месторождению, в знаменателе—по Марджанскому.

Содержание редких и благородных элементов в главных минеральных типах руд
Азатекского и Марджанского месторождений (по штуфным обр., по данным хим.,
спектр., хим.-сп. и пробирных анализов)*

Главные ти пы руд	Содержание редких и благородных элементов в г/т								
	Se	Te	Cd	In	Ga	Ge	Hg	Au	Ag
Пиритсвый	15.0	30.0	сл — 10.0	—	10.0 — 30.0	1.0 — 3.0	—	10.0 — 50.0	3.0 — 50.0
	12.0	33.0	20.0	—	5.0 — 10.0	2.0	—	2.86	0.001 — 0.1
Полиметал- лический	10 — 350	сл. — 300	1000 — 3000	1.0 — 10.0	30.0	3.0	5.0	2.7	243.0
	18.0	19.0	423.0	3.0	15.0 — 20.0	2.0	3.0	2.7	513.8
Сульфидно- монитовый	10.0 — 30.0	10.0 — 30.0	100.0 — 300.0	3.0 — 5.0	3.0 — 10.0	1.0 — 3.0	3.0 — 50.0	3.5	550.0
	12.0	40.0	33.0	1.0 — 3.0	3.0 — 5.0	2.0	3.0 — 5.0	—	—
Антимони- товый	170.0 — 250.0	5.0 — 25.0	30.0 — 100.0	1.0 — 100.0	3.0 — 10.0	1.0 — 3.0	5.0 — 100.0	0.5 — 2.0	100.0 — 300.0
	3.0	не обн.	210.0	1.0 — 3.0	1.0 — 5.0	1.0 — 3.0	3.0 — 5.0	0.4	6.4

* В числителе по Азатеку, в знаменателе — по Марджану.

1000 м), а по падению 300—400 м, при мощности 0,1—2,3 м (в раздувах). Мощность кварцево-сульфидных жил и прожилков составляет 3—10 см, нередко до 50—60 см. По имеющимся данным, вертикальный размах оруденения составляет 350—400 м, промышленная часть составляет 200—250 м. Аналогичными морфологическими особенностями и размерами рудных тел характеризуется и Азатекское месторождение (Ш. О. Амирян, А. Г. Акопян, 1964).

Изложенные выше факты геологического, геолого-структурного, магматического, минералогического, геохимического и структурно-текстурного характера, а также данные физико-химических условий минералообразования и возраста оруденения в совокупности свидетельствуют об аналогичных условиях формирования Марджанского и Азатекского месторождений и принадлежности их к единой золото-свинцово-сурьмяной формации.

Перспективы месторождений этой формации по сравнению с другими (золото-полиметаллическими, золото-сульфидно-теллуридовыми) несколько ограничены. Они по запасам полезных ископаемых относятся к средним и характеризуются комплексностью руд, что несколько повышает их промышленное значение. Наряду с золотом и серебром, руды этих месторождений отличаются повышенными содержаниями и запасами меди, свинца, цинка, сурьмы, мышьяка, редких элементов—висмута, кадмия, индия, селена, теллура и др элементов, что несколько повышает их комплексное значение.

Рудные поля с марджанским (азатекским) формационным типом перспективны на глубину по медным, медно-молибденовым, полиметаллическим и золото-полиметаллическим типам, с которыми составляют единый генетический ряд. Это хорошо наблюдается на продолжении Памбак-Зангезурской зоны на северо-западе (Памбакский рудный р-н) и юго-востоке (Зангезурский рудный р-н). С этой точки зрения перспективными могут быть и те участки погружения мегантиклинория, которые покрыты потоками андезито-базальтов.

Работа выполнена в рамках темы 96—108, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

ՄԱՐԶԱՆԻ ՈՍԿԻ-ԿԱՊԱՐ-ԾԱՐԻՐԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՖՈՐՄԱՅԻՈՆ ՊԱՏԿԱՆՆԵԼԻՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՆՐԱ ՀԱՆՔԱԳԱՇՏԻ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ

Շ. Հ. Ամիրյան, Մ. Ս. Ազիզբեկյան, Ա. Զ. Ալբունյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հանքավայրերի ֆորմացիոն պատկանելիությունը որոշում է նրանց պե-
նետիկ և արդյունաբերական նշանակությունը ու կարևոր դեր է խաղում նրանց
հանքադաշտերի հեռանկարների գնահատման գործում: Մարջանի հանքավայ-
րը գտնվում է Փամբակ—Զանգեզուրի ստրուկտուր-մետադաժին գոտում և հա-
րում է հյուսիս-արևմտյան տարածման խոշոր անտիկլինորիումի խորասուզ-
ման մասերին, որտեղ լայն տարածում ունեն էոցեն-միոցենային հասակի
հրաբխածին և մասամբ նստվածքային հաստվածքի ապառները, կտրտված
երիտասարդ գրանիտոիդներով ու նրանց երակային տարատեսակներով: Այդ
մետադաժին գոտու համար բնորոշ են պղնձի, պղինձ-մոլիբդենային, բազ-
մամետաղ, ոսկի-կապար-ծարիրային ֆորմացիայի հանքայնացումները, ո-
րոնք կազմում են մեկ միասնական գեներալի շարք: Անտիկլինորիումի բարձ-
րացված և ավելի լվացված մասերում (Զանգեզուրի և Փամբակի հանքային

շրջաններ) խոշոր ինտրուզիվ մարմինների հետ միասին հանդես են գալիս զլխավորապես պղինձ-մոլիբդենային և բազմամետաղ ֆորմացիաների հանքավայրերը, իսկ խորասուզված մասերում (Բարպուշատի և Հայոց ձորի հանքային դաշտեր) մերկանում են սուրհրաբխածին և էքստրուզիվ ու փոքր ինտրուզիաների ելքերը զլխավորապես ոսկի-սուլֆիդային, ոսկի-կապար-ծարիրային և երբեմն էլ ավելի հրիտասարդ ռեալյար-աուրիպիգմենտային հանքատեսակներով:

Ազատեկ և Մարջան հանքավայրերի առաջացման և տեղայնացման հրկրաբանական պայմանների, հասակի և միներալա-երկրաբխմիական ու ստրուկտուր-տեքստուրային առանձնահատկությունների նմանությունը թույլ է տալիս նրանց վերագրել ոսկի-կապար-ծարիրային ֆորմացիոն տիպին որով և որոշվում է այդ հանքավայրերի արդյունաբերական նշանակությունը և հեռունկարները:

FORMATIONAL IDENTITY OF THE MARJAN GOLD-LEAD-ANTIMONY DEPOSIT AND PROSPECTS OF IS RE FIELD

Sh. H. Amirian, M. S. Azizbekian, A. Z. Altounian

A b s t r a c t

Basing on the geological conditions of formation and location of the Azatek and Marjan deposits, as well as mineralogical-and-geochemical and structural-and-textural specific features of ores, and parageneses of minerals and rock-forming elements, the similarity of these deposits and their identity with gold-lead-antimony formation are found. This formation, together with copper-molybdenum, complex ore and gold-complex ore ones, constitutes a common genetic series and is protruded in the subduction sites of the Pambak-Zangezour anticlinorium. The formational identity of the deposits defines their genetic and industrial significance and plays an important role in forecasting evaluation of ore regions, fields and deposits.

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НА ПРИМЕРЕ МАРДЖАН-МАЗМАЗАКСКОГО РУДНОГО УЧАСТКА

© 1996 г. Р. С. Симонян

Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24 а, Республика Армения
Поступила в редакцию 3.09. 96.

Изучение парагенетических ассоциаций химических элементов позволяет выявить геохимическую зональность рудных образований, выяснить тип этой зональности, а также определить формационную принадлежность геохимических аномалий. Изменения парагенетических ассоциаций в пространстве и во времени указывают на полиформационный характер оруденения, его много-стадийность и позволяют более аргументированно оценить уровень эрозийного среза рудных образований.

Рассматривая парагенезис как системное явление, отметим, что под парагенетической ассоциацией мы понимаем группу сонаходящихся в конкретном геологическом объекте элементов, сходно (как по интенсивности, так и по знаку) реагирующих на изменения параметров среды и характеризующихся, в связи с этим, сопряженностью и однонаправленностью изменения их содержаний в пространстве объекта. Классифицирующие процедуры по выделению составов парагенетических ассоциаций приводятся во многих пособиях по статистическому анализу и теории вероятностей и, по этой причине, здесь не рассматриваются.

В качестве эталонного «обучающего» объекта было выбрано Марджанское золото-полиметаллическое месторождение, на различных гипсометрических уровнях, которого были выделены парагенетические ассоциации элементов. Выявленные закономерности парагенетического анализа сравнивались с аналогичными исследованиями в пределах геохимических аномалий примыкающего к месторождению Мазмазакского участка, считающегося потенциально рудоносным.

Месторождение локализовано в средне-верхнеэоценовых вулканогенно-обломочных образованиях, представленных лавами, лавовыми брекчиями, туфами андезито-базальтов с прослоями туфопесчаников. Наблюдаются субвулканические тела андезитов и базальтов. Широкое развитие имеет дайковый комплекс диорит-порфириров и риолитовых порфириров (кварцевых порфиров) средне-верхнего эоцена. Этот комплекс вместе с субвулканическими образованиями, по данным О. П. Гуюмджяна [3], перекрыт покровами лавобрекчий, андезитовых туфов и андезито-дацитов среднемиоценового возраста. Оруденение представлено жилами и жильными зонами, развитыми в пирокластических образованиях. Нередко жилы приурочены к контактам даек с гидротермально измененными породами. По мнению А. И. Карапетяна [2], в пространстве рудного поля месторождения совмещены продукты рудообразовательных процессов раннеорогенной (собственно золото-полиметаллические руды верхнего эоцена—нижнего олигоцена) и позднеорогенной (реальгар-аурипигментовая минерализация миоценового возраста) стадий развития области. В составе руд участвуют: пирит, галенит, сфалерит, пирротин, блеклые руды, аурипигмент, реальгар, антимонит, буланжерит, геокронит, самородное золото, самородное серебро, марказит, энаргит и др. Жильные минералы представлены кварцем, кальцитом, реже-баритом.

Мазмазакский участок характеризуется (рис. 1) многочисленными мелкими рудопроявлениями различного типа, возраста и состава. Это грейзеновые рудопроявления молибдена нижнемиоценового возраста, гидротермальные полиметаллические проявления, связанные с дайковым комплексом порфиров и малыми интрузиями, проявления мышья-



Рис. 1. Схематическая геологическая карта участка Мазмазак (Аревис) с контурами геохимических аномалий, М 1:10000. Геологическая основа по С. С. Даллакяну. 1. Андезиты, андезито-дацитовые порфиры. 2. Туфопесчаники. 3. Туфобрекчии порфиров. 4. Андезитовые порфиры, гидротермально измененные. 5. Грейзенизированные породы. 6. Ороговикованные порфиры. 7. Экструзивные тела дацитов и андезито-дацитов. 8. Диориты, кварцевые диориты. 9. Кварцевые сениито-диориты. 10. Гранодиориты. 11. Дайки андезитового состава. 12. Кварц-порфировые дайки. 13. Диорит-порфировые дайки. 14. Дайки диабазового состава. 15. Тектонические нарушения. 16. Контур геохимических аномалий.

ка, связанные с среднемиоценовым вулканизмом и т. д. В нижнем течении р. Мазмазак нами были обнаружены гнездообразные скопления вольфрамита. Все эти рудопроявления расположены вдоль ущелий р. р. Шахапонк и Мазмазак.

Классифицирующие процедуры позволили выявить ряд геохимических парагенетических ассоциаций для различных горизонтов месторождения Марджан. По существу, была сделана попытка отразить геохимическую вертикальную зональность с помощью парагенетических ассоциаций химических элементов, а также выяснить тип этой зональности.

Горизонт штольни №2 (2420 м): 1) Ag, Au, Cu, As. 2) Pb, Zn (Ag, Cu).

Горизонт штольни №1 (2360 м): 1) Pb, Zn, Ag; 2) Au, (Ag); 3) Cu, (Ag, As).

Горизонт штольни №3 (2242 м): 1) Pb, Zn, Ag; 2) Cu; 3) Au, (Ag, Pb, Zn).

(В скобки взяты те элементы, которые входят в состав более чем одной ассоциации).

Как видно из вышеприведенных ассоциаций, элементы-индикаторы золото-серебряного оруденения с глубиной сменяются ассоциацией элементов, характерных для полиметаллического оруденения с усилением влияния меди, которая на горизонте 2242 м имеет довольно существенный факторный вес, что подтверждается и характером минеральной зональности месторождения, когда основным носителем этого элемента вместо теннантита становится халькопирит.

Значительный вес приобретает на этом гипсометрическом уровне золото-полиметаллическая парагенетическая ассоциация. Переход золото-серебряного типа в золото-полиметаллический тип оруденения, а также повторяемость элементов на различных гипсометрических уровнях месторождения свидетельствуют о многостадийном (пульсационном) характере оруденения, что отражается и на зональности оруденения. При таком типе оруденения происходит усложнение зональности, когда геохимические ореолы одной стадии минералообразования перекрываются ореолами последующих стадий, т. е. геохимические ореолы приобретают полиформационный характер. Однако, принимая во внимание лишь наиболее «весомые» парагенетические ассоциации элементов, можно выявить обобщенную картину вертикальной зональности месторождения (сверху вниз): золото-серебро медь^I-цинк-свинец-медь^{II} (Двойственное положение меди в ряду зональности объясняется его различными формами нахождения на разных гипсометрических уровнях).

О полиформационном характере оруденения в пределах Марджан-Мазмазакского рудного поля свидетельствует и парагенетический анализ геохимических аномалий, выявленных общепринятыми методами. На Мазмазакском участке выявлены шесть основных геохимических аномалий, в пределах которых выделены следующие парагенетические ассоциации элементов (с северо-запада на юго-восток):

A—I —1) As, Cu, Mo; 2) Ti, Cr, Ni;

A—II —1) Cu, Mo, Pb; 2) Ag, Zn; 3) (Zn), (Mo), Co, Ni;

A—III —1) Cu, Pb, Zn, Ag; 2) Mo, Cr; 3) Ti, Ni, Co;

A—IV —1) Cu, Pb, Zn, Ag; 2) Mo, Ni; 3) Cr, Co, (Ni).

A—V —1) Ag, Pb, Mo, 2) Zn, (Pb); 3) Cu, (Zn).

A—VI —1) As, Cu, Mo, Pb; 2) Ba, Ag, Zn;

Как видно из выделенных наиболее весомых парагенетических ассоциаций, для аномалий A-VI и A-I, выявленных в верховьях р. Мазмазак, характерны мышьяк-медно-молибденовая и барий серебро-цинковая ассоциации, переходящие вниз по течению реки в медно-молибденовую с небольшой «долей» серебряно-цинковой ассоциации. Аномалии III и IV представлены ассоциацией элементов, характерных для полиметаллических руд с подчиненным значением молибдена (среднее и нижнее течение р. Мазмазак). По своему составу последние довольно сходны с геохимическими ассоциациями, свойственными нижним горизонтам месторождения Марджан. Титан-хром-кобальт-никелевая парагенетическая ассоциация, скорее всего, связана с петрохимическими особенностями вмещающих пород.

С целью подтвердить или опровергнуть сделанные выводы о формационной принадлежности выявленных аномалий с помощью парагенетического анализа был применен критерий Д. А. Родионова-В. Н. Бондаренко, т. е. была сделана попытка сравнить эти геохимические аномалии не только с позиций среднеаномальных значений элементов, но и с учетом колебаний значений в каждом из них. Расчеты этого критерия позволяют судить о генетической близости меди в аномалиях I, II, III, а также серебра в тех же аномалиях. Различия в значениях этого критерия для молибдена в пределах отдельных аномалий подтверждаются наличием в пределах Марджан-Мазмазакского участка генетически различных проявлений этого элемента: медно-молибденовой (штокверковый тип), собственно молибденовой (жильный) и вольфрам-молибденовой (грейзеновый) формаций.

Свинец представлен золото-полиметаллическим типом (А-I, А-II), переходящим в полиметаллический формационный тип (А-IV). Это обстоятельство может служить дополнительным признаком различия в уровнях эрозионного среза этих аномалий.

Вышеприведенные рассуждения и статистические построения модели зональности могут служить доказательством многостадийности оруденения и полиформационного характера его зональности.

Несмотря на полиформационный тип геохимических ореолов, обобщенный ряд зональности на этом участке имеет следующий вид (северо-запад—юго-восток): барий-мышьяк-серебро-цинк-свинец-медь-молибден-кобальт-никель.

Исследованиями А. И. Карапетяна и др. [3] на Марджан-Мазмазакском рудном поле набор метасоматических пород можно отнести к пропилито-березито-аргиллизитовой формации. Наблюдается определенная зональность метасоматических образований по вертикали. Аргиллизиты с глубиной сменяются березитами (центральная часть Марджанского месторождения), ниже—пропилитами (на уровне русла реч. Камрчак). Высокотемпературные метасоматические образования грейзеновой формации слабо развиты. В составе грейзенизированных пород встречаются небольшие кварцевые тела с целестинобаритом и небольшие гнездообразные образования вольфрамита. Наблюдается рассеянная минерализация молибденита. Главными минералами являются кварц, мусковит, турмалин.

Принимая во внимание, что высокотемпературные растворы (300—350°C), производящие калишпатизацию пород, имеют повышенные содержания K_2O , нами было рассчитано отношение $K_2O/(K_2O+Na_2O)$. Эталонными были приняты значения этого коэффициента на разных уровнях месторождения Марджан, где на уровне золото-полиметаллических руд (гор. 2420 м) он составил—0,82, а на уровне интенсивного развития собственно полиметаллических руд (гор. 2242 м) значение коэффициента уменьшается до 0,67.

В пределах Мазмазакского участка этот коэффициент имеет следующие значения: в контурах развития штокверковой молибденовой минерализации—0,5—0,55; на участках распространения полиметаллических руд—0,62—0,65.

Таким образом, анализ парагенетических ассоциаций химических элементов и выявленная вертикальная зональность оруденения, зональность метасоматических образований и расчет отношения $K_2O/(K_2O+Na_2O)$ в пределах Марджан-Мазмазакского рудного поля показал, что зональность геохимических ореолов носит полиформационный характер, зависящий от различной формационной принадлежности выявленных геохимических аномалий, а также разного уровня их эрозионного среза.

Работа выполнена в рамках темы 96--125, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

ՏԱՐՐԵՐԻ ՊԱՐԱԳԵՆԵՏԻԿԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ԿԻՐԱԹՈՒՄԸ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ
ԱՆՈՄԱԼԻԱՆԵՐԸ ԳՆԱՀԱՏԵԼԻՍ ՄԱՐԱԶԱՆ—ՄԱԶՄԱԶԱԿ ՀԱՆՔԱՅԻՆ
ՏԵՂԱՄԱՍԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ

Ռ. Ս. Սիմոնյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Քիմիական տարրերի պարագենետիկական ասոցիացիաների ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս բացահայտել հանքային գոյացումների երկրաքիմիական ղոնալականությունը, պարզել այդ ղոնալականության տիպը, ինչպես նաև որոշել երկրաքիմիական անոմալիաների ֆորմացիոն պատկանելիությունը: Պարագենետիկական ասոցիացիաների փոփոխությունները տարաժողովյալ և ժամանակի մեջ խոստում են հանքայնացման բազմաֆորմացիոն բնույթի, նրա բազմափուլայնության մասին և թույլ են տալիս ավելի հիմնավորված գնահատել հանքային գոյացումների էրոզիոն կտրվածքների մակարդակները:

APPLICATION OF THE ELEMENTAL PARAGENETIC ANALYSIS IN
THE EVALUATION OF GEOCHEMICAL ANOMALIES
ON THE EXAMPLE OF THE MARJAN-MAZMAZAK ORE LOCUS

R. S. Simonian

A b s t r a c t

The study of chemical elements' paragenetic associations allows to reveal a geochemical zonation of ore formations; to clarify this zonation type, as well as to determine formation dependence of geochemical anomalies. Spatial and temporal changes of paragenetic associations point out a multi-formation type of mineralization, its multi-stage nature, and allow to evaluate an erosion cut level of ore formations on more argued basis.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорян С. В. Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке рудных месторождений. М.: Недра, 1987. 407 с.
2. Карапетян А. И. Эндогенные рудные формации Памбак-Зангезурской металлогенической зоны Малого Кавказа. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1982. 348 с.
3. Карапетян А. И., Гуюмджян О. П. О возрасте вулканических плутонических и жильных пород бассейна р. Сиснан.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1989. № 2, с. 20—23.
4. Маракушев А. А. Термодинамическая основа образования парагенезисов химических элементов в процессах глубинного минералообразования.—В кн.: «Очерки физико-химической петрологии». Вып. V., М.: 1975, с. 121—194.
5. Симонян Р. С., Кочарян С. А. Классификация геохимических аномалий при помощи многомерного статистического анализа.—Изв. АН Армении, сер. Науки о Земле, 1990. № 2.
6. Смирнов Б. И. Корреляционные методы при парагенетическом анализе М.: Недра, 1981. 174 с.
7. Статистические методы при геохимических поисках месторождений. М.: ИМГРЭ, 1977, 122 с.

ТИПИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОКИСЛЕННЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЕНИИ

© 1996 г. П. Г. Алоян

*Институт «Армипроцветмет» Министерства промышленности РА
375010 Ереван, ул. Корюна 14, Республика Армения
Поступила в редакцию 9.07.96.*

В статье впервые предпринята попытка промышленной типизации и технологической оценки окисленных руд месторождений Армении. Установлена определенная минералогическая специализация природных разновидностей окисленных руд в зависимости от формационной принадлежности и морфогенетических особенностей месторождения. Критерий выделения, типизация и сортировка окисленных руд имеют формационно-технологическую основу.

В современной практике горнорудного производства при промышленной типизации руд выделяются сульфидные и окисленный геолого-технологические типы. Промышленная типизация сульфидных руд проводится на формационно-технологической, горнотехнической и экономической основе, что дает возможность определить оптимальную схему обогащения, номенклатуру товарной продукции, выбор способов рудоподготовки, режимов дробления и флотации [3]. Промышленная типизация окисленных руд до сих пор не проводилась. Окисленный тип руд выделяется по степени окисления основного (или основных) полезного компонента без учета характерной ассоциации основных окисленных минералов, их количественного соотношения и технологических сортов. Общее определение «окисленные руды» не дает представления об их формационной принадлежности и тем самым лишает оптимального технологического тестирования. Это отрицательно сказывается на эффективности использования окисленных руд, т.к. окисленные разновидности руд «сваливаются» в единую кучу без соответствующей сортировки.

В настоящей статье сделана первая попытка промышленной типизации и сортировки природных разновидностей окисленных руд на формационно-технологической основе с целью повышения полноты освоения недр.

При выделении промышленных разновидностей и технологических сортов окисленных руд мы в основном исходим из формационной принадлежности месторождения, парагенезиса основных окисленных минералов, их количественного соотношения, а также технологической схемы переработки. В данном случае горнотехнические возможности и экономика горнорудного производства не имеют существенного значения, т.к. природная (минеральная) разновидность тестируется технологически с выходом на промышленную разновидность и сортность или отбраковывается. При оценке промышленных разновидностей окисленных руд важное значение имеет фациальная характеристика поверхностного слоя месторождения или рудного поля (в особенности при ведении вскрышных работ). В любом случае окисленные руды требуют их селективной добычи, сортировки и отдельного складирования, а в большинстве случаев и селективной переработки. Поэтому промышленная типизация окисленных руд с выделением технологических сортов так же важна, как и выделение геолого-технологических и промышленных типов сульфидных руд.

Многолетние детальные исследования показали, что критерием

выделения окисленных руд может служить степень окисления основного (или основных) полезного компонента: для однокомпонентных медных руд—степень окисления меди, для двухкомпонентных медно-молибденсвых руд—степень окисления меди и молибдена, для многокомпонентных золотополиметаллических руд—степень окисления цинка или свинца (при отсутствии меди), для собственно золоторудных—степень «лимонитизации», а в редких случаях—степень окисления железа. Следовательно, критерий выделения окисленных руд предопределяется формационной принадлежностью месторождения. Степень окисления выражается отношением окисленной части полезного компонента к общему его количеству, выраженному в процентах.

Методика оконтуривания окисленных руд на месторождениях различных морфогенетических типов разная и заключается в нанесении показателей степени окисления полезных компонентов на продольные проекции рудных тел (на месторождениях жильного типа) или разрезы (на месторождениях штокверкового типа). Верхняя граница окисленных руд проводится по результатам опробования поверхностных горных выработок. На месторождениях жильного типа нижняя граница окисленных руд проводится между двумя разведочными горизонтами интерпретацией количества окисленных и сульфидных минералов или степени окисления соответствующих компонентов, а на месторождениях штокверкового типа используются результаты анализа керна буровых скважин. Процессы гипергенеза наиболее интенсивно развиты на месторождениях прожилково-вкрапленного (штокверкового) морфологического типа.

В зависимости от геолого-структурных условий месторождения переход окисленных руд в сульфидные может быть резким или постепенным (рассеянным). В последнем случае между окисленными и сульфидными рудами по результатам фазового анализа выделяются так называемые «смешанные» руды, занимающие промежуточное положение. Они обычно перерабатываются в шихте с сульфидными рудами.

Сводные данные по типизации и технологической оценке окисленных руд приводятся в таблице 1. Характерно, что наблюдается минералогическая специализация разновидностей окисленных руд в зависимости от формационной принадлежности месторождения.

Меднорудная формация Армении представлена месторождениями жильного (Капан, Алаверди, Шамлуг) и штокверкового (Личк) морфологического типа. Зона окисления наиболее хорошо развита на Личкском месторождении [6]. Окисленные руды здесь представлены в основном лимонитом и малахитом, реже присутствуют гетит, азурит, куприт, тенорит, значительно реже—повеллит, ферримоллибдит, хризоколл и др. Эти минералы образуют прожилки, корочки, налеты, примазки и землистые охристые массы. Глубина зоны окисления составляет в среднем 40 м при степени окисления от 20 до 80—90%. Окисленные руды Личкского месторождения относятся к лимонит-малахитовой природной разновидности. Технологические исследования показали, что устанавливается четкая зависимость извлечения меди от степени ее окисления в руде. Извлечение резко падает при степени окисления меди более 15—20%. При степени окисления 20—50% достигается извлечение меди флотационным методом до 80%, а при окислении свыше 50% происходит снижение извлечения меди до 53%, при окислении 80—90% извлечение меди составляет всего 35% (табл. 1). С увеличением степени окисления и снижении извлечения резко падает содержание меди в обогащенном продукте. Геотехнологические исследования показали, что из таких окисленных

руд медь эффективно извлекается методом кучного выщелачивания (Бабаджанян, 1989). При содержании меди в окисленной руде 0,6% и степени ее окисления свыше 50% сернокислотным выщелачиванием в раствор извлекается до 72,5%, а из раствора в цементационную медь—до 96% меди при содержании в цементе до 90%.

Таким образом, по степени окисления и технологической оценке на Личском месторождении выделяются два технологических сорта лимонит-малахитовой разновидности руд. При степени окисления от 20 до 50% они могут перерабатываться в шихте с сульфидными рудами флотационным методом, а при степени окисления меди свыше 50% рекомендуется окисленные руды перерабатывать кучным выщелачиванием. Не исключается кучное выщелачивание обоих сортов [2].

Наиболее интенсивно и выдержанно процессы окисления развиты на месторождениях медно-молибденовой формации штокверкового типа (Каджаран, Агарак, Техут). Известна химическая активность меди по сравнению с молибденом в процессе окисления [5]. Поэтому в слабоокисленных рудах молибден остается почти нетронутым. С углублением процесса окисления, как правило, следовало бы ожидать опережения окисленных медных минералов по сравнению с молибденовыми. Однако, как показывает фактический материал, такое соотношение не всегда выдерживается [4]. Степень окисления меди и молибдена на различных месторождениях разная. Эти различия обусловлены в основном геолого-структурными и минералогическими факторами: в особенности от многообразия минерального состава, содержания и агрегатного состояния рудообразующих минералов, а также миграционной способности металлов в виде растворимых форм и др. Например, на Каджаранском месторождении молибденит образует крупночешуйчатые агрегаты и окисляется лишь с поверхности, образуя точные каемки повеллита, обуславливая тем самым низкую степень окисления, но плохую флотуруемость руд, т. е. низкую извлекаемость полезного компонента. Это так называемые «упорные» руды. Для мелковкрапленных руд Агаракского месторождения процессы окисления проникают глубже и поэтому здесь степень окисления выше. Этим объясняется тот факт, что количество «упорных» руд на Агаракском месторождении значительно (почти в 2—3 раза) меньше, чем на Каджаранском месторождении. Кроме того, наличие пирита в первичных рудах способствует интенсификации процессов гипергенеза. Так зона окисления Техутского месторождения четко контурируется визуально по рыжему цвету; в связи с наличием большого количества пирита в сульфидных рудах интенсивно каолинизированные и кварц-слюдисто-карбонатные породы доведены до трухи. Следует отметить, что на месторождениях медно-молибденовой формации четкой корреляционной связи между степенью окисления меди и молибдена не устанавливается. Окисление только медных или только молибденовых минералов достаточно для выделения окисленного типа руд. Поэтому при выделении последних можно руководствоваться степенью окисления одного из них. Достоверность такого учета степени окисления подтверждают экспериментальные данные. Технологические исследования по извлечению меди и молибдена из различной степени окисленных руд показали, что наблюдается резкое падение извлечения полезных компонентов в интервале окисления меди 15—20%, а молибдена—свыше 6% (Луценко, Тагворян, Алоян, 1983). Эти показатели являются исходными при выделении окисленных руд на месторождениях медно-молибденовой формации. Они апробированы при утверждении запасов в ГКЗ СССР.

Типизация и технологическая оценка окисленных руд месторождений Армении

Формация, основной металл	Месторож- дение	Природная (минералогическая) разновидность	Степень окис- ления (сорт- ность) %	Технология переработки			Промышленная разновидность окисленных руд, схема переработки
				Флотация	Выщелачивание	Гр+Ф+Ц	
Медно- рудавая (Cu)	Лячх	Лимонит-малахитовая	$O_K = 20-50$	$\alpha = 0,6-0,7$ $\varepsilon = 71,7-80,0$ $\beta = 10,0-14,0$	-	-	Лимонит-малахитовая. Шихта с сульфидными рудами
			$O_K = 50-90$	$\varepsilon = 53,0-35,0$ $\beta = 11,0-6,1$ $\alpha = 0,45$	$\alpha = 0,6$ $\beta = \text{до } 90,0$ $\varepsilon_{\text{рас}} = 72,5$ $\varepsilon_{\text{цел}} = 96,0$	-	Кучное выщелачивание
Медно-молибденовая (Cu, Mo)	К а д ж а р а н	Лимонит-малахит- повелит- ферримolibдитовая	$O_K = 15-20$ (смешанные)	$\varepsilon_{Cu} = 68,0-69,0$ $\varepsilon_{Mo} = 70,0-72,0$	-	-	Лимонит-малахит-повелит-ферримolibдитовая. Шихта с сульфидными рудами.
			$O_K > 20,0$	$\alpha_{Cu} = 0,27$ $\alpha_{Mo} = 0,016$ $\varepsilon_{Cu} = 21,1$ $\varepsilon_{Mo} = 42,1$ $\beta_{Cu} = 2,5$ $\beta_{Mo} = 0,2$	-	-	Шихта с сульфидными рудами - 1:9 или 2:8
			$O_K > 60,0$	-	$\alpha_{Cu} = 0,3$ $\varepsilon_{Cu \text{ рас}} = 90,0$ $\varepsilon_{Cu \text{ цел}} = 95,0-96,0$ $\beta_{Cu} = \text{до } 90,0$ $\varepsilon_{Cu} = 0,01$ $\beta_{Mo} = 80,0$	-	Кучное выщелачивание
	Агарак	Лимонит-малахит- гидрогематитовая	$O_K = 20-50$	$\alpha_{Cu} = 1,5$ $\alpha_{Mo} = 0,017$ $\varepsilon_{Cu} = 48,7$ $\varepsilon_{Mo} = 83,3$ $\beta_{Cu} = 6,2$ $\beta_{Mo} = 0,15$	$\alpha_{Cu} = 0,4$ $\varepsilon_{Cu \text{ рас}} = 54,0$ $\varepsilon_{Cu \text{ цел}} = 93,0-97,0$ $\beta_{Cu \text{ цел}} = 80,0$ $\alpha_{Mo} = 0,007$	-	Лимонит-малахит-гидрогематитовая. Кучное выщелачивание.
	Техут	Лимонит-малахит-гетитовая Бирюзоносная	$O_K = 20$ и более	$\alpha_{Cu} = 0,2$ $\alpha_{Mo} = 0,01$ $\varepsilon_{Cu, Mo} = 10,0-20,0$	-	-	Промышленная разновидность не выделяется. Бирюзоносные породы.
	Золото-полуметаллическая (Au, Ag)	М а р д и г е т	Лимонит-малахит- купритовая	$O_K = 15-20$ (смешанные)	-	-	Гр + Ф $\alpha_{Au} = 3,6 \text{ г/т}$ $\varepsilon_{Au} = 89,5$ $\beta_{Au} = 37,7 \text{ г/т}$
$O_K = 40-50$				-	-	Гр + Ф $\alpha_{Au} = 9,2 \text{ г/т}$ $\varepsilon_{Au} = 88,3$ $\beta_{Au} = 79,2 \text{ г/т}$	
Т е р т е р а с а р		Лимонит-деруссит-англезит- смитсонитовая	Пока нет технологии				Промышленная разновидность пока не выделяется
		Лимонит-деруссит- плюмбоэрозит- скородитовая	$O_K = 25-30$	-	-	Гр + Ф $\alpha_{Cu} = 0,35$ $\alpha_{Au} = 20,5 \text{ г/т}$ $\alpha_{Ag} = 72,7 \text{ г/т}$ $\varepsilon_{Au} = 90,0-92,0$ $\varepsilon_{Ag} = 92,0$	Лимонит-деруссит-плюмбоэрозит-скородитовая. Не шихтовать с сульфидными рудами, селективная переработка.
$O_K = 50-52$	-		-	Гр + Ф + Ц $\alpha_{Au} = 22,5 \text{ г/т}$ $\varepsilon_{Au} = 86,5$ $\beta_{Au} = 216 \text{ г/т}$ $\beta_{Cu} = 60,4 \text{ г/т}$	Гр + Ф + Ц		

Примечание: α - содержание в руде, %; ε - извлечение в концентрат, %; β - содержание в концентрате, %; O_K - степень окисления, %; Гр - гравитация; Ф - флотация; Ц - цианирование.

На Техутском месторождении, как уже было отмечено, зона окисления хорошо выражена и прослеживается на глубину до 100—120 м (в среднем 70 м). Она сложена в основном лимонитом и гетитом. В виде налетов местами наблюдаются малахит, гидрогематит, азурит, куприт, ярозит, повеллит и ферримолибдит. Окисленные руды Техутского месторождения относятся к лимонит-малахит-гетитовой природной разновидности и содержат промышленные запасы бирюзы. Вторичные сульфиды меди и первичные минералы меди и молибдена очень редки. По данным фазовых анализов, в зоне окисления Техутского месторождения 50—60% меди и молибдена представлены окисленными формами при среднем содержании меди 0,2% и молибдена 0,01%. Переход окисленных руд в сульфидные резкий. В основании зоны лежит прослой водонепроницаемых каолинизированных образований. Зона вторичного сульфидного обогащения проявляется фрагментарно. Из окисленных руд в коллективный флотационный концентрат извлекается не более 10—20% меди и молибдена (Тагворян, Даниелян, 1989), что обусловлено низким содержанием полезных компонентов, высокой степенью окисления и дисперсной фазой проявления окисленных минералов. Эти данные свидетельствуют о том, что породы зоны окисления Техутского месторождения не могут быть сырьем для получения меди и молибдена и поэтому промышленная разновидность этих руд не выделяется. Они рассматриваются как бирюзоносные породы.

Сравнительно слабо затронуты гипергенезом руды Каджаранского и Агаракского месторождений. Зона окисления развита слабо, но характеризуется постоянным присутствием гидроокислов железа. Широко развиты также малахит, лампадит; менее распространены медно-марганцевые смоляные руды, азурит и ярозит. Редко наблюдаются куприт и гипс, а на Каджаранском месторождении—смитсонит и церуссит. На Каджаранском месторождении продукты окисления молибдена представлены повеллитом и ферримолибдитом, тогда как на Агаракском месторождении повеллит встречается очень редко. Это, по-видимому, объясняется тем, что воды Каджарана существенно карбонатные, а на Агараке они характеризуются непостоянным составом—от сульфидного до карбонатного [1]. На Каджаранском месторождении на разных участках штокверка матрица окисления различна: на северо-западе и северо-востоке—мелковкрапленная магнетитовая минерализация, на западе—преимущественно молибденовые руды, а на востоке—преимущественно медные руды в зонах аргиллитизации и гипсования. Этими отличиями коренных пород обусловлены минералогические особенности зоны окисления: преимущественная лимонитизация на западе, малахитизация на востоке и повеллитизация по молибденовым рудам на западе. Окисленные руды месторождения относятся к лимонит-малахит-повеллит-ферримолибдитовой природной разновидности. Нижняя граница зоны окисления имеет извилистый характер и проникает в среднем на глубину 30—50 м, в отдельных случаях «языки» проникают до глубины 200 м. Среди окисленных руд Каджаранского месторождения по степени окисления выделяются три технологических сорта (табл. 1). На Агаракском месторождении скорость эрозийного среза чрезвычайно велика и процессы эрозии часто опережают процессы окисления и выщелачивания. В целом зона окисления развита крайне неравномерно при средней мощности 20—25 м. В отличие от каджаранских руд, здесь развита лимонит-малахит-гидрогематитовая природная разновидность, которая тестируется технологически в одну промышленную разновидность и один тех-

нологический сорт. Технологические исследования показали, что из смешанных каджаранских и агаракских руд в коллективный флото-концентрат извлекаются в среднем 68—69% меди и 70—72% молибдена, что близко к технологическим показателям сульфидных руд (Луценко, Пашовкин, Арутюнян, 1983). Поэтому смешанные руды этих месторождений перерабатываются в шихте с сульфидными рудами в соответствующей пропорции (1:5 или более). В настоящее время окисленные руды в основном добыты. Некоторая часть запасов каджаранских руд при степени окисления более 20% переработаны в шихте с сульфидными рудами в отношении 1:9 или 2:8, а остальная часть вместе с сильно окисленными рудами вывезена в отвал для кучного выщелачивания. Окисленные руды Агаракского месторождения также вывезены в отвал и отдельно складированы для их дальнейшей переработки кучным выщелачиванием или для иного использования в народном хозяйстве. Кучное сернокислотное выщелачивание обеспечивает сквозное извлечение меди из каджаранских окисленных руд 86% при ее содержании в цементе 90%, а из агаракских—соответственно 51 и 80% (табл. 1) (Сатин, Гукасян, 1959; Арамян, 1960, 1978).

На месторождениях золото-полиметаллической формации основными ценными компонентами являются золото и серебро, которые слабо подвергаются окислению и по ним трудно судить о наличии на месторождении окисленных руд. На золоторудных месторождениях о наличии окисленных руд можно судить по окислению пирита. В настоящее время на этих месторождениях окисленный тип выделяется по степени окисления железа. Как показывают результаты исследований, такой подход может быть ошибочным, т. к. определенное фазовым анализом окисленное железо включает не только железо окисленного пирита (лимонита, гетита и т. д.), а также железо гипогенного магнетита, особенно гематита и даже пирротина. Последние часто встречаются в рудах этой формации. Ошибочным может быть и определение степени окисления руд по содержанию сульфатной серы, т. к. водорастворимые сульфаты часто выносятся из зоны выщелачивания. Поэтому для определения степени окисления золотосульфидных руд предлагается руководствоваться степенью «лимонитизации» [4]. В этом случае количественный показатель определяется расчетным путем по результатам минералогического анализа—отношением количества лимонита к суммарному количеству лимонита и пирита, выраженному в процентах. Наглядным примером эффективности этого подхода могут служить Марцигетское и Тергерасарское месторождения.

На Марцигетском золотополиметаллическом месторождении зона окисления хорошо выражена и представлена заохренными и оже-лезненными породами желтоватого цвета. Окисленные руды представлены двумя разновидностями: лимонит-малахит-купритовой по сульфидному медно-золоторудному геолого-технологическому типу и лимонит-церуссит-англезит-смитсонитовой по сульфидному золотополиметаллическому типу.

По данным минералогических исследований и фазового химического анализа, установлено полное окисление железа, меди, цинка и свинца в рудах, вскрытых поверхностными выработками. С глубиной степень окисления этих металлов уменьшается и появляются реликты сульфидных руд. Граница зоны окисления расплывчатая и проводится интерполяцией между двумя разведочными горизонтами (табл. 2).

Данные, приведенные в табл. 2, свидетельствуют о том, что степень окисления железа не может служить надежным критерием выде-

ления окисленных руд; при отсутствии окисленной меди для рудных тел 6, 7, 7а степень окисления железа составляет 40—50%. Кроме того, для рудных тел 1 и 2 на горизонте 980 м при степени окисления меди 10—15% окисление железа составляет 75—80%.

Таблица 2

Изменение степени окисления металлов
с глубиной на Марцигетском месторождении

Участок	Геолого-технологический тип сульф. руд	Разведочные горизонты	Рудные тела	Степень окисления, %		
				Cu	Fe	Zn
Дзагидзор	Медно-золотос- рудный	I разв. гор. 1100 м	6, 7, 7а	5—75	50—100	10—70
		II разв. гор. 1029 м	—	10—15	60—90	до 10
		III разв. гор. 980 м	—	—	40—50	—

При равных условиях окисления отношение окисленного железа к таковому меди должно быть постоянным [4]. Статистический анализ данных 70 проб показал, что это отношение колеблется в широких пределах—от 1 до 15, причем высокие значения соответствуют пробам с большим содержанием гематита. По этим же данным устанавливается следующий ряд отношений степени окисления меди и степени «лимонитизации» (без лимонита за счет железа халькопирита).

Степень окисления меди, %	20	50	75
Степень «лимонитизации», %	30—35	65—70	80—90

Средняя степень окисления меди в зоне окисления уч. Дзагидзор составляет 20—25%. Здесь золото в основном приурочено к лимониту. В окисленных рудах «ржавое» золото составляет 6%. Исследования по двум лабораторным и одной крупнолабораторной технологическим пробам при степени окисления 20—40% и более показали легкую обогатимость этих руд по золоту (Акмаева, 1990).

По гравитационно-флотационной схеме Араратской золотоизвлекательной фабрики из окисленных руд извлечение золота ниже извлечения из сульфидных руд всего на 2—3%. Цианированием хвостов флотации дополнительно извлекается лишь 5—8%. При высоком содержании золота в рудах, даже при степени окисления от 40—50% до 80% крупнолабораторными исследованиями доказана возможность высокого извлечения золота и серебра (табл. 1), т. е. степень окисления меди на извлечение драгметаллов практически не влияет. Учитывая высокий процент окисления руд, следовало рекомендовать комбинированную полную схему обогащения (гравитация+флотация+цианирование хвостов флотации), однако высокий процент «свободного» золота позволяет гравитацией и флотацией извлекать основное количество золота. Однотипность технологической схемы обогащения сульфидных руд медно-золоторудного типа (кварц-пиритовая природная разновидность) и их производных—окисленных руд лимонит-малахит-купритовой разновидности, дает основание рекомендовать их переработку в единой шихте со степенью окисления не более 20% по схеме гравитация+флотация.

На Тертерасарском золоторудном месторождении зона окисления хорошо выражена и представлена рыхлой, рыжевато-буроватой породой с большим количеством желтовато-белого плотного кварца, гидро-

окислов железа, вторичных минералов свинца (церуссит, плюмбоярозит) и мышьяка (скородит, арсенолит), а также сохранившихся реликтов сульфидов (пирит, арсенопирит, халькопирит, галенит). Отмечаются вкрапленники пирита в кварце размером до 5 мм с густой сетью прожилков и каймой лимонита. Более мелкие вкрапленники полностью окислены. Часто в кварце отмечаются пустоты выщелачивания от 1 мм до 1 см и более, имеющие форму кристаллов пирита. Гидроокислы железа неоднородны, о чем свидетельствует четкая зональность зерен. В процессе замещения они образуют петельчатые, зональные, ритмические и др. структуры, псевдоморфозы по сульфидам. По халькопириту и теннантиту развиваются прожилки лимонита с ковеллином, по галениту — «рубашка» церуссита: некоторые зерна полностью превращены в плюмбоярозит. Сrostки с пирит-арсенопиритовой ассоциацией частично или полностью превращены в лимонит и скородит. Глубина зоны окисления составляет 100—125 м при средней степени окисления меди в ней 25—30%. Окисленные руды Тергетарсарского месторождения относятся к лимонит-церуссит-плюмбоярозит-скородитовой природной разновидности.

На примере Тергетарсарского месторождения можно увидеть зависимость извлечения золота от степени окисления меди и железа (определенная фазовым химическим анализом), а также от степени «лимонитизации». Самородное золото в рудах представлено монокристаллами и дендритами размером от 0,1 до 0,5-мм. Золотины содержат включение кварца, образуют сrostки с теллуридами. Некоторые из них покрыты пленками гидроокислов железа («ржавое» золото). Содержание золота в зоне окисления составляет в среднем 20,5 г/т, что в несколько раз превышает содержание в сульфидных рудах. Среднее содержание серебра в зоне окисления составляет 72,7 г/т, меди — 0,35%; установлены также висмут и теллур, содержание которых в концентратах доходит соответственно до 96,4 и 45,0 г/т.

Технологические исследования показывают, что сульфидные по степени «лимонитизации» руды имеют низкие показатели извлечения в гравно- и флотоконцентраты при степени окисления железа в пределах 13—25%. Установлено, что эти руды представлены магнетит-гематитовой разновидностью и содержат большое количество гипогенного магнетита и, особенно, золотоносного гематита. Последний во вмещающей породе образует тонкую вкрапленность и спутанно-волокнистые агрегаты.

При степени окисления 25—30% по схеме гравитация+флотация извлекается до 90—92% золота и серебра. В отличие от руд Марцигетского месторождения здесь наблюдается сильное негативное влияние процессов гипергенеза на технологические показатели. С увеличением степени окисления до 50—52% наблюдается резкое падение извлечения драгметаллов с 90—92% до 55—60% (табл. 1). Снижение технологических показателей обусловлено кислым составом рудовмещающих кварц-серицитовых метасоматитов по монцитам и широким развитием процессов каолинизации. Однако, в данном случае цинкирование хвостов флотации обеспечивает повышение извлечения золота на 26—27%, а серебра — на 18%. Учитывая высокое содержание золота в окисленных рудах и различия в технологических схемах обогащения, экономически целесообразно эти сорта окисленных руд не смешивать и выделить как самостоятельные промышленные сорта единой лимонит-церуссит-плюмбоярозит-скородитовой разновидности.

Все вышеизложенное дает нам основание отметить следующее:

1. Критерий выделения, типизация и сортировка окисленных

руд имеют формационно-технологическую основу. Природная минералогическая разновидность окисленных руд тестируется технологически с выходом на промышленную разновидность и сортность или отбраковывается. При этом, в отличие от промышленной типизации сульфидных руд, горнотехнические условия отработки и экономика горнорудного производства не имеют существенного значения, т. к. низкие технологические показатели окисленных руд в любом случае требуют их селективной добычи, сортировки, отдельного складирования; в большинстве случаев и отдельного использования. Промышленная типизация окисленных руд с выделением технологических сортов так же важна, как и промышленная типизация сульфидных руд.

2. Устанавливается определенная минералогическая специализация природных разновидностей окисленных руд в зависимости от формационной принадлежности и морфогенетических особенностей месторождения. Сквозной минеральной ассоциацией для всех рудных формаций является лимонит-малахитовая, т. к. в рудных формациях Армении широко развиты пирит и халькопирит. В медно-молибденовой формации окисленные минералы преимущественно представлены повеллит-ферримолибдитом, гидрогематитом и гетитом. Для повеллит-ферримолибдитовой ассоциации (Каджаран) характерны три технологических сорта окисленных руд, из которых первые два (с окислением 15—20% и 20—50%) перерабатываются в шихте с сульфидными рудами в различных пропорциях в зависимости от степени окисления, а третий (окисление свыше 60%) вместе с гидрогематитовой разновидностью (Агарак) является сырьем для кучного выщелачивания. Гетитовая минерализация (Техут) не дает возможности выделить промышленную разновидность, т. к. дисперсная фаза лимонита имеет очень низкие технологические показатели (табл. 1). Для этой разновидности характерна бирюзоносность в промышленных масштабах. В золото-полиметаллической формации окисление преимущественно представлено купритом, церуссит-англезит-смитсонитом и церуссит-плюмбозинит-скородитом. Для купритовой разновидности характерен один технологический сорт, перерабатываемый по схеме гравитация+флотация в шихте с сульфидными рудами, вне зависимости от степени окисления. Церуссит-англезит-смитсонитовая разновидность пока технологически не оценена и сортность не выделена. Церуссит-плюмбозинит-скородитовая—представлена двумя технологическими сортами, которые нецелесообразно шихтовать с сульфидными рудами, т. к. в них содержание драгметаллов относительно сульфидных руд высокое. При степени окисления руд до 25—30% рекомендуется технологическая схема, включающая гравитацию и флотацию, а при степени окисления 50% и выше—гравитацию+флотацию+цианирование хвостов флотации.

3. Технологическая изученность и сортировка руд по степени окисления обеспечивают сравнительно высокое извлечение основных полезных компонентов рудных формаций на уровне, обеспечивающем эффективное использование недр. Однако, при кучном выщелачивании окисленных многокомпонентных руд пока не обеспечено комплексное использование сырья и ограничиваются в основном извлечением одного—основного компонента.

4. Окисленные руды—это вторичное природное сырье, резко отличное от материнских сульфидных руд. Традиционное отношение к ним, как и к исходному сырью для извлечения одних и тех же полезных компонентов, является односторонним и формационно мало оправданным, т. к. здесь меняются не только концентрация полезных компонен-

тов и формы нахождения, но и минералогические ассоциации, что очень существенно для технологической оценки. Окисленные руды, в особенности сильно окисленные сорта, могут служить эффективным сырьем для получения новых видов товарной продукции, в особенности бирюзы и пигментов для изготовления различных красок, в кирпично-черепичном производстве и в других отраслях народного хозяйства. Дальнейшие технологические исследования следует вести также в этом направлении.

Работа выполнена в рамках темы 93—159, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՕՔՍԻԴԱՑԱԾ ՀԱՆՔԵՐԻ ՏԵՍԱԿԱՎՈՐՈՒՄԸ ԵՎ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ

Պ. Գ. Այոյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում առաջին անգամ փորձ է արվում տալ Հայաստանի հանքավայրերում օքսիդացած հանքերի տեսակավորումը և տեխնոլոգիական գնահատականը: Պարզվում է, որ օքսիդացած հանքերի բնական տարատեսակների առկա միներալոգիական մասնագիտացումը հիմնականում պայմանավորված է հանքավայրի ֆորմացիոն պատկանելությամբ և մորֆոգենետիկ առանձնահատկություններով: Բնական միներալոգիական տարատեսակները տեստավորվում են տեխնոլոգիայես իրրե արդյունաբերական տարատեսակներ և տեսակավորում կամ խոտանվում: Օքսիդացված հանքերի տեխնոլոգիական տեսակավորումը ունի ոչ պակաս նշանակություն, քան սուլֆիդային հանքերի արդյունաբերական տեսակավորումը, քանզի ապահովում է ընդերքի լիարժեք օգտագործումը:

Հայաստանի բոլոր հանքային ֆորմացիաների համար բնորոշ է պիրիտի և խալկոպիրիտի պարունակությունը, որը բերել է օքսիդացած հանքատեսակներում լիմոնիտ-մալախիտ ասոցիացիայի զերակայությունը: Պղինձ-մոլիբդենային ֆորմացիայի օքսիդացած հանքատեսակները ներկայացված են պոֆիլիտ-ֆերիմոլիբդիտով, հիրդոհեմատիտով և գյոտիտով, որոնք կախված օքսիդացման աստիճանից և հանքահարստացման եղանակից տեսակավորվում են ըստ տեխնոլոգիական տեսակների: Պոֆիլիտ-ֆերիմոլիբդիտ ասոցիացիայի (Քաջարան) համար բնորոշ են երեք տեխնոլոգիական տեսակներ, որոնցից առաջին երկուսը (օքսիդացումը 15—20% և 20—50%) վերամշակվում են ֆլոտացիոն եղանակով սուլֆիդային հանքերի հետ համատեղ շաղախում տարբեր մասնարաժիններով, իսկ երրորդ տեսակը (օքսիդացումը 60% ավելի) հիրդոհեմատիտային տարատեսակի (Աղարակ) հետ միասին հանդիսանում են հումք տարալուծման (выщелачивание) համար: Գյոտիտային տարատեսակը (Թեղուտ) խոտանվում է, քանի որ լիմոնիտի դիսպերսիոն ֆազան ունի շատ ցածր տեխնոլոգիական ցուցանիշներ: Այս տարատեսակին բնորոշ է փիրուզի արդյունաբերական սյաշարները:

Ոսկի-բազմամետաղային ֆորմացիայում օքսիդացումը հիմնականում ներկայացված է կուպրիտով, ցեոուսիտ-անգլեզիտ-ամիտսոնիտով և ցեոուսիտ-պլումբոյարոզիտ-սկորոդիտով: Կուպրիտային տարատեսակը անկախ օքսիդացման աստիճանից շաղախվում է սուլֆիդային հանքերի հետ և վերամշակվում զրավիտացիա-ֆլոտացիա սխեմայով: Ցեոուսիտ-անգլեզիտ-ամիտսոնիտ տարատեսակը առաջիմ տեխնոլոգիայես չի տեսակավորվել: Ցեոուսիտ-պլումբոյարոզիտ-սկորոդիտային տարատեսակը ներկայացված է երկու տեխնոլոգիական տեսակներով (օքսիդացումը 25—30% և 50% ու ավելին), որոնք նպատակահարմար չէ շաղախել սուլֆիդային հանքերի հետ, քանի որ

նրանցում թանկարժեք մետաղների պարունակությունները շատ բարձր են և կյս հանքատեսակները վերամշակվելու են ևկրարատի ոսկեկորդիչ ֆաբրիկայի կրճատ և լրիվ տեխնոլոգիական սխեմաներով:

Օքսիդացման գոտում առաջացած ապարները հանդիսանում են երկրորդային ծագման առաջացումներ և ունեն ուրույն միներալոգիական մասնադիտացում, օդտակար բաղադրիչների պարունակության այլ աստիճան և տեղայնացման ձևերի նոր արտահայտումներ, որոնք պետք է հաշվի առնվեն հետագա ուսումնասիրությունների ժամանակ:

CLASSIFICATION AND TECHNOLOGICAL EVALUATION OF OXIDIZED ORES OF ARMENIA

P. G. Aloyan

Abstract

In the paper an attempt to perform an industrial classification and technological evaluation of oxidized ore deposits of Armenia is made for the first time. A certain mineralogical specialization of natural varieties of oxidized ores in dependence on the source formation and morphogenetic specific features of deposits is revealed. The revealing criterion, classification and quality of oxidized ores have a formation-and-technological basis. The natural mineralogical variety is tested technologically and this testing result is considered as either industrial variety and sorted one or unworthy technologically. Both the technological qualities of oxidized ores and the industrial classification of sulfide ores are equally important, and further the increase of the underground resource use efficiency.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян Е. А. Минералогия зоны окисления главнейших медно-молибденовых месторождений Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1960, 252 с.
2. Алоян П. Г. Состояние сырьевой базы цветной металлургии Армении и перспективы ее расширения и эффективного освоения.—Тр. Армнипроцветмета. Ереван: 1987, с. 7—14.
3. Алоян П. Г. Промышленная типизация и управление качеством руд на основе геолого-технологического картирования.—Изв. НАН РА, Науки о Земле, XLVII, 1994, № 1—2, с. 49—55.
4. Арутюнян Т. М., Давтян А. А. Критерии выделения и оконтуривания зоны окисления и окисленных руд при геолого-технологическом картировании рудных месторождений.—Тр. Армнипроцветмета. Ереван: Изд. «Манкаварж», 1993, с. 38—49.
5. Лукашев К. И., Лукашев В. К. Геохимические поиски элементов в зоне гипергенеза. Минск: Изд. «Наука и техника», 1967, т. 1, 377 с.
6. Шамцян Ф. Г., Руднева А. Д. К характеристике зоны окисления Личкского месторождения меди.—Тр. Армнипроцветмета. Ереван: Изд. «Манкаварж», 1993, с. 31—37.

МЕТОД ПОДБОРА СОСТАВА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ГРУНТОВЫХ СМЕСЕЙ

© 1996 г. С. Р. Месчян

Институт механики НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна 246, Республика Армения
Поступила в редакцию 26.07.95.

В статье изложен метод определения оптимального состава из местных супесей, суглинков и бентонитовой пудры грунтовых смесей, оптимальной влажности и наибольшей плотности с заданным значением давления свободного набухания для возведения противофильтрационных элементов гидротехнических сооружений.

Мировой практике гидротехнического строительства известно много случаев использования бентонитовых глин для повышения неводопроницаемости супесей и суглинков, служащих материалом водопорных элементов—противофильтрационными экранами [6, 7], облицовками каналов [5] и т. д.

Поскольку проблема потери воды из водохранилищ вообще, а в Армении в особенности, является исключительно важной проблемой, обусловленной геологическим строением (трещиноватостью) их чаши и бортов, в АрмНИИ водных проблем и гидротехники были исследованы [1] фильтрационные свойства песчано-бентонитовых смесей с содержанием бентонита Саригюхского месторождения в них от 3 до 30% по массе. Было установлено, что в указанных пределах изменимость коэффициента фильтрации составляет от $6 \cdot 10^{-3}$ до $2,1 \cdot 10^{-6}$ см/с, а свободное набухание возрастает от 0 до 29,6%. Набухание чистого бентонита при плотности $1,1 \text{ г/см}^3$ было равно 47,61%. Как и во всех ранее выполненных работах авторы [1] заключили, что чистый бентонит и песчано-бентонитовые смеси являются хорошими неводопроницаемыми материалами. К сожалению, в [1] не приведены данные как о значениях плотности испытанных образцов, так и об их начальной влажности, чтобы сделать более обоснованные выводы о фильтрационных свойствах испытанных смесей.

Во всех упомянутых выше работах состав грунтовых набухающих смесей, количество бентонита определялись по наименьшему значению коэффициента фильтрации. Для этого выполнялось испытание большого количества различных составов смесей, поскольку не было научно-обоснованного метода подбора оптимального состава грунтовых смесей с заданными значениями оптимальной влажности, наибольшей плотности, набухаемости и минимальной водопроницаемости.

Грунтовые смеси, содержащие значительное количество бентонита, являются набухающим материалом. Причем, в зависимости от количества бентонита в смеси и ее набухаемости может иметь место не только уменьшение, но и возрастание водопроницаемости материала. Например, опытами над образцами трех супесчано-бентонитовых смесей оптимальной влажности и наибольшей плотности под действием трех различных нормальных напряжений (табл. 1) было установлено, что наряду с существенным уменьшением коэффициента фильтрации по мере увеличения количества бентонита в смеси m_b от 0 до 15%, при $m_b = 20\%$ имело место его значительное возрастание вследствие набухания. Как видно из табл. 1, возрастание водопрони-

цаемости при содержании бентонита в смеси в количестве 20% по массе имеет место во всех трех значениях нормального давления [3].

Показатели основных физических и фильтрационных свойств супеси 56—85 и супесчано-бentonитовых смесей

Количество бентонита, %,	ρ_s	$\rho_{d,max}$	W_{opt}	$\frac{W_L}{W_P}$	J_p	Коэффициент фильтрации к, 10-е см/с при нормальных напряжениях σ_1 и σ_2 МПа		
	г/см ³	г/см ³		0.025		0.1	0.2	
0	2.68	1.61	0.22	$\frac{0.25}{0.19}$	0.06	5.69		
10	2.70	1.58	0.24	$\frac{0.31}{0.18}$	0.13	2.49	1.64	7.63
15	2.72	1.56	0.24	$\frac{0.34}{0.18}$	0.16	0.352	0.31	0.301
20	2.74	1.53	0.22	$\frac{0.34}{0.20}$	0.14	1.14	1.14	0.836
17	2.74	1.55	0.23	—	—	0.184	0.21	0.133

Из изложенного выше следует, что для обеспечения наименьшей водопроницаемости грунтовых смесей оптимальной влажностью W_{opt} и наибольшей плотности скелета $\rho_{d,max}$ следует исключить их набухаемость. Это значит, что давление свободного набухания смеси $\pi_{\pi=0}$ [4] должно быть равно величине пригрузки τ , водоупорного элемента от веса защитного слоя. При таком подходе к подбору состава грунтовой смеси количество бентонита в ней будет равно тому наибольшему значению, при котором отсутствует ее разуплотнение вследствие набухания при замачивании под заданной нагрузкой.

Чтобы решить рассматриваемую задачу следует: 1) приготовить несколько различных грунтовых смесей с различным содержанием бентонита, 2) определить оптимальную влажность и наибольшую плотность их скелета, 3) образцы оптимальной влажности и наибольшей плотности скелета загрузить нагрузкой, равной величине предполагаемой пригрузки и через определенное время замочить, 4) определить деформации уплотнения (+ ϵ_c) и набухания (— ϵ_c) замоченных образцов, 5) по данным опытов построить график зависимости деформация (ϵ_c) — количество бентонита в смеси в % по массе (m_b) и по точке пересечения этого графика с осью m_b определить оптимальное количество бентонита в смеси в % ($m_{b,opt}$).

На рис. 1 приведен пример определения ($m_{b,opt}$), равного 17% по массе рассмотренной выше смеси из супеси 56—85 и бентонитового порошка Саригюхского месторождения под действием $p_1 = \sigma_1 = 0.025$ МПа (табл. 1).

С целью проверки справедливости предлагаемого метода осуществлено испытание грунтовой смеси, с содержанием в ней бентонита 17% по массе, оптимальной влажности и наибольшей плотности скелета под действием $p_1 = \sigma_1 = 0.025$ МПа. Опыты показали, что действительно эта смесь под действием приложенной нагрузки не набухает и не уплотняется и обладает наименьшей водопроницаемостью (см. табл. 1)

Рассмотренная выше методика определения оптимального состава грунтовых смесей была использована для устройства противофильтрационных элементов в виде пробок из двух суглинисто-бentonито-

вых смесей оптимальной влажности и наибольшей плотности скелета на фильтрационных воронках Апаранского водохранилища (Армения).

Были приготовлены суглинисто-бentonитовые смеси №1 оптимальной влажности и наибольшей плотности скелета. Были использованы

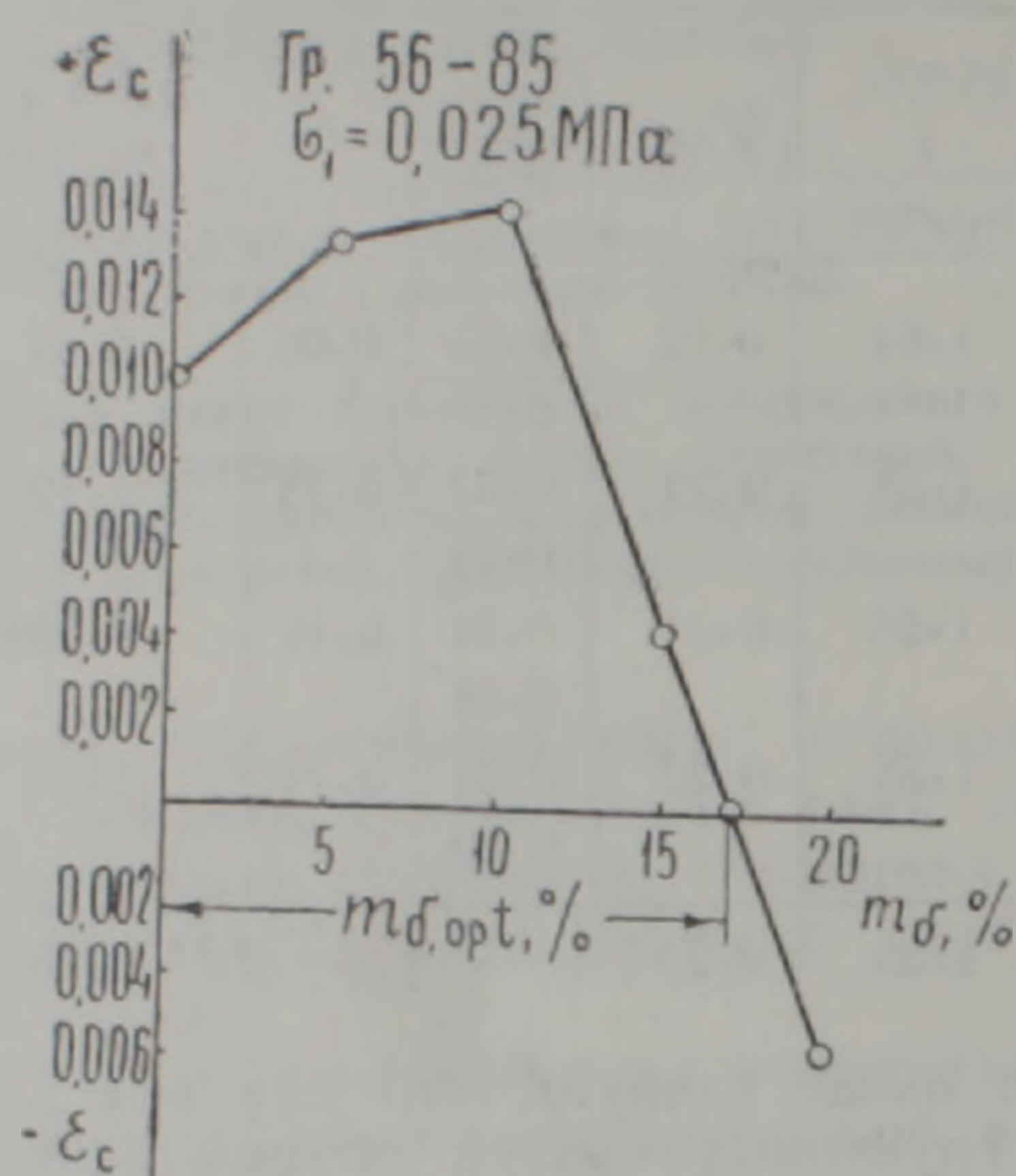


Рис. 1. График зависимости ϵ_c — m_{δ} грунтовых смесей 56—85 оптимальной влажности w_{opt} и наибольшей плотности $\rho_{d,max}$ при замачивании под действием $\sigma_1 = 0,025$ МПа. $+\epsilon_c$ — деформация уплотнения; $-\epsilon_c$ — деформация набухания $m_{\delta opt}$ — оптимальное количество бентонита в грунтовой смеси в % по массе.

бentonитовая пудра Саригюхского месторождения [3] и суглинок, отобранный из карьера №1 (табл. 2). Образцы смесей с различным количеством бентонита были загружены давлениями $p_1 = \sigma_1 = 0,025$ МПа, под действием предполагаемой пригрузки от защитного слоя и замочены восходящим потоком воды в компрессионных приборах М-2[2] через четыре часа после загрузки.

Таблица 2
Данные о свойствах испытанных грунтов и грунтовых смесей

Количество бентонита в смеси, %	w_{opt}	w_L	w_p	I_p	ρ_s г/см ³	$\rho_{d,max}$ г/см ³
Грунтовые смеси № 1						
0	0.25	0.355	0.208	0.147	—	—
8	0.30	0.443	0.257	0.186	1.74	1.34
15	0.30	0.449	0.268	0.221	1.75	1.35
20	0.30	0.500	0.297	0.203	1.74	1.34
Грунтовые смеси № 2						
0	0.27	0.350	0.220	0.130	—	—
8	0.29	0.422	0.240	0.182	1.66	1.28
15	0.30	0.472	0.255	0.217	1.60	1.23
20	0.30	0.495	0.267	0.288	1.60	1.23

По изложенному выше методу построена кривая зависимости $\varepsilon_c - m_b$ и определено оптимальное количество бентонита $m_{b,opt} = 17\%$ в грунтовой смеси (рис. 2). По тому же методу определено оптимальное количество бентонита в суглинисто-бentonитовой смеси № 2 (табл. 2): $m_{b,opt} = 20\%$ по массе.

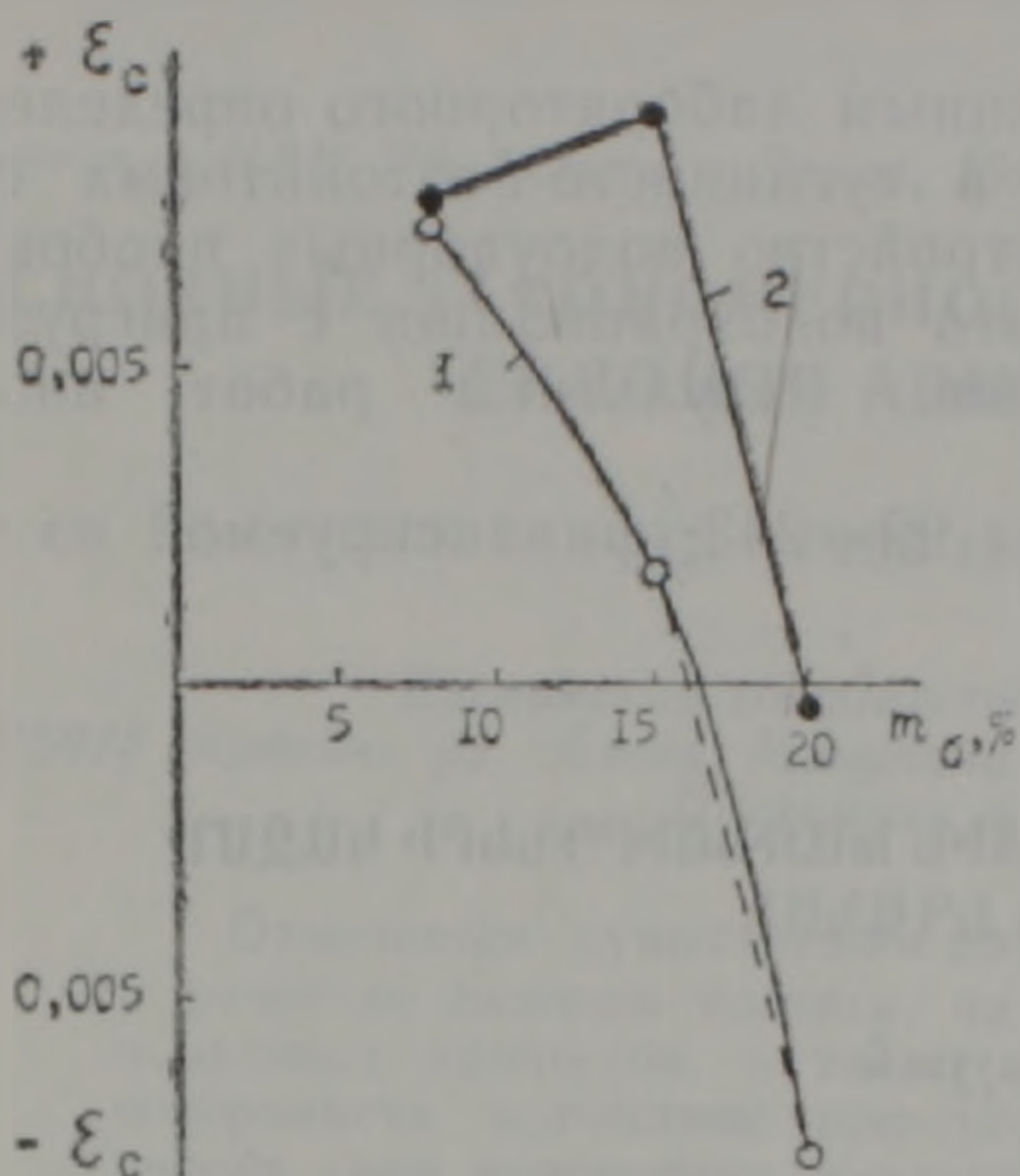


Рис. 2. Графики зависимости $\varepsilon_c - m_b$ грунтовых смесей № 1(1) и № 2(2) оптимальной влажности w_{opt} и наибольшей плотности ρ_{max} Апаранского водохранилища при замачивании под нагрузкой $\tau_1 = 0,025$ МПа. $+\varepsilon_c$ — деформация уплотнения; $-\varepsilon_c$ — деформация набухания.

Осуществлено определение фильтрационных свойств суглинка и суглинисто-бentonитовой смеси № 2 оптимальной влажности w_{opt} и наибольшей плотности ρ_{max} с оптимальным содержанием бентонита $m_{b,opt} \cong 20\%$ по массе и давлений свободного набухания $\tau_{sw,0}$ (см. табл. 3). Опыты выполнены как на малых (М-2), так и на больших (М-3) компрессионно-фильтрационных приборах [2].

Таблица 3

Данные о свойствах испытанных образцов и давлении свободного набухания смеси № 2

Количество бентонита в смеси, в %	Приборы М-2 Размеры образцов $d=70$ мм, $h=20$ мм			Приборы М-3 Размеры образцов $d=210$ мм, $h=60$ мм		
	w_{opt}	$\rho_{max}, \text{г/см}^3$	$\tau_{sw,0}, \text{МПа}$	w_{opt}	$\rho_{max}, \text{г/см}^3$	$\tau_{sw,0}, \text{МПа}$
0	0.319	1.63	—	0.319	1.61	—
20	0.286	1.63	0.022	0.286	1.64	0.0212

Как видно из табл. 3, давления свободного набухания образцов $\tau_{sw,0}$ практически равны давлению от предполагаемой пригрузки от защитного слоя, под действием которого определена величина $m_{b,opt}$.

Условия испытания и результаты определения фильтрационных свойств образцов суглинка и суглинисто-бentonитовой смеси № 2 при различных значениях градиента напора i приведены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты определения фильтрационных свойств

Количество бентонита в %	Приборы М-2		Приборы М-3	
	i	$k, \text{см/с}$	i	$k, \text{см/с}$
0	19	$7.6 \cdot 10^{-7}$	5.22	$9.3 \cdot 10^{-7}$
20	21	$0.494 \cdot 10^{-7}$	5.28	$1.03 \cdot 10^{-7}$

Опыты показывают, что оптимальное количество бентонита в супесчано-бентонитовых и суглинисто-бентонитовых смесях обычно находится в пределах 15—25 % по массе. Учитывая, что в указанных пределах зависимость $\varepsilon_p - m$ практически является линейной, то для определения $m_{\text{опт}}$ можно ограничиться испытанием только двух смесей оптимальной влажности и наибольшей плотности, содержащие 15 и 20(25) % бентонита по массе.

В заключение отметим, что по данным лабораторного определения оптимального количества бентонита в суглинисто-бентонитовых смесях (табл. 3) было осуществлено устройство водоупорных пробок на фильтрационных воронках Апранского водохранилища с пригрузкой слоя из крупнообломочных материалов. Результаты работ вполне удовлетворительны.

Работа выполнена в рамках темы 92—243, финансируемой из государственного бюджета Республики Армения.

ՀԱՎԱՅԻՏՐԱՑԻՈՆ ԳԵՏՆԱՀՈՂԱՅԻՆ ԽԱՌՆՈՒՐԴՆԵՐԻ ԿԱԶՄԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅԱՆ ԵՂԱՆԱԿ

Ս. Ռ. Մեսչյան

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Շարադրված է տեղական ենթակավերից, / նթաավազներից և բենտոնիտային փոշուց օպտիմալ խոնավության, առավելագույն խտության և տվյալ աղատ ուղելու, ձնշումի գետնահողային խառնուրդների կազմի որոշման եղանակը, որոնք օգտագործվում են հիդրոտեխնիկական կառույցների հակաֆիլտրացիոն տարրերի կառուցման համար:

A METHOD FOR PROPORTIONING OF ANTISEEPAGE SOIL MIXTURES COMPOSITIONS

S. R. Meschian

Abstract

The present paper describes a method for determination of an optimum composition of mixtures made of local loamy sands, loams and bentonite powder, their optimum humidity and maximum density with preset values of free swelling pressures, designed for construction of antiseepage elements of hydraulic engineering structures.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Джрбашян Э. Т., Алавердян Р. А., Лалазаров Б. Х., Отарян Г. С. К изучению бентонитовых глин для применения в противофильтрационных целях—В кн.: вопросы мелиорации и водного хозяйства Армянской ССР 1985. Вып. XI. Ереван: с. 115—125.
- 2 Месчян С. Р. Экспериментальная реология глинистых грунтов. М.: Недра, 1985. 342 с.
- 3 Месчян С. Р., Петросян Т. Л. Определение оптимального состава и фильтрационных свойств грунтовых смесей—Изв. АН АрмССР (серия ТН), 1987, том 40, №3, с. 33—37.
- 4 Месчян С. Р. Реологические процессы в глинистых грунтах. Ереван: Айастан, 1992. 395 с.

5. Противофильтрационная одежда ирригационных каналов (перевод с англ. Е. В. Мальцовой).: Колос, 1965. 158 с.
6. Смолина Л. Б., Кутумова О. Ф., Бейнисович В. С. Антифильтрационные экраны из бентонитовых глин, лессовых грунтов и углещелочного реагента—Вопросы гидротехники. Вып. 18. Ташкент: Изд. АН УзССР, 1964, с. 105—114.
7. Sima N., Harsulescu A. The use of bentonites for sealing dams. V Bulletin of the International association of Engineering geology, 1979, № 20, —pp 222—226.

Известия НАН РА, Науки о Земле, 1996, XLIX, № 1—3, 67—73

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ СКЛОНОВ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

© 1996 г. В. Р. Бойнагрян

Ереванский государственный университет, Армения

375025 Ереван, ул. Алека Манукяна 1, географический ф-т, Республика Армения
Поступила в редакцию 12. 12. 95.

Отмечается существенное воздействие тектоники на формирование, строение и развитие склонов нагорья, на их внешний облик, крутизну, интенсивность склоновых процессов, а также на выравнивание вершинной водораздельной поверхности вследствие широтного растяжения горных сооружений. Климат вносит свои коррективы в развитие склонов нагорья, но в целом по значимости воздействия на них он уступает тектонике.

В геолого-геоморфологической изученности Армянского нагорья существенным пробелом до самого последнего времени оставались вопросы формирования, строения и развития склонов. Наши исследования позволили в какой-то мере восполнить этот пробел и выявить основные закономерности, свойственные склонам Армянского нагорья, которые развиваются в условиях тектонической активности региона и на фоне относительной сухости климата.

Рассмотрим эти закономерности, которые, на наш взгляд, характерны не только для склонов Армянского нагорья, но и для склонов аналогичных в тектоническом и климатическом отношении областей, например, таких, как Малоазиатское, Иранское, Тибетское и др. нагорья.

I. На Армянском нагорье близко соседствуют вулканические, тектонические, экзогенные и техногенные формы рельефа с соответствующими склонами, каждый из которых имеет свои морфологические разновидности и особенности формирования, строения и развития.

Следует отметить, что большинство склонов нагорья относительно молодые—плиоцен-четвертичного, а в ряде случаев—и голоценового возраста (техногенные склоны имеют самый молодой возраст—современный). Все они сформировались здесь за разный промежуток времени—от нескольких месяцев, недель, дней, часов и даже минут (техногенные, часть экзогенных, вулканических, сейсмогенные) до сотен и тысяч лет (тектонические, экзогенные, вулканические).

На их строение и развитие воздействуют не только общие закономерности, свойственные вообще для любых склонов, но и местные особенности, связанные с тектоникой и климатом региона. Для каждого же конкретного склона немаловажное значение имеют его высотное положение, состав пород, их залегание, наличие или отсутствие промежуточного базиса денудации и т. п. На современном этапе развития склонов нагорья и особенно в последние десятилетия существенное воздействие на них оказывает деятельность человека, нередко вызы-

5. Противофильтрационная одежда ирригационных каналов (перевод с англ. Е. В. Мальцовой).: Колос, 1965. 158 с.
6. Смолина Л. Б., Кутумова О. Ф., Бейнисович В. С. Антифильтрационные экраны из бентонитовых глин, лессовых грунтов и углещелочного реагента—Вопросы гидротехники. Вып. 18. Ташкент: Изд. АН УзССР, 1964, с. 105—114.
7. Sima N., Harsulescu A. The use of bentonites for sealing dams. V Bulletin of the International association of Engineering geology, 1979, № 20, —pp 222—226.

Известия НАН РА, Науки о Земле, 1996, XLIX, № 1—3, 67—73

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ СКЛОНОВ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

© 1996 г. В. Р. Бойнагрян

Ереванский государственный университет, Армения

*375025 Ереван, ул. Алека Манукяна 1, географический ф-т, Республика Армения
Поступила в редакцию 12. 12. 95.*

Отмечается существенное воздействие тектоники на формирование, строение и развитие склонов нагорья, на их внешний облик, крутизну, интенсивность склоновых процессов, а также на выравнивание вершинной водораздельной поверхности вследствие широтного растяжения горных сооружений. Климат вносит свои коррективы в развитие склонов нагорья, но в целом по значимости воздействия на них он уступает тектонике.

В геолого-геоморфологической изученности Армянского нагорья существенным пробелом до самого последнего времени оставались вопросы формирования, строения и развития склонов. Наши исследования позволили в какой-то мере восполнить этот пробел и выявить основные закономерности, свойственные склонам Армянского нагорья, которые развиваются в условиях тектонической активности региона и на фоне относительной сухости климата.

Рассмотрим эти закономерности, которые, на наш взгляд, характерны не только для склонов Армянского нагорья, но и для склонов аналогичных в тектоническом и климатическом отношении областей, например, таких, как Малоазиатское, Иранское, Тибетское и др. нагорья.

I. На Армянском нагорье близко соседствуют вулканические, тектонические, экзогенные и техногенные формы рельефа с соответствующими склонами, каждый из которых имеет свои морфологические разновидности и особенности формирования, строения и развития.

Следует отметить, что большинство склонов нагорья относительно молодые—плиоцен-четвертичного, а в ряде случаев—и голоценового возраста (техногенные склоны имеют самый молодой возраст—современный). Все они сформировались здесь за разный промежуток времени—от нескольких месяцев, недель, дней, часов и даже минут (техногенные, часть экзогенных, вулканических, сейсмогенные) до сотен и тысяч лет (тектонические, экзогенные, вулканические).

На их строение и развитие воздействуют не только общие закономерности, свойственные вообще для любых склонов, но и местные особенности, связанные с тектоникой и климатом региона. Для каждого же конкретного склона немаловажное значение имеют его высотное положение, состав пород, их залегание, наличие или отсутствие промежуточного базиса денудации и т. п. На современном этапе развития склонов нагорья и особенно в последние десятилетия существенное воздействие на них оказывает деятельность человека, нередко вызы-

вающая катастрофические явления из-за непродуманных действий (перегрузка склонов, подрезка, чрезмерный полив, уничтожение дернины и т. п.).

II. На Армянском нагорье почти повсюду отмечается небольшая мощность склонового рыхлообломочного материала (обычно 0,3—0,5 м, редко до 1 м или больше), что связано не только с молодостью склонов (и, отсюда, невыработанностью склонового чехла), но также и со значительным удалением выветрелого материала со склонов в периоды сильных ливневых дождей (особенно сопровождающихся градом) и бурного снеготаяния весной.

В разрезе склоновых образований Армянского нагорья выделяются в основном *покровный* (плотные суглинки или супеси с вертикальной столбчатой структурой и небольшим количеством каменного материала) и *морфодинамический* (щебеночно-глыбовая толща с дресвяно-супесчано-суглинистым заполнителем) горизонты.

Процесс формирования склоновой толщи идет здесь довольно медленно из-за в целом относительной сухости климата. На одновозрастных и литологически сходных склонах во влажных районах склоновая толща формируется быстрее и имеет большую мощность.

III. На формирование и развитие склонов Армянского нагорья большое воздействие оказывает неотектонический режим региона. Тектоника не только создала так называемые тектонические склоны, но и предопределила их внешний облик, крутизну, направленность развития. Она влияет и на склоны иного генезиса: вулканические, экзогенные, техногенные через сотрясения рыхлообломочного их покрова во время землетрясений и активизацию всех склоновых процессов. Меняется и внешний облик таких склонов, особенно после сильных землетрясений, когда появляются разрывы, трещины, сходят обвалы, оползни и т. п.

Новейшие тектонические движения раздробили морфоструктуры Армянского нагорья на отдельные мегаблоки и блоки разных размеров, которые подвержены вертикальным дифференцированным смещениям относительно друг друга.

На участках интенсивного воздымания блоков водотоки производят активную глубинную эрозию, возрастают контрасты высот и крутизна склонов, склоны приобретают выпуклую форму, смещение рыхлообломочного материала со склонов усиливается и, если он удаляется эродирующим водотоком, то склоны будут отступать параллельно самим себе. Такое развитие характерно для северных склонов Главного Армянского Тавра у котловин Малатья и Мушской, котловины оз. Ван; северных склонов Южного Армянского Тавра у Чатской и Эрзинджанской интенсивно прогибающихся котловин и вдоль активно эродирующей р. Евфрат; южных склонов Восточно-Понтийских гор, вдоль которых проходит Северо-Анатолийский разлом; обоих склонов Чорохского хребта, который интенсивно вздымается по ограничивающим его с севера и юга разломам; Месхетского, южных склонов Триалетского, Арегунийского, Памбакского, Цахкуняцкого и др. хребтов нагорья.

У опускающихся, менее активных или стабильных блоков формируются вогнутые склоны, что связано с уменьшением контраста высот, слабой эродирующей способностью дренирующих эти блоки рек, накоплением сносимого со склонов рыхлообломочного материала у их подножий и выполаживанием склона. Таково, например, воздействие тектоники на форму большей части склонов Северного Армянского Тавра, которое проявляется преобладанием вогнутых склонов, что объясняется отставанием прогибания Сивас-Хафикской и Халтоарич-

ской котловин или менее активным врезанием дренирующих соответствующие склоны рек.

Ступенчатая форма характерна для северных склонов Восточно-Понтийских гор, южных склонов Главного Армянского и Южного Армянского Тавров, северных склонов Тriaлетского хребта, для разных участков Северного Армянского Тавра, почти всех склонов Джундага, Карадага, Мровдага, Миапорского, Башкалинского и др. хребтов нагорья.

Неравномерные поднятия, активность блоков не дают формироваться выпукло-вогнутому профилю, к которому, как к профилю равновесия, должны стремиться все склоны.

Ступенчатость характерна и для склонов долин большинства крупных рек и межгорных котловин нагорья. Эти ступени представляют собой остатки днищ разновозрастных долин, выработанных реками. За плиоцен-четвертичное время повсеместно на Армянском нагорье шло сокращение ширины долин и межгорных котловин за счет активного разрастания хребтов в процессе воздымания последних. В процесс воздымания последовательно вовлекались и периферийные участки впадин, происходило возрастание контраста высот и крутизны склонов, т. е. развитие склонов долин крупных рек нагорья шло от пологого к крутому профилю.

Склоны крупных речных долин Армянского нагорья отражают в своем внешнем облике три основных этапа воздымания горных сооружений, что проявляется тремя крупными региональными врезами и соответствующими сужениями долин и возрастанием крутизны их склонов.

Тектоника не позволяет склонам Армянского нагорья развиваться по законам, присущим им в спокойных условиях за счет саморазвития, не дает формироваться у их подножий обширным педиментам, эти педименты в процессе воздымания блоков оказываются на новых абсолютных отметках и создают отдельные ступени на склонах морфоструктур нагорья. Тектоника создала также асимметричность первичных склонов большинства горных сооружений Армянского нагорья, которая сказывается на их дальнейшем развитии.

Тектоническая активность Армянского нагорья проявляется в высокой сейсмичности региона, что стимулирует все склоновые процессы: обвалы, осыпи, оползни, смещение каменных россыпей (чингиллов-местное название курумов), лавины, солифлюкцию и дефлюкцию, поддерживает крутизну склонов. Сотрясая склоны, землетрясения делают менее связанным выветрелый материал этих склонов, облегчают его снос при сильных ливнях и бурном снеготаянии и способствуют, таким образом, формированию селей.

Тектоника влияет также на формирование вершинных поверхностей выравнивания путем растяжения горных хребтов и проседания отдельных их участков. Анализ продольных геоморфологических профилей через основные морфоструктуры Армянского нагорья показывает, что ряд из них, имеющие сводовый и сводово-блоковый характер строения, испытывают растяжение в широтном направлении. Это отмечается четко для Южного Армянского Тавра, Тriaлетского, Чорохского, Мишудагского, Карадагского хребтов и менее четко для Восточно-Понтийских гор и других широтно ориентированных хребтов нагорья.

Широтное растяжение хребтов проявляется в проседании средних частей сводов или средних блоков по образующимся и хорошо выраженным в рельефе разломам. Оно является закономерным явлением в горах Армянского нагорья и связано с общей тектонической «жизнью» этого региона, где меридиональное сжатие (столкновение Аравийской

и Евразийской плит сжимает зажатую между ними Закавказскую микроплиту) периодически сменяется широтным растяжением [4], что и проявляется в проседании центральных частей сводовых и сводово-блоковых морфоструктур.

На наш взгляд, такое проседание центральных частей морфоструктур может стать причиной выравнивания вершинной водораздельной поверхности. В таком случае допущение об экзогенно-эндогенном образовании поверхностей выравнивания в горах, связанное с активным эндогенным деструктивным режимом орогенов в зонах растяжения [5, 6], оправдывается в нашем регионе.

IV. Воздействие климата на склоны Армянского нагорья проявляется, прежде всего, характером выпадения осадков (преимущественно весной и частично осенью, а летом—в виде интенсивных ливней, сопровождающихся нередко градом) и интенсивностью снеготаяния весной, а также разной увлажненностью склонов в зависимости от их экспозиции.

Склоны южной экспозиции в условиях Армянского нагорья обычно довольно сухие, на них растительный покров отсутствует или он весьма скудный, горные породы обнажены и летом сильно прогреваются днем, а ночью остывают (особенно в высокогорье), поэтому они довольно интенсивно выветриваются и склон покрывается рыхлым чехлом, состоящим из обломков разной крупности в зависимости от типа и зернистости выветривающихся пород. Этот материал не скреплен друг с другом, довольно неустойчив на склонах и легко удаляется при сильных ливнях.

Удаление выветрелого материала при ливневых дождях (а весной и талыми снеговыми водами) со склонов южной экспозиции позволяет им отступать параллельно самим себе, а у их подножий—формироваться педиментам. Крутые склоны южной экспозиции при этом отступают более интенсивно, чем пологие.

Склоны северной экспозиции в условиях Армянского нагорья обычно увлажнены больше, залесены или задернованы, к ним приурочено большинство крупных оползней, более активны солифлюкция и дефлюкция. Крутые склоны северной экспозиции более сухие (вода с них стекает быстрее и не инфильтруется) и довольно устойчивые. В их развитие свои коррективы вносят только оползневые процессы и подмыв основания склона рекой (в последнем случае наряду с образованием оползней это может вызвать также обрушение или осыпание горных пород). Пологие склоны северной экспозиции увлажнены лучше, здесь активнее оползневые процессы, солифлюкция, дефлюкция, и такие склоны развиваются более интенсивно и еще больше выполаживаются, увеличивая первичную асимметрию тектонических и других (если они асимметричны по той или иной причине) склонов.

Таким образом, развитие склонов северной экспозиции в условиях относительно сухого климата Армянского нагорья идет или путем *выполаживания* (более активное смещение рыхлообломочного материала из-за лучшей увлажненности и накопление его у подножия склона), или путем *параллельного отступления* (особенно на оползневых участках—субпараллельное отступление, если у подножия склона проходит эродирующий водоток). Для склонов южной экспозиции более характерно *параллельное отступление с формированием у их подножий педимента*.

Климат Армянского нагорья вносит свои коррективы в развитие склонов, но в целом по значимости воздействия на них он уступает тектонике. Его влияние более ощутимо при постоянном базисе денудации и стабильной тектонической обстановке, когда тектоника не нару-

шает естественного хода саморазвития склона в условиях данного климатического пояса.

V. В смещении рыхлообломочного склонового материала на Армянском нагорье существенное значение имеют сотрясения склонов при землетрясениях, относительно сухой климат, водопроницаемость широко распространенных здесь вулканогенных пород, а также смыв рыхлого материала талыми и дождевыми водами (а местами и выдувание мелких частиц ветром). Это смещение осуществляется различными склоновыми процессами, в развитии и распространении которых отмечается тесная связь с высотной поясностью.

В высокогорном поясе наибольшее значение имеют солифлюкция и смещение каменных россыпей (чингилы). В среднегорном поясе ведущее место среди склоновых процессов занимает дефлюкция, которая представляет собой здесь главный процесс на всех задернованных и залесенных склонах и составляет основную массу обломочного материала в русла рек.

Особое место среди склоновых процессов Армянского нагорья занимают оползни, формирование которых здесь обусловлено геолого-геоморфологическими условиями нагорья, а также его развитием в плиоцен-четвертичное время. Здесь на склонах широко распространены гидротермально измененные (нередко до глинистого состояния), сильно трещиноватые и раздробленные породы, различные глины, суглинки, гипсоносные породы и др., которые при выветривании легко оглиниваются и способствуют оползневым смещениям. Им же способствуют морфология склонов, наличие многочисленных разломов, тектонические подвижки отдельных блоков, высокая сейсмичность, а также хозяйственная деятельность человека.

Среди оползневых проявлений на Армянском нагорье выделяются все их разновидности по размерам. Основная масса (более 90%) оползней сосредоточена в интервале высот 2000—1500 м и ниже. Лишь отдельные оползневые проявления отмечаются на высотах 2200—2400 м и еще реже—2500—2600 м и выше.

Как правило, большинство крупных оползней приурочено к зонам разломов и повышенной трещиноватости горных пород. Относительно меньшие по размерам и современные оползни обычно осложняют концевые части почти всех древних оползней, а также развиваются самостоятельно под воздействием природных или антропогенных факторов.

В будущем развитие и интенсивность склоновых процессов на Армянском нагорье будет зависеть в основном от *гидрометеорологических факторов* (в экстремально дождливые годы может возрасти интенсивность обвально-осыпных, оползневых, дефлюкционных и делювиальных процессов; в годы с сильным промерзанием грунтов усилится солифлюкция), *сейсмического воздействия* (особенно сильных землетрясений) и *деятельности человека*. Воздействие человека на активизацию склоновых процессов (независимо от природных ритмов) может возрасти в связи с дальнейшим хозяйственным и инженерным освоением горных склонов, если не соблюдать мер предосторожности при проведении инженерных и сельскохозяйственных работ.

VI. Изучение склонов Армянского нагорья, их формирования и развития, показало, что проблема развития склонов чрезвычайно сложная, нет и не может быть единого пути их развития, на разных этапах один путь заменяется другим.

Параллельное отступление, признаваемое [7] основным путем развития склона, а некоторыми исследователями рассматриваемое как довольно редкий процесс [3] или связанное исключительно со структурно-литологическим фактором—наличием моноклинальных и плас-

товых структур [1, 8], на самом деле все же отмечается сравнительно часто в горах Армянского нагорья на тех участках, где сносимый со склонов рыхлый материал удаляется от подножия или эродирующим водотоком, или бурно стекающими со склона водами (зарождающимся селевым потоком), или этот материал вовлекается в интенсивное прогибание днищ межгорных котловин и не накапливается у подножия склона.

Одновременно в тех же горных районах встречается и выполаживание склона с его понижением «сверху» (по [2]), что наиболее характерно для участков с промежуточным базисом денудации (например, для склонов моренных холмов, вулканических конусов, опирающихся на горизонтальные и субгоризонтальные поверхности) и в тех случаях, когда водоток не справляется с удалением сносимого со склонов рыхлого материала от их подножий.

Если параллельное отступление характерно на ранних стадиях развития, например, вулканических склонов (краев лавовых покровов и потоков со столбчатой отдельностью лав, для крутых склонов экстрезивных массивов и пекков), то впоследствии оно заменяется выполаживанием склона и его снижением «сверху», когда у подножия таких склонов накопится достаточно много крупноглыбового материала, с которым не будет «справляться» водоток.

Следует отметить, что в тектонически активных горных регионах, подобных Армянскому нагорью, невозможно не только формирование пенеплена по В. Дэвису, но и обширного педимента, а затем и педи-плена по В. Пенку или педипленизация по Л. Кингу. Все эти конечные разновидности процесса развития склона возможны лишь при отсутствии тектонических движений и постоянном базисе денудации. Но и в этом случае, очевидно, развитие склона будет происходить не каким-нибудь одним путем, а постепенной заменой одного пути другим. По всей вероятности, параллельное отступление склона с выработкой педимента и педиплена по схеме Л. Кинга должно заменяться выполаживанием по В. Дэвису. Такой путь представляется нам более приемлемым в природе.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԼՈՒՆԱՇԽԱՐՀԻ ԼՈՒՆԱԼԱՆՋԵՐԻ ՉԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ԵՎ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՕՐԻՆԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Վ. Ռ. Բոյնազրյան

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Նշվում է Հայկական լեռնաշխարհի լեռնալանջերի կառուցվածքի ձևավորման և զարգացման վրա տեկտոնական պրոցեսների էական ներգործությունը նրանց արտաքին տեսքի, թեքության, լանջային պրոցեսների ինտենսիվության, գագաթային ջրաժանային մակերևույթների հարթեցման վրա:

Լանջերի զարգացման վրա իր ներգործությունն է ունենում նաև կլիման, սակայն բնահանուր առմամբ այն դիչում է տեկտոնական պրոցեսներին: Հայկական լեռնաշխարհի լեռնալանջերի զարգացումը բնթանում է ինչպես նրանց գուգահեռ նահանջի (բառ Վ. Պենկի), այնպես էլ «վերեից» հարթեցման և բարձրությունների ցածրացման հետևանքով (բառ Վ. Դեվիսի): Այն կախված է կոնկրետ պայմաններից՝ դենուդացիոն բաղիսի դիրքից, ջրահոսքերի առկայությունից և այլն:

Եզրակացություն է արվում, որ տեկտոնական ակտիվ լեռնային շրջաններում, ինչպիսին Հայկական լեռնաշխարհն է, անհնար է ոչ միայն պիննպլենի

(ըստ Վ. Գեվորգի), այլև ընդարձակ պեդիմենտի, հետագայում նաև պեդիպլենի (ըստ Վ. Պենկի) առաջացումը, կամ պեդիպլենիզացիան (ըստ Հ. Կինգի):

BASIC REGULARITIES IN FORMATION AND DEVELOPMENT OF THE ARMENIAN HIGHLAND SLOPES

V. R. Boinagrian

Abstract

A substantial impact of tectonics on formation, structure and development of the highland slopes, their appearances, steepness, sloping process intensity, as well as smoothing of top watershed surface due to mountain structure latitudinal tension is revealed. The climate introduces its own corrections into the highland slope development but it is found to be subordinate to the tectonics on the whole, according to a significance of its impact on them.

The conclusion is made that in tectonically active mountainous areas, like Armenia, not only the formation of a peneplain according to V. Davis, but also the formation of an extensive piedmont and then a pediplain according to V. Penck, or the pediplanization according to L. King, is impossible.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов В. В. Формирование и развитие склонов Северного Кавказа.—В кн.: Развитие склонов тектонически активных орогенных областей и методы их изучения. Ереван: Изд. ЕГУ, 1990, с. 16—17.
2. Дэвис В. М. Геоморфологические очерки. М.: ИЛ, 1962. 455 с.
3. Карташов И. П. Геоморфологическое равновесие в развитии склонов.—Тезисы докл. к XXVII Междунар. геол. конгрессу. М.: 1984. Т. I, с. 371—372.
4. Лилиенберг Д. А., Яценко В. Р. Анализ геодезических и морфоструктурных данных района катастрофического землетрясения в Армении.—Геодезия и картография, 1989, № 10, с. 28—29.
5. Никонова Р. И. Морфоструктурный подход к решению проблемы поверхностей выравнивания.—В кн.: Основные проблемы теоретической геоморфологии. Новосибирск: Изд. АН СССР, 1985, с. 107—109.
6. Никонова Р. И. Проблема пенеплена в геоморфологии: Новый аспект. М.: Наука, 1986. 136 с.
7. Пенк В. Морфологический анализ. М.: Географиз, 1961. 359 с.
8. Pain C. F. Scarp retreat and slope development near picton, New South Wales, Australia.—Catena, 1986, v. 13, № 2, p. 227—239.

СЕЙСМИЧЕСКАЯ ТРЕЩИНОВАТОСТЬ И ВРЕМЕННЫЕ ВАРИАЦИИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

С 1996 г. А. Х. Баграмян

*Институт геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА
377515 г. Гюмри, ул. Ленинградян 5, Республика Армения
Поступила в редакцию 24.05.91*

На основе исследования механизмов и пространственно-временного распределения очагов землетрясений детально изучены тонкая структура трещиноватости земной коры, напряженно-деформированное состояние среды и изменения во времени быстрых сейсмотектонических процессов в земной коре в районе АрмАЭС.

Для изыскания предвестников землетрясений детально изучены тонкая структура трещиноватости земной коры, напряженно-деформированное состояние среды и изменения во времени быстрых сейсмотектонических процессов в земной коре в центральной части Армянского нагорья.

Установлено существование определенной системы в трещиноватости земной коры Армянского нагорья по целому комплексу геолого-геофизических данных, определен вид напряженно-деформированного состояния земной коры этого региона и обнаружены значимые временные изменения параметров напряженно-деформированного состояния и характер прорабатываемых в различное время структур трещиноватости. Можно считать установленным, что связанные в пространстве и времени линейные последовательности эпицентров землетрясений—цепочки землетрясений—являются маркирующими элементами зон развития быстрых деформаций при протекании сейсмотектонического процесса, и наблюдаемые изменения во времени рисунка цепочек землетрясений отражают динамику этого процесса.

Армянская атомная электростанция расположена в Араратской долине РА, характеризующейся весьма высокой сейсмической активностью, где произошло множество сильных и разрушительных землетрясений [2]. Это обстоятельство требует проведение непрерывных инструментальных наблюдений над сильными и слабыми землетрясениями, изучение строения, напряженно-деформированного состояния и условий сейсмичности, что будет способствовать выявлению предвестников землетрясений в районе ААЭС. Используя геолого-геофизические данные, а также результаты исследований на станциях «Земля», детально изучены строение земной коры и сейсмические условия рассматриваемой территории [4, 5, 6, 12].

С целью детального изучения трещиноватости и напряженно-деформированного состояния центральной части Армянского нагорья в районе исследования были организованы временные сейсмические станции, оборудованные короткопериодными сейсмографами с высокой чувствительностью.

Анализ азимутальных гистограмм различных по своей физической природе линейментов показал, что между сейсмической трещиноватостью, геолого-тектоническими линейментами, выделяемыми при полевых и воздушных наблюдениях, и линейными эпозонными элементами

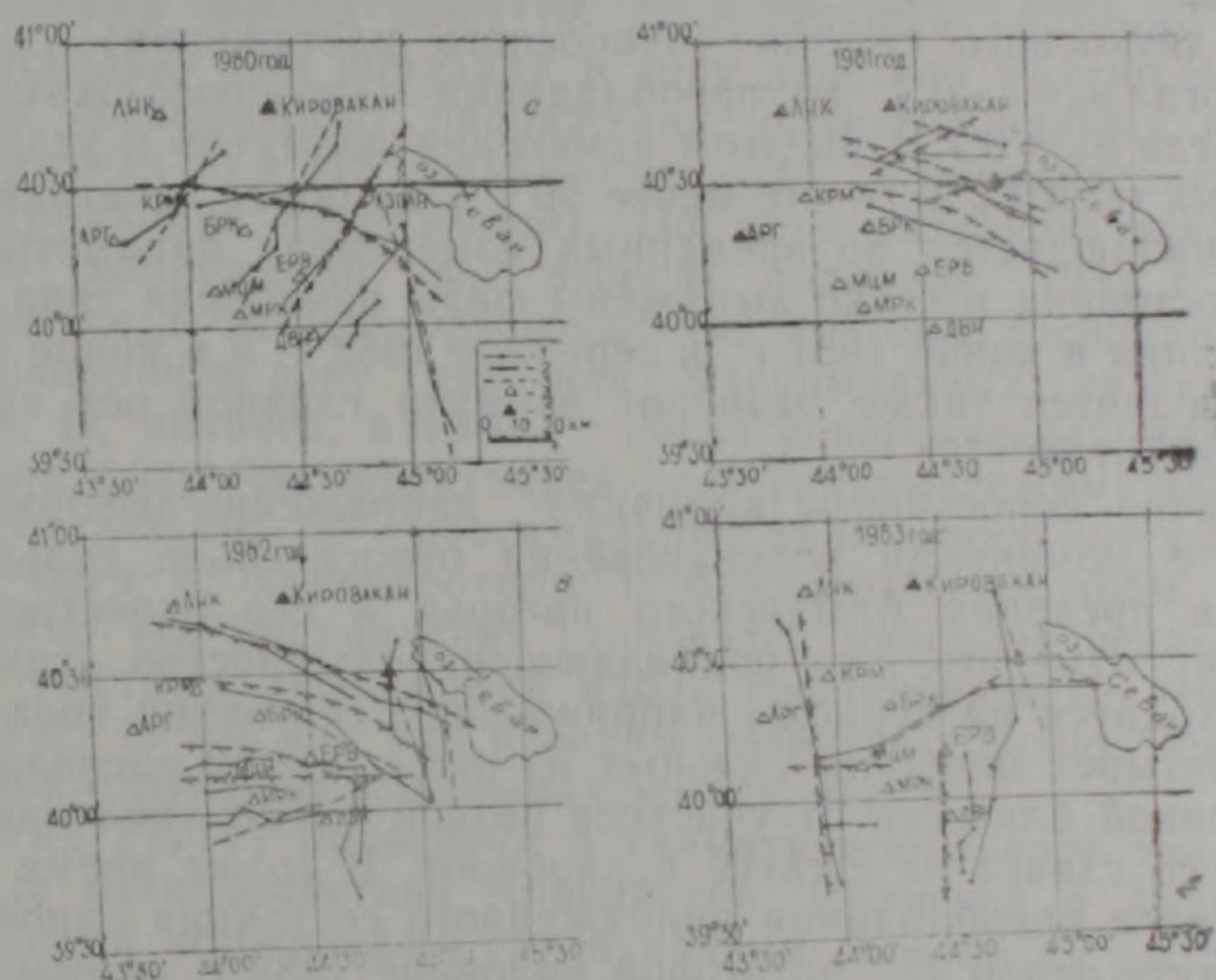


Рис. 1 а. Цепочки землетрясений за 1980 г. 1—цепочки землетрясений; 2—главнейшие трансрегиональные линейменты, 3—региональные и локальные линейменты; 4—сейсмические станции; 5—населенные пункты. б. Цепочки землетрясений за 1981 г. в. Цепочки землетрясений за 1982 г. г. Цепочки землетрясений за 1983 г.

возможностей изучения временных вариаций напряженно-деформированного состояния мы провели на материале определений механизмов очагов слабых землетрясений за время с 1981 по сентябрь 1983 гг. Механизмы очагов слабых землетрясений определялись по знакам первых вступлений продольных волн, зарегистрированных восемью временными и стационарными сейсмическими станциями. Определения проводились на ЭВМ СМ-4 в комплексной сейсмологической экспедиции Института Физики Земли АН СССР в Гарме по программе, разработанной А. А. Лукком и С. Л. Юнгой.

Результаты временных вариаций параметров напряженно-деформированного состояния указывают на временный ход величин таких параметров СТД (сейсмостектонической деформации) как коэффициент Лодде-Надаи— μ , описывающий вид деформированного состояния, ориентации главных осей сжатия P_1 и растяжения T_1 , задаваемых азимутов и углом наклона (A_1 и α). Получены изменения во времени типа напряженного состояния, задаваемого величиной угла ω (угол вида напряженного состояния), и азимута A_2 главной оси напряжения сжатия P_2 .

Наиболее резкие изменения в характере сейсмостектонического деформирования произошли в конце 1981—начале 1982 гг., затем во второй половине 1982 г. При этом вид деформированного состояния изменился от двухосного сжатия (одноосного растяжения) в середине 1982 г., когда $\mu = -0,7$, до преобладания одноосного сжатия в конце 1982 г., когда $\mu = 0,7$. При этом изменения азимутов и углов наклона главных осей P_1 и T_1 —не менее 90° . Еще более отчетливая закономерность наблюдается во временных изменениях параметров напряженного состояния и четко выражены фазы изменения типа напряженного состояния в конце 1981 г., в середине 1982 г. и в конце 1982 г. При этом наблюдается также разворот азимута главной оси сжатия P_1 на величину около 90° [3].

Интересно сопоставить вариации напряженно-деформированного состояния с моментами возникновения относительно сильных землетрясений в пределах Армянского нагорья и его окрестностей.

Следует отметить, что подавляющее большинство этих землетрясений приходится на периоды напряженного состояния типа сдвига, а моменты четырех наиболее сильных из них с $K \approx 12$ расположены в непосредственной близости от участков резкой смены типа напряженного состояния со сдвига на сжатие и наоборот. В то же время во временном интервале преобладания напряженного состояния одноосного сжатия в азимуте около 45° , во второй половине 1982 г. не отмечено практически ни одного относительно сильного землетрясения. Создается впечатление, что в этот момент времени происходит накопление упругой энергии в деформируемом материале земной коры, которая затем разряжается в процессе сдвиговых перемещений блоков земной коры на стадии сдвигового напряженного состояния.

Цепочки землетрясений выступают в качестве маркирующих элементов сейсмостектонического процесса, указывающих на линейные структуры в земной коре, в пределах которых в данный момент развиваются быстрые деформации. Иными словами, цепочки землетрясений могут выступать в качестве индикаторов динамики сейсмостектонического процесса, чутко реагируя на временные вариации напряженно-деформированного состояния в земной коре изучаемого региона.

Так, на рис. 1а наиболее ярко проработано цепочками землетрясений в 1980 г. диагональное северо-восточное-юго-западное простирание трещиноватости земной коры и сопряженная с ней система в виде одной протяженной цепочки землетрясений. В то же время наме-

чена и ортогональная система в виде двух сопряженных цепочек землетрясений. В следующем 1981 г., согласно рис. 1б мы видим, что от ярко выраженной диагональной структуры цепочек осталась лишь одна, но зато очень ярко проработано сопряженное северо-западное-юго-западное направление в структуре диагональной трещиноватости. В следующем 1982 г. (рис. 1в) вместе с продолжающейся проработкой диагонального северо-западного-юго-восточного направления начинается проработка ортогональной системы трещиноватости. Близширотные и близмеридиональные направления в рисунке цепочек землетрясений становятся преобладающими. И, наконец, на рис. 1г мы видим яркое преобладание в последующем 1983 г. именно этих двух направлений в ориентации цепочек землетрясений.

Одновременная проработка цепочками двух систем трещиноватости земной коры может находить удовлетворительное объяснение в наблюдаемых изменениях в ориентации осей главных сжимающих напряжений в течение второй половины 1982 г. от близмеридионального до диагонального в азимуте около 45° . В первом случае, когда ось главных сжимающих напряжений была ориентирована в близмеридиональном направлении, предпочтительными являлись сдвиговые деформации материала земной коры по диагональным системам трещиноватости, поскольку они попадали в зону действия максимальных тангенциальных срезающих напряжений, ориентированных в данном случае в азимутах 45 и 315° (под углом 45° к направлению действия главных сжимающих напряжений). По мере разворота осей главных сжимающих напряжений во второй половине 1982 г. начинает прорабатываться и вторая ортогональная система трещиноватости по мере ее попадания в зону действия максимальных тангенциальных напряжений. И, наконец, в 1983 г., когда сдвиговое напряженное состояние характеризуется ориентацией осей главных сжимающих напряжений в азимутах $20-60^\circ$, максимальные тангенциальные напряжения концентрируются в близширотном и близмеридиональном направлениях и именно эти направления становятся наиболее реальными для реализации быстрых деформаций вдоль трещиноватости этих простираний. На рис. 1г мы как раз и видим развитие хорошо выраженной ортогональной структуры в цепочках землетрясений.

В работах [1, 11] приведена в схематическом виде такая реконструкция для взаимодействия Аравийской, Иранской и Анатолийской плит. Основными источниками сил в данном регионе по рассматриваемой реконструкции является взаимодействие перемещающейся в северном направлении Аравийской плиты и неподвижной, выступающей в качестве упора Европейской плиты. Развивающиеся в зоне их коллизии на Кавказе интенсивные сжимающие напряжения и являются, по широко распространенному мнению, причиной кавказского орогенеза в этой части Альпийского геосинклинального пояса. Вместе с тем на фронте перемещающейся к северу Аравийской плиты происходит выталкивание двух малых литосферных плит—Иранской и Анатолийской. При этом Анатолийская плита перемещается в западном направлении, закрывая северо-восточную часть Средиземного моря, а Иранская плита перемещается в северо-восточном направлении, наезжая в своей срединной части на Каспийское море.

В таких условиях действия сил литосфера Малого Кавказа может подвергаться попеременно воздействию то близмеридиональных, то сжимающих напряжений под углом 45° к этим направлениям. Указанные изменения в ориентации сжимающих напряжений могут быть обусловлены условиями взаимодействия Аравийской и Иранской литосферных плит в данный отрезок времени.

Попробуем приложить эти представления к обоснованию реальной возможности значимых временных вариаций напряженно-деформированного состояния изучаемого региона.

Во-первых, само существование описанной выше системы трещиноватости в земной коре Малого Кавказа удовлетворительно укладывается в схему сил, действующих в зоне коллизии Аравийской и Европейской литосферных плит. Максимальные тангенциальные напряжения в рассматриваемом регионе должны действовать в широтном и меридиональном направлениях за счет воздействия Аравийской плиты и под 45° к ним за счет воздействия Иранской плиты.

Во-вторых, ориентация главной оси сжимающих напряжений, оцененная по многолетним наблюдениям за механизмами очагов относительно сильных землетрясений Малого Кавказа, находится в удовлетворительном согласии с направлением движения к северу Аравийской плиты. По-видимому, в целом для Малого Кавказа, определяющими являются близмеридиональные горизонтальные сжимающие напряжения, обусловленные давлением Аравийской плиты.

В-третьих, отмеченный разворот оси максимальных сжимающих напряжений на 45° от близмеридионального направления в течение 1982—1983 гг. вполне может быть увязан с направлением перемещения Иранской плиты в азимуте 45° . При этом, несомненно, должна возрастать роль близгоризонтального одноосного сжатия или взбросового типа напряжений в литосфере Малого Кавказа, взамен преобладания сдвиговых напряжений, поскольку направление сжатия в данном случае начинает действовать нормально к структурам «кавказского простирания». Общее же преобладание сдвигового типа напряжений в литосфере Малого Кавказа можно пытаться объяснить способностью к проскальзыванию материала литосферы по разрывным нарушениям вдоль структур «кавказского простирания», когда преобладает близмеридиональное сжатие за счет движения Аравийской плиты. Конкурирующее влияние в преобладании сжимающих напряжений за счет Аравийской или Иранской плит и определяет, по-видимому, динамику развития сейсмостектонического процесса в литосфере (земной коре) Малого Кавказа. Отражением этой динамики и можно считать наблюдаемые нами вариации во времени рисунка структуры цепочек землетрясений и вида напряженно-деформированного состояния.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԼՆՌՆԱՇԽԱՐՀԻ ԿԵՆՏՐՈՆԱԿԱՆ ՄԱՍԻ ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ
ՍԵՅՍՄԵԿ ԶԵՂՔՎԱԾՔԱՎՈՐՈՒՄԸ ԵՎ ԸՍՏ ԺԱՄԱՆԱԿԻ
ԼԱՐՎԱԾԱ-ԴԵՅՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ՎԻՃԱԿԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա. Խ. Բաղդասյան

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Երկրաշարժերի կանխագուշակման նախաՆշանները հայտնաբերելու նպատակով, երկրաբանական և երկրաֆիզիկական լրիվ կոմպլեքս տվյալներով, մանրամասնորեն ուսումնասիրված է հայկական լեռնաշխարհի կենտրոնական մասի երկրակեղևի ճեղքվածքավոր կառուցվածքը, ըստ ժամանակի սեյսմատեկտոնական արագ պրոցեսները և միջավայրի լարվածա-դեֆորմացիային վրձակր։ Հաստատված է, որ երկրաշարժերի էպիկենտրոնների ժամանակի և տարածության պծային հաջորդականություն կապը, հանդիսանում է դրոշմող էլեմենտ։ Սեյսմատեկտոնիկ պրոցեսների ընթացքում տվյալ շրջանի դինամիկ պրոցեսները արտացոլվում են արագ դեֆորմացիաների դարդացմամբ և ըստ ժամանակի թույլ երկրաշարժերի շղթայի տեսքի փոփոխմամբ։

SEISMIC FRACTURING AND TIME VARIATIONS OF STRESS-DEFORMED STATE OF THE EARTH'S CRUST IN THE CENTRAL AREA OF THE ARMENIAN HIGHLAND

A. Kh. Baghramian

Abstract

Basing on the investigation of mechanisms and spatial-and temporal distribution of earthquake foci the line structure of the Earth's crust fracturing, the stress-deformed state of medium and time variations of fast seismotectonic processes in the Earth's crust in the ANPP region are studied in detail.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян С. Ц. Тектоника плит в Альпийско-Гималайском поясе и некоторые прогностические критерии.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, XXXVIII, № 6, с. 39—49.
2. Асланян А. Т., Аракелян Ф. О., Агамалян К. А., Баграмян А. Х. и др. Анализ сейсмических условий района Армянской атомной электростанции (Арабатская долина).—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1982, № 5, с. 3—18.
3. Баграмян А. Х. Сейсмотектоническая деформация и напряженное состояние земной коры в районе Армянской АЭС.—ДАН АрмССР, 1987, т. LXXXV, № 5, с. 200—202.
4. Баграмян А. Х. Стресс земной коры в различных регионах Кавказа. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974, 106 с.
5. Карапетян Н. К. Механизм возникновения землетрясений Армянского нагорья. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1986, с. 228.
6. Карапетян Н. К. Сейсмогеодинамика и механизм возникновения землетрясений Армянского нагорья. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1990, с. 264.
7. Лукк А. А., Леонов В. Г. Трещиноватость земной коры Гармского района по статистике механизмов очагов слабых землетрясений.—Изв. АН СССР, Физика Земли, 1978, № 8, с. 33—45.
8. Лукк А. А. Сейсмическая трещиноватость, эрозивная сеть и напряженно-деформированное состояние Гармского района.—Изв. АН СССР, Физика Земли, 1980, № 3, с. 18—29.
9. Лукк А. А., Юнга С. Л. и др. Сейсмотектоническая деформация и напряженное состояние земной коры Средней Азии и Казахстана.—В кн.: Землетрясения Средней Азии и Казахстана, 1981, Душанбе: Дониш, 1983, с. 118—135.
10. Нерсесов И. Л., Лукк А. А., Юнга С. Л. Временные вариации механизма очагов землетрясений Гармского района.—Изв. АН СССР, Физика Земли, 1980, № 2, с. 10—21.
11. Сихарулидзе Д. И., Тутберидзе Н. П., Баграмян А. Х. и др. Мегаблок Кавказской литосферы.—В кн.: Методика и результаты выделения блоков земной коры и сейсмически активных зон. Тбилиси: «Мецниереба», 1989, с. 16—20.
12. Сихарулидзе Д. И., Тутберидзе Н. П., Баграмян А. Х. и др. Стресс, напряженно-деформированное состояние и условия сейсмичности литосферы Малого Кавказа. Тбилиси: Изд. «Мецниереба», 1983, 123 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЕНИИ

© 1996 г. Ю. А. Агабальян*, Л. М. Багдасарян*, А. Т. Багдасарян**,
А. В. Маркарян***

* Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых Армении
375009 Ереван, ул. Корюна 14, (ГКЗ), Республика Армения

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

*** Государственный инженерный университет Армении
375009 Ереван, ул. Теряна 105, горно-металлургический ф-т, Республика Армения
Поступила в редакцию 29.10.96.

Социально-экономическому развитию Армении в значительной степени может способствовать создание на собственной сырьевой базе железорудной промышленности и черной металлургии. В статье рассматриваются вопросы, связанные с подготовкой разведанных месторождений к освоению с позиций рыночной экономики, излагается программа необходимых действий для решения данной проблемы.

Черная металлургия является стержнем развития тяжелой индустрии. Создание же этой отрасли в Армении, особенно с учетом ее геополитических условий, имеет первостепенное значение. Важно отметить, что это осуществимо на базе собственных минерально-сырьевых ресурсов—утвержденных запасов железных руд Разданского и Абовянского железорудных месторождений, а также после проведения соответствующих стадий геологоразведочных работ—титано-магнетитовых руд Сваранцского и некоторых других месторождений и проявлений республики. Руды первых двух месторождений пригодны для производства чистого железа способом его прямого восстановления из высококачественных магнетитовых концентратов, а руды Сваранцского месторождения могут служить сырьевой базой для развития традиционной черной металлургии—доменного производства.

В то же время следует отметить, что с точки зрения современных требований, предъявляемых к изученности объектов минерального сырья для их рационального и комплексного освоения, ни одно из железорудных месторождений не может считаться полностью подготовленным к промышленному освоению. Это касается даже Разданского месторождения, руды которого были подвергнуты глубоким технологическим исследованиям, вплоть до получения чистого железа на основе электроплавки 20 проб губчатого железа. Кроме того, технико-экономическими расчетами доказана исключительно высокая экономическая эффективность его освоения [1]; в частности сроки окупаемости капиталовложений по оцениваемым вариантам колеблются от 1,5—2,0 до 3—4 лет. Однако до передачи в промышленное освоение нам представляется необходимым решить следующие задачи:

1. Собрать полноценную информацию о спросе, производстве, марочности чистого железа на мировом рынке и в отдельных (особенно близлежащих к Армении) регионах, направлениях использования, ценах на готовую продукцию, сведения о ведущих фирмах; необходимо также выявить собственные потребности Армении в чистом железе.

2. Учитывая, что технологические исследования (обогащение, прямое восстановление, электроплавка) производились примерно 30 лет назад, следует повторить экспериментальные работы на представительных пробах с целью уточнения технологических показателей.

3. Провести дополнительные геологоразведочные работы с целью установления содержаний, формы нахождения и подсчета запасов золота и серебра*). В процессе геологоразведочных работ на благородные металлы целесообразно изучить также физико-механические свойства различных разновидностей вскрышных пород, выявить возможные потребности в них и произвести подсчет их запасов в пределах конечных контуров железорудного карьера.

4. При производстве дополнительных технологических исследований, включая промышленные испытания, особое внимание следует уделить технологической схеме извлечения золота, снижению содержания железа в отвальных хвостах, испытаниям по утилизации последних в цементном производстве и повышению качества чистого железа.

5. С учетом полученных результатов по доразведке и технологическим исследованиям следует произвести коренную переоценку месторождения и представить в ГКЗ РА на утверждение вновь обоснованные кондиции и подсчет запасов основных и попутных полезных ископаемых и компонентов.

Учитывая большую капиталоемкость будущего горно-металлургического производства, отсутствие в республике опыта и кадров по принципиально новому производству, связанному с прямым восстановлением железа из концентратов, реализация такой крупной программы реально осуществима на основе привлечения зарубежных фирм.

Перечисленные выше работы могут быть выполнены за 1,5—2 года и потребуют не более 20—30 млн. драм. В результате завершения этих работ следует ожидать: а) прироста запасов железных руд на 20 млн. т или на 40%; б) подсчета запасов золота (предположительно 40—50 т) и серебра; в) подсчета запасов строительных материалов в объеме 30—50 млн. м³; г) повышения сквозного коэффициента извлечения железа; д) повышения средней марочности чистого железа; е) обеспечения цементных заводов республики высококачественными железистыми добавками за счет утилизации отвальных хвостов железных руд; ж) обеспечения прироста годового экономического эффекта в размере 10 и более млн. долларов (4 млрд. драм).

В меньшей степени подготовлено для передачи в промышленное освоение Абовянское месторождение, на котором наряду с железными рудами (244 млн. т) утверждены и запасы покрывающих скальных пород (64 млн. м³), мощность которых колеблется в пределах 50—200 м. В связи с отсутствием непосредственных выходов руд на земную поверхность полезное ископаемое подвергнуто было менее глубоким технологическим испытаниям, чем разданские руды; на основе лабораторных исследований кернового материала довольно детально определена лишь обогатимость руд. Этим исследованиям подвергнуты руды с очень широким диапазоном содержания в них железа (от 8,8 до 55%). В результате получены высококачественные концентраты, содержащие от 65 до 69% железа, что позволяет использовать методы прямого восстановления. Ожидаемое содержание металлического железа в продукте переработки концентрата—92%. Судить же о марочности чистого железа, которое может быть получено в результате электроплавки губчатого железа, естественно, не представляется возможным до проведения соответствующих технологических испытаний.

Следует отметить, что руды Абовянского месторождения содержат

*) Золоторудная минерализация (самородные золото и серебро, петцит, гессит и другие теллуриды) в железных рудах Разданского месторождения установлены и описаны А. И. Карапетяном (Карапетян А. И. Об обнаружении Au—Ag—Bi—Te минерализации в пределах Разданского железорудного месторождения Армянской ССР. —ДАН АрмССР, 1969, т. 49, № 1, с. 16—19.)

апатит (около 0,7%), с которым связаны выявленные редкоземельные элементы цериевой и иттриевой групп. При обогащении апатит извлекается в хвосты переработки. Имеется принципиальная возможность получения из хвостов обогащения апатитового концентрата, редких земель, стекольного сырья и других продуктов. Чтобы достоверно ответить на вопросы о возможной марочности чистого железа, возможности и целесообразности производства апатитового концентрата и редких земель необходимо провести глубокие технологические исследования руд и продуктов их переработки на крупных пробах, что возможно лишь после вскрытия рудного тела открытыми или подземными горными выработками, а также осуществить коренную переоценку месторождения. Помимо этого необходимо также более строго обосновать наиболее целесообразный способ разработки Абовянского месторождения. До настоящего времени во всех известных работах предусматривалась открытая разработка месторождения на всю глубину. Однако при этом практически не учитывались природоохранные аспекты, возможные изменения гидрогеологического режима района и т. д. В этой связи нам представляется необходимым, наряду с открытым способом, рассмотреть ряд альтернативных вариантов комбинированной открыто-подземной разработки месторождения: традиционную, трехъярусную [4], с целенаправленным формированием подземных пустот [3].

Как при открытом, так и при любом из комбинированных способов разработки, очевидно, необходимо удалять покрывающие скальные породы, (базальты, андезито-базальты и т. д.), которые, как было отмечено выше, утверждены в качестве сырья для производства строительных материалов. Опережающая отработка этих пород, очевидно, весьма целесообразна: во-первых, это позволит практически осуществить вскрытие железорудного месторождения при огромной экономии капитальных вложений и времени; во-вторых, будет создана возможность более полно использовать эти породы в качестве товарной продукции (при высоких темпах подготовки железорудного тела к эксплуатации большая часть удаляемых пород может не «успеть» найти потребления); в третьих, после удаления этих пород и обнажения железных руд на определенной площади впервые появится возможность отбора крупных технологических проб и завершения комплексных испытаний руд, вплоть до определения марочности производимого чистого железа, возможности и целесообразности получения апатитового концентрата, извлечения редких земель, утилизации отвальных хвостов. Немаловажное значение будет иметь также то обстоятельство, что при отборе технологических проб появляется возможность изучить и внутреннее строение рудного тела. Кроме того, на базе утвержденных скальных пород Абовянского железорудного месторождения возможна организация крупного дробильно-сортировочного предприятия, что будет весьма целесообразно при увеличении объемов строительства в республике, деблокаде транспортных коммуникаций. Если при этом учесть и исключительно благоприятные географо-экономические условия этого месторождения, то, очевидно, производимая продукция будет характеризоваться небольшими затратами и умеренными ценами, а большая мощность покрывающих пород позволит сократить площади изымаемых сельскохозяйственных земель на каждые 1000 м³ погашаемых запасов полезного ископаемого. Поэтому весьма своевременным является объявление тендера на освоение покрывающих скальных пород Абовянского железорудного месторождения (объявленный тендер на освоение всего объекта желающих, естественно, не выявил).

В связи с невыясненностью вопроса о марочности чистого железа, производимого из руд Абовянского месторождения, нами произведена гипотетическая оценка последнего. В частности, укрупненными технико-экономическими расчетами установлено, что, если производимая продукция будет удовлетворять даже 8-ой марке (015 ЖРЮ) из девяти существующих [6], то уже будет обеспечена эффективность капиталовложений в размере 17—18%, а бортовое содержание на основе метода приростных приведенных затрат [2] составит 18% (запасы утверждены при бортовом содержании железа 15%). Если же будет обеспечено производство 7-ой и 6-ой марок, то бортовое содержание составит 15 и 12%, соответственно, при росте эффективности капиталовложений до 25% и более. Эти данные свидетельствуют о том, насколько важно детально точно знать о возможности получения той или иной марки чистого железа, что окажет значительное воздействие на величину бортового содержания железа в руде и эффективность будущего горно-металлургического производства.

Абовянское месторождение может рассматриваться в качестве объекта второй (после Разданского) очереди освоения. Однако, не исключается его освоение с целью производства концентратов (или окатышей) с их реализацией в соседние страны. Например, на западе Ирана в г. Ахваз функционирует завод прямого восстановления, проектная мощность которого составляет 2,53 млн. т губчатого железа в год [5]. Завод работает на завозимых из Индии железных рудах (4,5 млн. т в год). По нашим расчетам, при годовой производительности Абовянского карьера 5 млн. т может производиться 1,5—1,6 млн. т высококачественных окатышей с приведенными затратами примерно 30—35 долларов за тонну. При решении проблемы их транспортировки окатыши будут весьма конкурентоспособной продукцией. Не исключается также возможность кооперации с Руставским металлургическим комбинатом.

Что касается вопросов изучения и особенно дальнейшего освоения Сваранцского месторождения, то это следует увязать по времени со строительством железной дороги Варденис-Сисиан-Горис-Мегри. Прогнозные ресурсы руд этого месторождения оцениваются в 1 млрд. т, а полезное ископаемое, помимо железа, содержит также титан, магний, ванадий и ряд других ценных компонентов. Укрупненные расчеты показали, что суммарная ценность попутных компонентов значительно превышает стоимость железа. Поэтому проведение опережающих глубоких технологических исследований руд этого месторождения представляет собой актуальную задачу, решение которой может способствовать созданию в Армении большой черной металлургии.

Отдельно следует отметить проблему обеспечения цементных заводов республики железистыми добавками. В прошлом эти потребности покрывались за счет использования шлаков Алавердского ГМК, а после его ликвидации, вплоть до блокады железной дороги, железистые добавки завозились из России и Украины. В настоящее время Разданский цемзавод использует высокоценные руды одноименного железорудного месторождения, что не допустимо как с юридических, так и с экономических позиций (извлекаемая ценность 1 т руды заметно превосходит цену 1 т цемента). Нам представляется наиболее правильным в сложившихся условиях срочно разведать одно из сравнительно небольших проявлений железных руд в б. Разданском районе (например, Агавнадзорское) и материалы ТЭО кондиций и подсчета запасов железных руд представить на утверждение Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых РА. Использование руд вновь разведанного месторождения, по-видимому, будет целесообразно до пус-

ка обогатительной фабрики будущего Разданского горно-металлургического комбината, когда появится возможность применять отвальные хвосты обогащения железных руд.

Работа выполнена в рамках темы 94—176, финансируемой из государственного бюджета Республики Армения.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԵՐԿԱԹԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՀԱՄԱԼԻՐ ՅՈՒՐԱՑՄԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ

Յու. Ա. Աղաբալյան, Լ. Մ. Բաղդասարյան, Ա. Թ. Բաղդասարյան,
Հ. Վ. Մարգարյան

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Երկաթահանքային արդյունաբերության և սև մետալուրգիայի (բարձր մակնիշների մաքուր երկաթի, հատուկ պողպատների և ճշգրիտ համաձուլվածքների ստացմամբ) ստեղծման համար Հայաստանում առկա է հետախույզված հումքային հենք: Սակայն, նույնիսկ առավել ուսումնասիրված Հրազդանի երկաթի հանքավայրը, այսօրվա տեսանկյունից, չի կարող համարվել լիովին նախապատրաստված յուրացման համար: Այդ նպատակով հանքավայրերի (այդ թվում ոսկու և արծաթի պարունակությունների) մակաբացման ապարների, հարստացման պոչերի համալիր ուսումնասիրման համար առաջարկվում է անցկացնել լրացուցիչ երկրաբանահետախույզական աշխատանքներ, ինչպես նաև ճշտել հանքավայրի վերամշակման տեխնոլոգիական չափագծերը ժամանակակից համաշխարհային մակարդակի հիման վրա:

Նշված աշխատանքների ավարտից հետո անհրաժեշտ է իրականացնել հանքավայրի վերագնահատումը և նոր կոնդիցիաները ու պաշարների հաշվարկը ներկայացնել ՀՀ ՊՊՀ-ի հաստատմանը:

PROSPECTS OF COMPREHENSIVE DEVELOPMENT OF IRON-ORE DEPOSITS OF ARMENIA

Yu. A. Aghabalian, L. M. Bagdasarian, A. T. Bagdasarian, A. V. Markarian

Abstract

The social and economic evolution of Armenia can be greatly promoted by establishing the iron-ore industry and the ferrous metallurgy with their own raw material basis. The paper deals with the issues related to preparation of the explored deposits for development, based on market economics principles, and describes the programme of actions needed to solve this problem.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агабалин Ю. А. и др. Целесообразность создания в Армении железорудной промышленности и черной металлургии.—Экономика, 1993, № 11—12.
2. Агабалин Ю. А. Теория и практика оптимального освоения недр. М.: Недра, 1991.
3. Агабалин Ю. А., Оганесян А. Г. Разработка рудных месторождений с целенаправленным формированием пустот.—Горный журнал, 1995, № 5.
4. Агошков М. И. Комплексный трехъярусный открыто-подземный способ разработки мощных рудных месторождений. М.: ИПКОН АН СССР, 1985.
5. Горная энциклопедия. М.: Изд. Советская энциклопедия, т. 2, 1986.
6. Прейскурант № 01—07—43. М.: Прейскурантиздат, 1990.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ ДИЛИЖАНСКОЙ СВИТЫ ПО ИСКОПАЕМЫМ ФАУНИСТИЧЕСКИМ ОСТАТКАМ

© 1996 г. С. М. Григорян, С. А. Бубикян

Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 10.07.94.

Вопрос возраста дилижанской свиты (Дилижанское месторождение горючих и углистых сланцев) из-за отсутствия в ней руководящих фаунистических остатков до сих пор считается предметом оживленной дискуссии. Многие исследователи относили ее к среднему или верхнему эоцену (К. Н. Паффенгольц, А. П. Демехин, М. Б. Гзовский и др.). При решении возраста названной свиты (средний олигоцен—нижний миоцен) исследователями были широко использованы главным образом флористические данные—листовая флора, богато представленная в угленосно-сланценовых отложениях окрестности г. Дилижана [2, 4].

В 1993 г. при проведении полевых работ в окрестностях г. Дилижана по теме «Биостратиграфия фанерозойских отложений зоны Спитакского землетрясения» сотрудниками лаборатории палеонтологии и стратиграфии ИГН НАН РА под руководством С. М. Григорян были составлены многочисленные послойные разрезы со сборами образцов для микрофаунистических исследований.

Разрезы составлены между сс. Папанино и Шамахян «Брыкина балка» на левом берегу р. Агстев у железнодорожного вокзала «Дилижан», в районе пансионата кинематографистов (правый берег р. Агстев), в ущелье «Штоканаджур» и др. местах.

В результате лабораторных исследований в восьми образцах совместно с флористическими остатками С. А. Бубикян выявлен определенный комплекс пресноводных остракод, анализ которых дает полную возможность доказать среднеолигоцен-среднемиоценовый (?) возраст рассматриваемой свиты.

Ниже приводится краткое описание некоторых разрезов, составленных нами в 1993 г. в окрестностях гор. Дилижана, с указанием видов ископаемых остракод (рис. 1).

1. Разрез между сс. Папанино-Шамахян «Брыкина балка» (разрез составлен стратиграфически сверху-вниз).

Обн. 1. 1. Конгломераты, слабо сцементированные. Видимая мощность 20—25 м.

2. Песчаники и песчанистые глины с *Kassinina kassini* *Mandelst.* (плохой сохранности, обр. 736/93). Мощность 2 м.

3. Глинистые песчаники с растительными остатками. Мощность 3 м.

Обн. 2. 4. Чередование конгломератов, песчаников и песчанистых глин. Мощность 10—12 м.

Обн. 3. 5. Глинистые сланцы флореносные. Мощность 2,7 м.

6. Груборассланцованные глинистые сланцы. Мощность 4 м.

7. Песчаники, сильно ожелезненные с *Kassinina kassini*

- Mandelst.* (плохая сохранность, обр. 741/93). Мощность 2 м.
8. Конгломераты с плохо окатанными гальками различного размера. Мощность 0,30 м.
 9. Тонкорассланцованные глинистые сланцы. Мощность 3 м.
 10. Песчаники желтовато-серого цвета с *Kassinina kassini* Mandelst. (в большом количестве цельные раковины и отдельные створки, обр. 743/93).

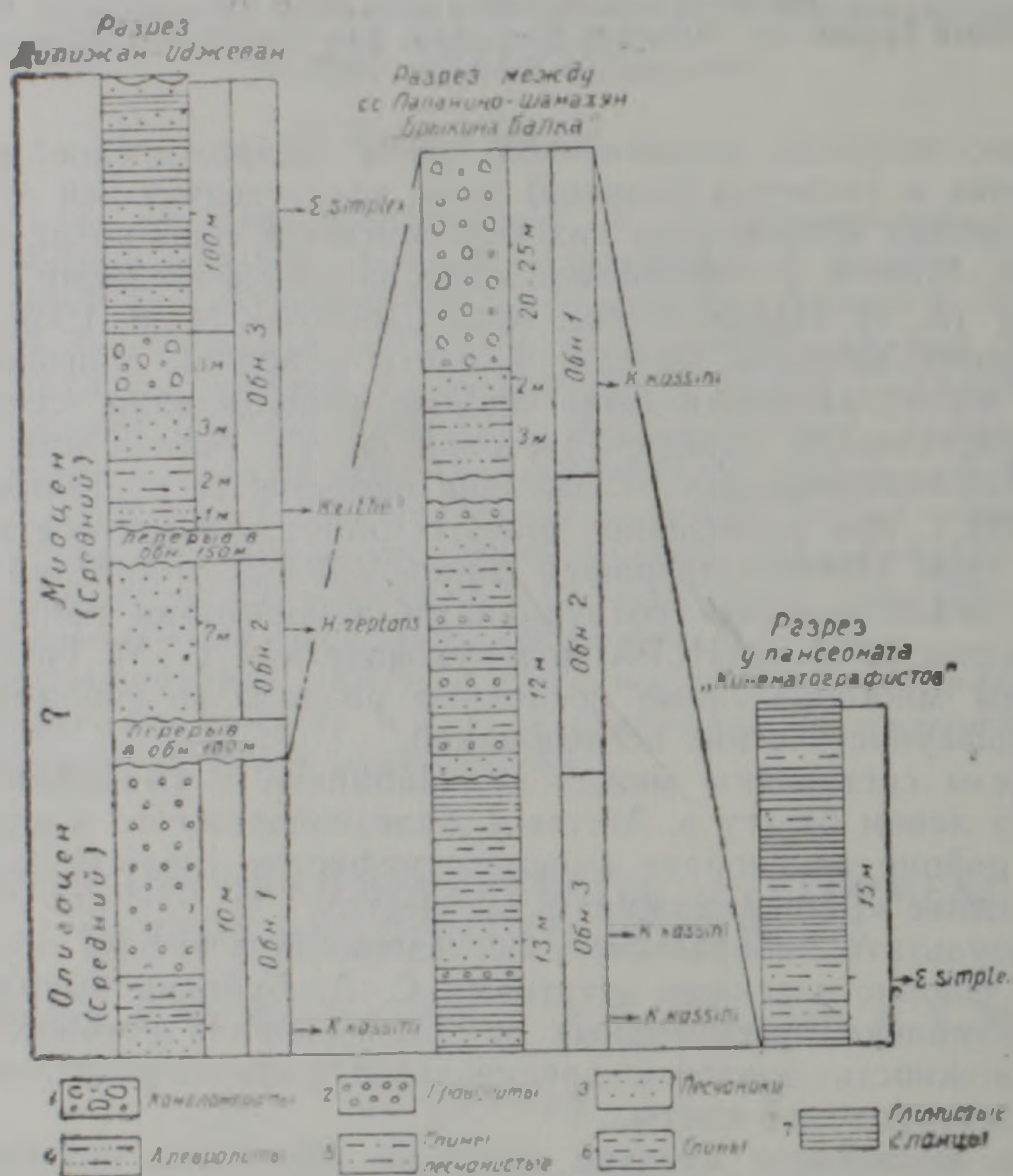


Рис. 1. Корреляция разрезов дилижанской свиты по остракодам.

2. Разрез по дороге Дилижан-Иджеван (у гор Дилижана по левую сторону железнодорожной станции «Дилижан», левый берег р. Агстев). Разрез составлен стратиграфически снизу-вверх. Весь разрез представлен отдельными обнажениями в количестве 8.

Обн. 1. 1. Песчаники, слабо глинистые, чередуются с тонкорассланцованными алевритами. На поверхности слоев имеются многочисленные крышки гастропод черного цвета. Из остракод встречаются *Kassinina kassini* Mandelst. (плохой сохранности, обр. 741/93). Мощность 1,5 м.

2. Алевриты, тонкорассланцованные, почти черного цвета, с крышками гастропод, чередуются с тонкими прослойками плотных песчаников. Мощность 1,5 м.

3. Гравелиты, постепенно переходящие в конгломераты. Мощность 10 м.

Перерыв в обнаженности 100 м.

Обн. 2. 4. Песчаники мелкозернистые серого цвета с *Herpetocypris reptans* (Baird) (хорошей сохранности, обр. 749/93). Мощность 7 м.

Перерыв в обнаженности 150 м.

Обн. 3. 5. Чередование тонко- и груборассланцованных алевролитов и песчаников серого цвета. В песчаниках встречаются редкие крышки гастропод. Из остракод встречается *Krithe?* плохой сохранности. (Обр. 751/93). Мощность 1 м.

6. Алевролиты, полосчатые, серого цвета. Мощность 2 м.

7. Песчаники, рассланцованные, с крышками гастропод. Мощность 3 м.

8. Конгломераты. Мощность 3 м.

9. Чередование сильно метаморфизованных сланцев и груборассланцованных песчаников. В песчаниках встречаются остракоды— *Eucypris simplex* Schn. (многочисленные, обр. 755/93). Мощность 100 м.

Описание обн. 4—8 нами не приводится, т. к. в образцах горных пород не обнаружены ископаемые фаунистические остатки.

3. Разрез на правом берегу р. Агстев у пансионата кинематографистов.

В данном разрезе породы дилижанской свиты, общей видимой мощностью 10—15 м, представлены чередованием грубо- и тонкорассланцованных алевролитов и глинистых сланцев. Из многочисленных образцов в лабораторных условиях только в одном образце (обр. 770/93) выявлены остракоды— *Eucypris simplex* Schn. (в большом количестве).

Таким образом, в породах дилижанской свиты в различных участках окрестности гор. Дилижана из остракод обнаружены: *Kassinina kassini* Mandelst., *Eucypris simplex* Schn., *Herpetocypris reptans* (Baird) *Krithe?* sp.

Из перечисленных видов *Kassinina kassini*, *Eucypris simplex* впервые встречаются в изученных разрезах Армении. Эти виды известны из среднего олигоцена Казахстана и караганского горизонта Дагестана, а *Herpetocypris reptans*, который встречен впервые в Дилижанском районе, имеет широкое распространение и установлен в многочисленных разрезах скважин и обнажений Армавирского (Октемберянского) района, возраст его определяется как средний миоцен (караган).

Herpetocypris reptans — широко распространенная форма в глинисто-песчанистых отложениях карагана Западного Предкавказья. в разрезе р. Пшиша Ходыжинского нефтеносного района и р. Пшехо Апшеронского нефтеносного района, в Закавказье в районе нефтеносного месторождения Кавтисхеви.

На основании вышеизложенного анализа пресноводных остракод возраст вмещающих пород определяется как средний олигоцен-средний миоцен (караган).

Полученные новые данные по остракодовой фауне кроме стратиграфического значения имеют важное значение для восстановления палеоусловий образования дилижанской свиты, а также корреляции разрезов Дилижанского и Армавирского (Октемберянского) районов территории Армении.

Работа выполнена в рамках темы 92—220, финансируемой из государственного бюджета Республики Армения.

ԼՈՒԹԵՐԱԴՄՐԱ

1. Գաբրիելյան Ա. Ա. Палеоген и неоген Армянской ССР. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1964.
2. Գաբրիելյան Ա. Ա., Խախադյան Ա. Լ., Տարկիսյան Օ. Ա. О возрасте угленосно-сланцевой свиты окрестностей гор. Дилижана—ДАН АрмССР, 1958, т. XXVI, №3.
3. Տարկիսյան Օ. Ա. Палеоген Севано-Ширакского синклинария. Изд. «Митк», Ереван, 1966.
4. Տարկիսյան Օ. Ա., Արուտյան Մ. Ե. К вопросу о стратиграфическом расчленении дилижанской свиты. Уч. записки ЕГУ, 1970, №3.

Известия НАН РА, Науки о Земле, 1996, XLIX, №1—3, 88—90

ՀԱՄԱԽՈՏ ՀԱՂՈՐԴՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՏԱՐԱԾՔԻ ՍԵԼԱՎԱՎՏԱՆԳԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ԱՍՏԻՃԱՆԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

© 1996 թ. Թ. Հ. ՏԵՐ-ՄԻՆԱՍՅԱՆ

Управление чрезвычайных ситуаций Армении
375010 Ереван, ул. Пушкина 25, Республика Армения
Поступила в редакцию 15.04.96.

Սելավների դեմ պայքարի միջոցառումներ մշակելիս հաճախ հարց է առաջանում որոշելու նրանց վտանգավորության աստիճանը:

Հայաստանի Հանրապետության տարածքի սելավավտանգավորության աստիճանի գնահատականը տվել են Մ. Վ. Մովսիսյանը [4] և Խ. Ե. Նաղարյանը [1]: Նրանք օգտագործելով դետալին ավազանների սելավաբերության և սելավների հաճախականության ցուցանիշները տվել են սելավավտանգավորության որակական գնահատականը՝ ուժեղ, միջին և թույլ չափանիշներով:

Սակայն սելավի վտանգավորության աստիճանը չի որոշվում միայն նրա պարամետրերի հզորությամբ: Մարդու կողմից անօգտագործելի վայրերում սելավները, որքան էլ հզոր լինեն ու հաճախ կրկնվեն վտանգավոր չեն տնտեսության համար: Սրան հակառակ նոր յուրացվող տարածքներում ի հայտ են գալիս նրանց պոտենցիալ հնարավորությունները և մեծանում է նրանց վտանգավորության աստիճանը: Այսպիսով նույնատիպ սելավներ ավազանները կարող են տարբեր աստիճանի վնասներ պատճառել տնտեսությանը:

Հետևաբար, անհրաժեշտություն է առաջանում սելավները ըստ վտանգավորության աստիճանի դասակարգելիս օգտագործել նաև հասցված վնասի մեծությունը: Այդ բանը փորձել է կատարել Ս. Մ. Ֆլեյշմանը [3]: Նա նկարագրում է սելավավտանգավորության չորս աստիճան՝ I—հունի ոչ մեծ ողողումներ, ջրթող կառուցվածքների տնցքերի մասնակի խցանում, II—ուժեղ ողողումներ, անցքերի լրիվ խցանում, III—կամուրջի կրող կառուցատարրերի փլուզում, IV—բնակավայրերի խորտակում, կառույցների թաղվում են բերվածքների տակ:

Թեև Ս. Մ. Ֆլեյշմանը իր դասակարգումը շարադրելիս առաջարկում է օգտագործել քանակական տվյալներ՝ սելավի հաճախականությունը, բերվածքների ծավալը և ջրի ծախսը, նրա դասակարգումը, ինչպես երևում է վերը շարադրվածից, նույնպես որակական է:

Սելավավտանգավորության քանակական գնահատման համար մեր կողմից ստեղծված է սելավների բանկ, որտեղ ընդգրկված են 1969 թ. «Հայհիդրոմետի» կողմից հրապարակված «Հայաստանի սելավավտանգ գետերի կատալոգի», «Հայհիդրոմետի» ամենամյա սելավային երևույթների հաշվետվությունների և ջրային սլոուլեմների և Հիդրոտեխնիկայի դիտահետազոտական ինստիտուտի տվյալները:

Սելավների բանկում ղեկավարված են 1946—1995 թթ. տեղի ունեցած 460 սելավների հետևյալ տվյալները. սելավի անցման տարեթիվը, սելավի պարամետրերը՝ խորությունը, հոսանքի շարժման արագությունը, առավելագույն

ԼՈՒՏԱՐԱԴՐԱԿ

1. Габриелян А. А. Палеоген и неоген Армянской ССР. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1964.
2. Габриелян А. А., Тахтаджян А. Л., Саркисян О. А. О возрасте угленосно-сланцевой свиты окрестностей гор. Дилижана — ДАН АрмССР, 1958, т. XXVI, №3.
3. Саркисян О. А. Палеоген Севано-Ширакского синклинария. Изд. «Митк», Ереван, 1966.
4. Саркисян О. А., Арутюнян М. Е. К вопросу о стратиграфическом расчленении дилижанской свиты. Уч. записки ЕГУ, 1970, №3.

Известия НАН РА, Науки о Земле, 1996, XLIX, №1—3, 88—90

ՀԱՄԱԽՈՏ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՏԱՐԱԾՔԻ ՍԵԼԱՎԱՎՏԱՆԳԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ԱՍՏԻՃԱՆԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

© 1996 թ. Թ. Հ. ՏԵՐ-ՄԻՆԱՍՅԱՆ

Управление чрезвычайных ситуаций Армении
375010 Ереван, ул. Пушкина 25, Республика Армения
Поступила в редакцию 15.04.96.

Սելավների դեմ պայքարի միջոցառումներ մշակելիս հաճախ հարց է առաջանում որոշելու նրանց վտանգավորության աստիճանը:

Հայաստանի Հանրապետության տարածքի սելավավտանգավորության աստիճանի գնահատականը տվել են Մ. Վ. Մովսիսյանը [4] և Խ. Ե. Նաղարյանը [1]: Նրանք օգտագործելով դետալին ավազանների սելավաբերության և սելավների հաճախականության ցուցանիշները տվել են սելավավտանգավորության որակական գնահատականը՝ ուժեղ, միջին և թույլ չափանիշներով:

Սակայն սելավի վտանգավորության աստիճանը չի որոշվում միայն նրա պարամետրերի հզորությամբ: Մարդու կողմից անօգտագործելի վայրերում սելավները, որքան էլ հզոր լինեն ու հաճախ կրկնվեն վտանգավոր չեն տնտեսության համար: Սրան հակառակ նոր յուրացվող տարածքներում ի հայտ են գալիս նրանց պոտենցիալ հնարավորությունները և մեծանում է նրանց վտանգավորության աստիճանը: Այսպիսով նույնատիպ սելավներ ավազանները կարող են տարբեր աստիճանի վնասներ պատճառել տնտեսությանը:

Հետևաբար, անհրաժեշտություն է առաջանում սելավները ըստ վտանգավորության աստիճանի դասակարգելիս օգտագործել նաև հասցված վնասի մեծությունը: Այդ բանը փորձել է կատարել Ս. Մ. Ֆլեյշմանը [3]: Նա նկարագրում է սելավավտանգավորության չորս աստիճան՝ I—հունի ոչ մեծ ողողումներ, ջրթող կառուցվածքների տնցքերի մասնակի խցանում, II—ուժեղ ողողումներ, անցքերի լրիվ խցանում, III—կամուրջի կրող կառուցատարրերի փլուզում, IV—բնակավայրերի խորտակում, կառույցների թաղվում են բերվածքների տակ:

Թեև Ս. Մ. Ֆլեյշմանը իր դասակարգումը շարադրելիս առաջարկում է օգտագործել քանակական տվյալներ՝ սելավի հաճախականությունը, բերվածքների ծավալը և ջրի ծախսը, նրա դասակարգումը, ինչպես երևում է վերը շարադրվածից, նույնպես որակական է:

Սելավավտանգավորության քանակական գնահատման համար մեր կողմից ստեղծված է սելավների բանկ, որտեղ ընդգրկված են 1969 թ. «Հայհիդրոմետի» կողմից հրապարակված «Հայաստանի սելավավտանգ գետերի կատալոգի», «Հայհիդրոմետի» ամենամյա սելավային երևույթների հաշվետվությունների և ջրային սլոուլեմների և Հիդրոտեխնիկայի դիտահետազոտական ինստիտուտի տվյալները:

Սելավների բանկում ղեկավարված են 1946—1995 թթ. տեղի ունեցած 460 սելավների հետևյալ տվյալները. սելավի անցման տարեթիվը, սելավի պարամետրերը՝ խորությունը, հոսանքի շարժման արագությունը, առավելագույն

ծախսը, սելավային բերվածքների ծավալը, տեղափոխված քարերի ամենամեծ տրամագիծը, սելավների անցման հաճախականությունը, նրանց դասակարգումն ըստ մորֆոլոգիական և հեղեղի ջրաբերունքով հագեցվածության աստիճանի, մարդկային զոհերն ու հասցված նյութական վնասները ըստ տրնտեսության առանձին ճյուղերի՝ գյուղատնտեսության, ավտոմոբիլային և երկաթուղային տրանսպորտ, կոմունալ տնտեսություն և որպես ամփոփում սելավի պատճառած վնասների տրված է նրանց ընդհանուր դրամական արժեքը 1984 թ. գներով: Սելավների բանկում տեղ է գտել նաև «Հայպետջրնախագիծ» ինստիտուտի կողմից 1984 թ. կազմած ջրային ռեսուրսների օգտագործման ու պահպանման սխեմայով նախատեսված հսկասելավային կանխարգելիչ միջոցառումներն ու այդ միջոցառումների արժեքները:

Վերոհիշյալ տվյալները հավաքված են տարբեր հեղինակների կողմից, տարբեր ժամանակաշրջաններում և չունեն հավաստիության միեւնույն աստիճան: Հայաստանի սելավների (ժամանակակից պատկերացմամբ) հետադոտությունների հիմքը դրել է ակադ. Ի. Վ. Եղիազարովը, 1946 թվականի մայիսի 25-ին տեղի ունեցած, Դետառի աղետաբեր սելավի բաղմակողմանի ու խորրն ուսումնասիրությամբ: Այդ պատճառով սելավավտանգավորության զնահատման համար մեր կողմից օգտագործված են միայն սելավների բանկի 1946—1995 թվականների տվյալները:

Սելավավտանգավորության բանակական զնահատման համար նրպատակահարմար ենք գտնում օգտագործել ոիսկի զնահատման բանաձևը [2], որը իրենից ներկայացնում է տարբեր սելավների հավանականության և նրանց պատճառած վնասների արտադրյալի գումար՝ $EP \times C$, որտեղ P -ն ջրի մաքսիմալ ծախսի հայտնվելու հավանականությունն է, իսկ C -ն վնասների համապատասխան մեծությունը, այսինքն հաշվարկվում են հավանական կորուստների մեծությունները: Սելավավտանգավորության մյուս պարամետրերի՝ սելավի ծախսն ու բերվածքների ծավալը նույնպես կապված են հաճախականության հետ: Իրոք, որքան մեծ են սելավների մաքսիմալ ծախսերն ու բերվածքների ծավալն, այնքան փոքր է նրանց հայտնվելու հավանականությունը: Հետևաբար $P \times C$ մեծությունը իր մեջ ամփոփում է սելավավտանգավորությունը բնորոշող մեծությունների՝ հավանականության և սելավաբերության սինթեզը և հնարավորություն է ընձեռում բանակապես զնահատելու սելավավտանգավորությունը:

Աղյուսակ 1

22 տարածքի գետային ավազանների սելավավտանգավորության աղյուսակ

Գ/Գ	Գետերի ավազանները	Սելավների բանակը	Սելավների պատճառած վնասները հազ. ուր. (1984 թ.)	Մեկ սելավի միջին վնասը, C հազ. ուր.	Տեղի ունեցած սելավների միջին հավանականությունը, P	Սելավավտանգավորության ցուցանիշը (հավանական սկզբունքները)	Գետերի ավազաններն, ըստ $(P \times C)$ -ի նվազման կարգի
1.	Ախուրյան	17	2394	141	15	2115	Դեբեդ
2.	Սև-ջուր	4	380	95	2	190	Սևանա լիճ
3.	Քասախ	13	3226	248	3	714	Ողջի
4.	Սևանա լիճ	18	7482	416	9	3744	Ախուրյան
5.	Հրազդան	11	786	71	8	568	Արփա
6.	Ազատ	2	8	4	7	28	Զորագետ
7.	Վեդի	7	73	10	6	60	Որոտան
8.	Արփա	26	2768	106	14	1483	Քասախ
9.	Մեղրի	2	51	26	21	546	Հրազդան
10.	Ողջի	18	10546	586	6	3516	Մեղրի
11.	Որոտան	18	1612	90	10	900	Փամբակ
12.	Փամբակ	27	1035	38	9	342	Սև-ջուր
13.	Զորագետ	10	3021	302	4	1208	Աղստև
14.	Դեբեդ	15	15412	1027	4	4108	Վեդի
15.	Աղստև	12	439	37	4	148	Ազատ

Այս նկատառումները փորձենք իրականացնել ՀՀ տարածքի սելավաբեր գետավազանների վտանգավորության աստիճանը գնահատելու համար:

Սելավներն, ուսումնասիրող գետային ավազաններում, տեղի են ունեցել տարբեր հավանականությամբ: Հետևաբար, որպեսզի համեմատելի դարձնենք բոլոր գետավազանների հավանական կորուստները, պետք է յուրաքանչյուր գետավազան բնորոշել մեկ միջին արժեքով: Այդ նպատակով սելավների բաՆկից վերցված են սելավների հավանականության և վնասների մեծությունները և հաշվարկվել են նրանց միջին կախյալ արժեքների արտադրյալը՝

Հաշվարկման արդյունքները բերված են թիվ մեկ աղյուսակում:

Ինչպես երևում է թիվ 1 աղյուսակի վերջին սյունակից սելավավտանգավորության սանդղակը գլխավորում է Դեբեդի ավազանը, որտեղ հիմնական վտանգը կենտրոնացված է Լիավերդի քաղաքում, որն իր շրջակայքով ամբողջովին տեղադրված է 13 սելավաբեր ձորակների արտաբերման կոնների վրա: Այս ձորակներում ձևավորված սելավներն աչքի են ընկնում իրենց աղետալի հետևանքներով և կասկած չի հարուցում այն հանգամանքը, որ Դեբեդի ավազանը գլխավորում է սելավավտանգավորության սանդղակը:

Կասկած չի հարուցում նաև նրան հաջորդող մյուս գետավազանների վրտանգի գնահատականները, որոնք չիովին համընկնում են սելավների ձևավորման հիդրոմետեորոլոգիական և գեոմոֆոլոգիական ժամանակակից պատկերացումների հետ:

Սելավավտանգավորության այս սանդղակը վերջնական համարել չի կարելի, այն ժամանակի ընթացքում կարող է փոփոխություններ կրել, կապված ուրբանիզացիայի աստիճանի դարգացման հետ:

ЛИТЕРАТУРА

1. Назарян Х. Е. Классификация селевых потоков.—В кн. Вопросы географии, вып. 1—2. В кн. Межвузовский сб. науч. трудов. Ереван: Изд. Ер. госунта, 1984. с. 180—195.
2. Стефенсон Д. Вероятность и риск.—В кн. Гидрология и дренажи ливневых вод. Л.: Гидрометеиздат, 1986. с. 117—195.
3. Флейшман С. М., Перов В. Ф. Селевые бассейны.—В кн. Сели. М.: Изд. Московского универ., 1986. с. 41—46.
4. Цовян М. В. Типизация селеносных бассейнов Армянской ССР—В кн. Мат. V Всесоюзн. сов. по изучению селевых потоков и мер борьбы с ними. Баку: Изд. АН Азерб. ССР, 1962, с. 86—90.

Известия НАН РА, Науки о Земле, 1996, XLIX, №1—3, 90—93

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

О МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОПРОВОДИМОСТИ АРТЕЗИАНСКОГО ВОДОНОСНОГО ПЛАСТА

© 1996 г. Н. Л. Меликян

*Научно-исследовательский институт водных проблем и гидротехники
Минсельхоза Армении*

375047 Ереван, ул. Амараноцаин 125, Республика Армения

Поступила в редакцию 6.02.96.

Методы обработки данных опытных откачек основаны на использовании аналитических решений в различных их модификациях, соответствующих характеру информации, полученной при откачке.

Современные методы обработки опытных откачек из вертикальных скважин, главным образом, основываются на теории неустановив-

Այս նկատառումները փորձենք իրականացնել ՀՀ տարածքի սելավաբեր գետավազանների վտանգավորության աստիճանը գնահատելու համար:

Սելավներն, ուսումնասիրող գետային ավազաններում, տեղի են ունեցել տարբեր հավանականությամբ: Հետևաբար, որպեսզի համեմատելի դարձնենք բոլոր գետավազանների հավանական կորուստները, պետք է յուրաքանչյուր գետավազան բնորոշել մեկ միջին արժեքով: Այդ նպատակով սելավների բան-կից վերցված են սելավների հավանականության և վնասների մեծությունները և հաշվարկվել են նրանց միջին կախյալ արժեքների արտադրյալը՝

Հաշվարկման արդյունքները բերված են թիվ մեկ աղյուսակում:

Ինչպես երևում է թիվ 1 աղյուսակի վերջին սյունակից սելավավտանգավորության սանդղակը գլխավորում է Դեբեդի ավազանը, որտեղ հիմնական վտանգը կենտրոնացված է Լիավերդի քաղաքում, որն իր շրջակայքով ամբողջովին տեղադրված է 13 սելավաբեր ձորակների արտաբերման կոնների վրա: Այս ձորակներում ձևավորված սելավներն աչքի են ընկնում իրենց աղետալի հետևանքներով և կասկած չի հարուցում այն հանգամանքը, որ Դեբեդի ավազանը գլխավորում է սելավավտանգավորության սանդղակը:

Կասկած չի հարուցում նաև նրան հաջորդող մյուս գետավազանների վրտանգի գնահատականները, որոնք չիովին համընկնում են սելավների ձևավորման հիդրոմետեորոլոգիական և գեոմոֆոլոգիական ժամանակակից պատկերացումների հետ:

Սելավավտանգավորության այս սանդղակը վերջնական համարել չի կարելի, այն ժամանակի ընթացքում կարող է փոփոխություններ կրել, կապված ուրբանիզացիայի աստիճանի դարգացման հետ:

ЛИТЕРАТУРА

1. Назарян Х. Е. Классификация селевых потоков.—В кн. Вопросы географии, вып. 1—2. В кн. Межвузовский сб. науч. трудов. Ереван: Изд. Ер. госунта, 1984. с. 180—195.
2. Стефенсон Д. Вероятность и риск.—В кн. Гидрология и дренажи ливневых вод. Л.: Гидрометеиздат, 1986. с. 117—195.
3. Флейшман С. М., Перов В. Ф. Селевые бассейны.—В кн. Сели. М.: Изд. Московского универ., 1986. с. 41—46.
4. Цовян М. В. Типизация селеносных бассейнов Армянской ССР—В кн. Мат. V Всесоюзн. сов. по изучению селевых потоков и мер борьбы с ними. Баку: Изд. АН Азерб. ССР, 1962, с. 86—90.

Известия НАН РА, Науки о Земле, 1996, XLIX, №1—3, 90—93

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

О МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОПРОВОДИМОСТИ АРТЕЗИАНСКОГО ВОДОНОСНОГО ПЛАСТА

© 1996 г. Н. Л. Меликян

*Научно-исследовательский институт водных проблем и гидротехники
Минсельхоза Армении*

375047 Ереван, ул. Амараноцаин 125, Республика Армения

Поступила в редакцию 6.02.96.

Методы обработки данных опытных откачек основаны на использовании аналитических решений в различных их модификациях, соответствующих характеру информации, полученной при откачке.

Современные методы обработки опытных откачек из вертикальных скважин, главным образом, основываются на теории неустановив-

шегося режима фильтрации, позволяющего использовать для определения гидрогеологических параметров данные о снижении уровня воды во времени в наблюдательных скважинах или в самой водозаборной скважине при его постоянном дебите [1, 3].

Этим, достаточно известным, методом, за исключением [2], очень трудно с необходимой точностью определить гидрогеологические параметры артезианских водоносных пластов по данным фонтанирующих скважин с уменьшающимся во времени дебитом. А при отсутствии наблюдательных скважин, что характерно почти для всех фонтанирующих скважин Араратской равнины, решение поставленной задачи этими методами становится еще труднее.

Отсутствие здесь наблюдательных (непродуктивных) скважин связано с глубоким расположением артезианского пласта, при котором бурение таких скважин является очень дорогостоящим.

В настоящее время в Араратской равнине для целей водоснабжения и орошения эксплуатируются около 900 фонтанирующих скважин без наличия надлежащей наблюдательной сети, дающих необходимую информацию о понижении напора в артезианском водоносном пласте, параметры которого часто необходимо определять для целей проектирования новых водозаборных скважин или для различных гидрогеологических расчетов.

Поэтому здесь дается методика расчета проводимости артезианского пласта, базируясь только на информации о дебитах скважин в различных моментах времени и характеристиках самой скважины.

В основу метода положена следующая формула, полученная автором для определения в момент времени t дебита одиночной фонтанирующей скважины, заложенной в артезианском водоносном пласте:

$$Q = \frac{-F_0 + \sqrt{F_0^2 + 64\pi^2 T^2 \eta H_n}}{8\pi T \eta}, F_0 = \ln \frac{2.25at}{r_0^2} + 2\xi_{нс}, \quad (1)$$

где, $T = km$ — проводимость пласта, k — его коэффициент фильтрации, m — мощность, r_0 — радиус скважины, $\xi_{нс}$ — суммарный коэффициент несовершенства скважины, t — продолжительность фонтанирования, H_n — начальный положительный напор пласта над устьем скважины,

$a = \frac{k m}{\mu^*}$ — пьезопроводимость пласта, μ^* — коэффициент упругой водо-

отдачи, определяемый по водовмещающим породам пласта известным методом [1; 3], η — нелинейные гидравлические сопротивления внутри скважины, определяемые по формуле:

$$\eta = \frac{1 + \lambda \frac{l_{TP}}{2r_0}}{2g\pi^2 r_0^4}, \quad (2)$$

где λ — коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси), l_{TP} — длина водоподъемной части скважины.

Модификация уравнения (1) для определения T при заранее известных остальных параметрах приводит к следующему трансцендентному уравнению:

$$\ln T - 4\pi \left(\frac{H_n}{Q} - \eta Q \right) T + \ln \frac{2.25t}{\mu^* r_0^2} + 2\xi_{нс} = 0. \quad (3)$$

Уравнение (3) решаем графическим путем. Для этого строим графики функций:

$$f_1 = \ln T \quad U f_2 = 4\pi \left(\frac{H_n}{Q} - \eta Q \right) T - \ln \frac{2,25t}{\mu^* r_0^2} - 2\xi_{нс}.$$

Из пересечения логарифмической кривой f_1 с прямой линией f_2 находим и значение T . Необходимо отметить, что замер дебита необходимо производить с большой точностью, так как уравнение f_2 очень чувствительно к значениям дебитов и даже малые неточности замера последних приводят к большим отклонениям значения T .

Иллюстрация расчета по формуле (3) приведена на примере скважины № 133 ПНИИСа, имеющей следующие исходные параметры:

$$H_n = 21,75 \text{ м}; l_{тр} = 85 \text{ м}; r_0 = 0,125 \text{ м}; \xi_{нс} = 0; \tau_i = 2,61 \cdot 10^{-8} \text{ сут}^2/\text{м}^3.$$

$$\text{при } t = 5 \text{ сут } Q = 200 \text{ л/с} = 17280 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Водовмещающие породы представлены трещиноватыми базальтами, для которых по расчету [1] получено $\mu^* = 0,04$.

Тогда для f_2 получим:

$$f_2 = 1,008 \cdot 10^{-2} T - 9,8.$$

На рис. 1 построен график этих функций, от пересечения которых получим: $T = 1710 \text{ м}^2/\text{сут}$.

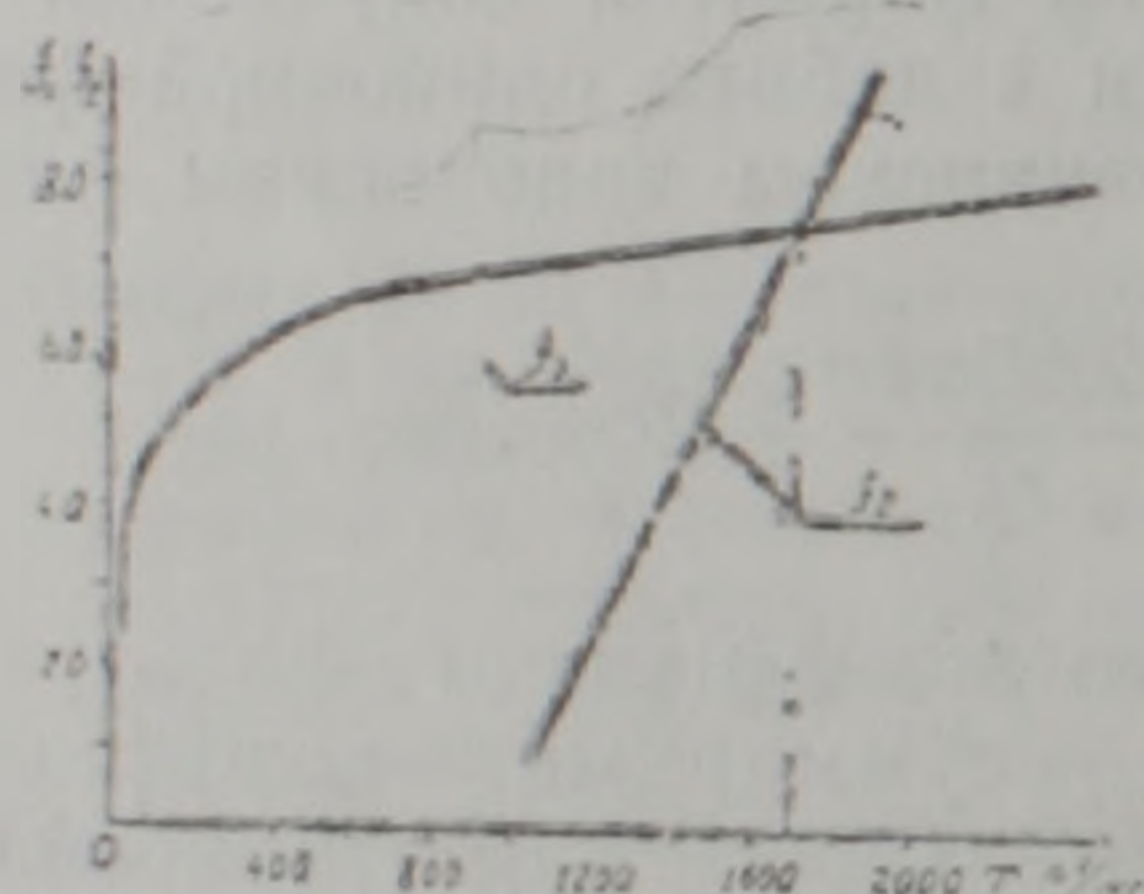


Рис. 1

Иной раз, для расчета T можно избегать построения графиков, если по аналогии для данного региона известен характерный предел изменения F_0 в формуле (1), например, для фонтанирующих скважин Араратской равнины этот предел составляет (15..22).

Имея в виду это, для определения T , из уравнения (1), получим следующую модификацию:

$$T = \frac{F_0 Q}{4\pi(H_n - \eta Q^2)}. \quad (4)$$

Значение T определяется методом постепенного приближения. Задавая в первом приближении какое-либо значение F_0 из вышеотмеченных пределов, определяется значение T , с помощью последнего уточняется F_0 и снова определяется T . Это повторяется до тех пор, пока новое значение T будет незначительно отличаться от предыдущего. Отметим, что формула (4) не так чувствительна к значениям Q , как формула (3).

При сложных гидрогеологических условиях для более точного определения значений гидрогеологических параметров артезианского

водоносного пласта, особенно в ходе проектирования крупных водозаборов, необходимо использовать метод математического моделирования фонтанирующих скважин на гидроинтеграторе путем решения обратной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веригин Н. Н., Васильев С. В., Саркисян В. С., Шержуков Б. С. Гидродинамические и физико-химические свойства горных пород. М.: Недра, 1977, 271 с.
2. Казарян С. М. Водный объем на фоне вертикального дренажа. Ереван: Айастан, 1988, 270 с.
3. Мироненко В. А., Шестаков В. М. Теория и методика интерпретации опытно-фильтрационных работ. М.: Недра, 1978, 325 с.

Известия НАН РА, Науки о Земле, 1996, XLIX, №1—3, 93—95

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА НАД ТЕРРИТОРИЕЙ АРМЕНИИ В 1990—95 ГГ.

© 1996 г. Д. О. Мелконян, П. А. Матевосян, М. Г. Мнацаканян,
С. Г. Саркисян

*Государственный инженерный университет Армении
375009 Ереван, ул. Теряна 105, НИЧ, Республика Армения
Поступила в редакцию 7. 05.96.*

Озоновый слой атмосферы Земли является основным поглотителем ультрафиолетовой радиации (УФР) Солнца, которая обладает многообразным воздействием на биосферу. В частности, известно [3], что повышение уровня УФР на земной поверхности, в особенности ее так называемой Б-компоненты (в интервале длин волн 1750—3200 ангстрем), приводит к понижению и подавлению воспроизводимости растений, к подавлению иммунитета, возникновению кожных заболеваний (от дерматита до рака), к катаракте и поражению сетчатки глаз (вплоть до слепоты) у человека и животных и т. д.

На большей части высокогорной территории Армении, находящейся в условиях высокого естественного фона УФР, повышение среднего уровня УФР представляет серьезную опасность для ее растительного и животного мира (включая людей). Поэтому вопрос о систематическом контроле состояния озонового слоя над территорией Армении обладает особой актуальностью.

Измерения общего содержания озона (ОСО) в атмосфере над территорией Армении выполнены в результате многолетнего сотрудничества Государственного инженерного университета Армении (ГИУА) с Институтом экспериментальной метеорологии (НПО «Тайфун», г. Обнинск, РФ).

Для проведения измерений ОСО был использован озонметрический пункт ГИУА в г. Ереване, оснащенный аппаратурой для автоматического наведения и слежения за Солнцем, разработанной на кафедре Автоматики и телемеханики ГИУА.

В качестве измерительной аппаратуры использован предоставленный НПО «Тайфун» фильтровый озонметр М-124, разработанный в

водоносного пласта, особенно в ходе проектирования крупных водозаборов, необходимо использовать метод математического моделирования фонтанирующих скважин на гидроинтеграторе путем решения обратной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веригин Н. Н., Васильев С. В., Саркисян В. С., Шержуков Б. С. Гидродинамические и физико-химические свойства горных пород. М.: Недра, 1977, 271 с.
2. Казарян С. М. Водный объем на фоне вертикального дренажа. Ереван: Айастан, 1988, 270 с.
3. Мироненко В. А., Шестаков В. М. Теория и методика интерпретации опытно-фильтрационных работ. М.: Недра, 1978, 325 с.

Известия НАН РА, Науки о Земле, 1996, XLIX, №1—3, 93—95

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА НАД ТЕРРИТОРИЕЙ АРМЕНИИ В 1990—95 ГГ.

© 1996 г. Д. О. Мелконян, П. А. Матевосян, М. Г. Мнацаканян,
С. Г. Саркисян

*Государственный инженерный университет Армении
375009 Ереван, ул. Теряна 105, НИЧ, Республика Армения
Поступила в редакцию 7. 05.96.*

Озоновый слой атмосферы Земли является основным поглотителем ультрафиолетовой радиации (УФР) Солнца, которая обладает многообразным воздействием на биосферу. В частности, известно [3], что повышение уровня УФР на земной поверхности, в особенности ее так называемой Б-компоненты (в интервале длин волн 1750—3200 ангстрем), приводит к понижению и подавлению воспроизводимости растений, к подавлению иммунитета, возникновению кожных заболеваний (от дерматита до рака), к катаракте и поражению сетчатки глаз (вплоть до слепоты) у человека и животных и т. д.

На большей части высокогорной территории Армении, находящейся в условиях высокого естественного фона УФР, повышение среднего уровня УФР представляет серьезную опасность для ее растительного и животного мира (включая людей). Поэтому вопрос о систематическом контроле состояния озонового слоя над территорией Армении обладает особой актуальностью.

Измерения общего содержания озона (ОСО) в атмосфере над территорией Армении выполнены в результате многолетнего сотрудничества Государственного инженерного университета Армении (ГИУА) с Институтом экспериментальной метеорологии (НПО «Тайфун», г. Обнинск, РФ).

Для проведения измерений ОСО был использован озонометрический пункт ГИУА в г. Ереване, оснащенный аппаратурой для автоматического наведения и слежения за Солнцем, разработанной на кафедре Автоматики и телемеханики ГИУА.

В качестве измерительной аппаратуры использован предоставленный НПО «Тайфун» фильтровый озонометр М-124, разработанный в

ГГО им. Воейкова (г. Санкт-Петербург, РФ), откалиброванный на ПЭБ ГГО в 1991 г.

Принцип определения ОСО основан на свойстве селективного поглощения озоном ультрафиолетовой радиации (УФР) Солнца в области спектра 280—330 нм.

ОСО определяется в *атм/см* или Добсоновских единицах (*Д. е.*); при этом число *Д. е.* означает приведенную к нормальным условиям (давлению 1013 гПа и температуре 0°C) толщину озонового слоя над пунктом наблюдений в вертикальном направлении, измеренную в миллиметрах и умноженную на 100. Иначе говоря, $1 \text{ Д. е.} = 10^{-3} \text{ атм/см}$.

Определение ОСО производится по разработанной в ГГО методике согласно специальным озоновым диаграммам.

Предел допустимой погрешности определения ОСО не превышает 8% по отношению к образцовому средству измерения—спектрофотометру Добсона, используемому для калибровки озонометров на ПЭБ ГГО.

Озонометрами М-124 оснащена вся озонометрическая сеть РФ; эти озонометры являются одним из основных применяемых в мире приборов для измерения ОСО.

Полученные результаты измерений приведены в табл. 1. Неполнота данных по зимним месяцам объясняется отсутствием достаточного количества ясных солнечных дней в течение этих сезонов.

Характерной особенностью, отмеченной по результатам наблюдений за ОСО [1, 2], подтвержденной также в наших наблюдениях, является высокая межсуточная изменчивость значений ОСО. Эти изменения зависят от характера и активности синоптических процессов и концентрации аэрозольных примесей в атмосфере [1, 2]. Вместе с тем, эти резкие межсуточные колебания значений ОСО проходят на фоне отчетливо выраженного сезонного хода, имеющего годичный цикл (см. табл. 1). Поэтому динамика изменений ОСО исследуется в основном по распределению среднемесячных—в лучшем случае декадных значений ОСО.

Таблица 1

Среднемесячные значения ОСО над ереванским озонометрическим пунктом в 1990—95 г. г. (в Д. е.)

Месяцы	Г о д ы					
	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Февраль	—	300	—	—	—	278
Март	—	—	353	327	—	259
Апрель	253	309	319	303	281	275
Май	236	298	303	271	264	266
Июнь	228	293	245	248	245	—
Июль	240	—	253	239	231	212
Сентябрь	238	239	251	236	225	223
Октябрь	243	236	248	231	227	222
Ноябрь	—	280	249	225	227	242

Согласно полученным данным, в целом наиболее высокие среднемесячные значения ОСО наблюдались в 1992 г. Отнесенные к уровню этого года среднемесячные значения ОСО в 1990, 1991, 1993—95 гг. (в %), а также сравнительная оценка среднегодовых уровней ОСО для тех же лет приведена в таблице 2.

Если принять во внимание, что по данным [2], в 1990—95 гг. в северном полушарии наблюдалось общее понижение значений ОСО в среднем на несколько процентов в год, то, по данным табл. 2, в дина-

мике озонового слоя над территорией Армении наблюдались некоторые региональные особенности, приведшие в 1990—92 гг. к возрастанию содержания озона в среднем около 6% в год.

Таблица 2
Сравнительные данные среднемесячных и среднегодовых значений
ОСО в отношении к 1992г. (в%)

Месяцы	Г о д ы				
	1990	1991	1993	1994	1995
Март	—	—	92.6	—	73.4
Апрель	79.3	96.9	95.0	88.1	86.2
Май	77.9	98.3	89.4	87.1	87.8
Июнь	80.0	102.8	87.0	86.0	—
Июль	94.9	—	94.5	91.3	83.8
Сентябрь	94.8	95.2	94.0	89.6	88.8
Октябрь	98.0	95.2	93.5	91.5	89.5
Среднегодовые	87.5	97.7	92.3	89.0	84.9

В 1992—95 гг. отмечалось постоянное снижение ОСО над территорией Армении, в среднем на 4,5% в год. При этом в период ежегодного зимне-весеннего максимума ОСО, пик которого обычно приходится на март, темпы снижения ОСО (8—9% в год) были существенно выше, чем в период осеннего минимума, наблюдаемого обычно в сентябре—4% в год.

Известно расчетное соотношение между изменениями ОСО и УФР: уменьшение (увеличение) ОСО на 1% влечет за собой увеличение (уменьшение) уровня УФР в среднем на 1,5—2%. Поэтому, увеличение, например, сентябрьской дозы облучения УФР территории Армении в 1995 г. по сравнению с 1990 и 1992 гг. согласно расчетам по данным табл. 2 составило соответственно 9—12 и 18—24%.

Следует отметить, что хотя и реальное изменение доз УФР в определенной степени зависит также от облачности, прозрачности атмосферы и ряда других факторов, однако в зоне высокогорья, где прозрачность атмосферы сравнительно высока, в среднем реальные изменения УФР будут близки к расчетным.

Согласно данным доклада ООН, посвященного данной проблеме, увеличение средних доз УФР на 1% повышает заболеваемость населения раком кожи на 1,5—1,6%. В Армении не проводилось пока специальных исследований по выявлению реальной связи между ОСО и заболеваемостью населения раком кожи. Поэтому, ограничиваясь только расчетными данными, можно утверждать, что риск заболеваемости в 1995 г. по сравнению с 1990 и 1992 гг. по крайней мере, в высокогорных районах Армении возрос соответственно на 12—19 и на 27—38%.

Таким образом, из результатов проведенных измерений следует необходимость дальнейших систематических наблюдений ОСО и прямых измерений уровня УФР с целью контроля и прогнозирования экологической обстановки на территории Армении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гушин Г. П. Озон и аэросиноптические условия. Л.: Гидрометеоиздат, 1964.
2. Хргиан А. Х. Физика атмосферного озона. Л.: Гидрометеоиздат, 1973.
3. Our Radiant Planet. Greenpeace, October, 1995.